

Critique des conditions de la durabilité: application aux indices de développement durable. (Bruno Kestemont)

[home](#) [liste des thèses](#) [contenu](#) [précédent](#) [suivant](#)

TROISIEME PARTIE: INDICES ET INDICATEURS DE DEVELOPPEMENT DURABLE

INTRODUCTION

Si l'on admet que le développement durable ne peut être conçu que par le *cerveau collectif* de l'espèce humaine, dans la mesure où tous les yeux et toutes les expériences sont nécessaires pour tout prendre en compte, on ne peut que reconnaître le rôle déterminant de la communication pour nous.

Les indicateurs et indices sont un moyen de communication parmi d'autres. Ils ont un impact assez important (mais pas majoritaire comme nous l'avons vu au sujet de la réciprocité), sur ceux qui détiennent le plus de pouvoir de décision : chefs d'Etats ou d'entreprises, ou tout citoyen qui s'informe. La communication se fait en effet toujours sur plusieurs modes, un mode simpliste, codifié, et un mode complexe (au second degré, gestuel, contextuel etc). Nous nous limiterons ici à la partie la plus «statistique» de cette mesure et de cette communication, étant bien entendu que ce n'est pas la principale.

Indépendamment des discussions sur le développement durable, des signaux clairs sont également utiles. Ils sont par ailleurs les seuls que puissent comprendre les ordinateurs et modèles qui souvent, aident les «personnes importantes» à préparer des décisions.

Nous allons donc passer en revue quelques tentatives de mesurer le développement durable, en nous concentrant sur ce qu'il y a de plus simpliste (les indices de durabilité) et de plus populaire. Le choix des exemples n'est pas justifié autrement que par référence implicite aux parties développées précédemment. Nous ne prétendons pas à l'exhaustivité. L'objectif lointain est de trouver des critères, dans une suite de ce travail, pour qu'un indice ou indicateur puisse relever de la «durabilité» au sens global du terme.

A la lueur des parties précédentes, nous allons passer en revue quelques indices et indicateurs existants, et voir dans quelle mesure ils répondent à certains des critères qui nous intéressent. Prennent-ils suffisamment en compte «le reste du monde» sur le plan des trois domaines (sociologique, économique, environnemental) et des différents horizons (dimensions spatiales et temporelles)?

CHAPITRE I. APPROCHES PRINCIPALES POUR MESURER LE DEVELOPPEMENT DURABLE

Quelques-unes des approches principales pour mesurer le développement durable sont reprises ci-dessous (adapté d'après World Bank, 2003, p.16):

- Les jeux d'indicateurs;
- Le PIB et les comptes nationaux étendus;
- Les comptes biophysiques;
- les indices à poids égaux;
- Les indices à poids inégaux;
- Les analyse d'éco-efficience

Les jeux d'indicateurs

Les jeux d'indicateurs, passage obligé pour l'élaboration d'indices plus synthétiques, sont notamment développés par la Commission des Nations unies pour le développement durable (UN-CSD) ainsi que par de nombreux pays . Ils représentent une première sélection de paramètres qui, publiés l'un à côté de l'autre «indiquent» des aspects différents du développement durable.

Il y a potentiellement autant de jeux d'indicateurs que d'entité politique ou d'auteur, chacun ayant sa vision particulière du développement durable . Les atlas géographiques représentent indirectement une sélection d'indicateurs de développement durable dans la mesure où ils couvrent la plupart des problématiques importantes. Il serait intéressant d'en comparer l'évolution dans le temps . L'Atlas du Monde diplomatique (Achcar et al, 2003) traite ainsi dans sa première partie de la mondialisation sous des aspects de culture , de marché , d'armement, de droit, de progrès, de fracture sociale, d'environnement, de progrès sociaux, de tensions et conflits. Un certain nombre d'indicateurs se retrouvent cependant à tous les niveaux, soit parce que les données sont disponibles, soit en raison des influences réciproques[156], ou parce qu'un consensus émerge lentement.

Le tableau ci-dessous compare les types d'indicateurs retenus par plusieurs pays et par l'union européenne.

Jeux d'indicateurs de développement durable dans quelques pays riches

UNCSD								
	Austra-lia	Den-mark	Finland	Korea	Nether-lands	Portu-gal	Sweden	Switzer-land
Categories and								

themes								
SOCIAL								
· Equity								
Poverty		*	*	*	*	*		*
Gender Equality	*		*	*	*		*	*
· Health								
Nutritional Status				*				
Mortality	*	*	*	*	*	*		
Sanitation				*		*		*
Drinking Water		*	*	*		*		
Healthcare Delivery				*		*		
· Education								
Education level	*		*	*	*	*	*	*
Literacy						*		*
· Housing								
Living Conditions		*		*	*			*
· Security								
Crime			*	*	*	*	*	*
· Population								
Population Change	*		*	*			*	
ENVIRONMENTAL								
· Atmosphere								
Climate Change	*	*	*	*	*	*	*	*
Ozone Layer Depletion		*	*	*		*		
Air Quality	*		*	*		*		*
· Land								
Agriculture	*	*	*	*	*	*	*	*
Forests	*	*	*	*	*	*	*	*
Desertification						*		
Urbanization	*	*	*	*				*
· Oceans, Seas, and Coasts								
Coastal Zone	*		*	*	*	*		
Fisheries	*	*	*	*		*	*	
· Fresh-Water								
Water Quality	*	*	*	*	*	*		*

Water Quantity	*	*	*	*	*	*	*	*
· Biodiversity								
Ecosystems	*	*	*	*	*	*	*	*
Species	*	*	*	*	*	*	*	*
ECONOMIC								
· Economic Structure								
Economic Performance	*	*	*	*	*	*	*	*
Trade		*		*	*	*		*
Financial Status	*	*	*	*	*	*	*	*
· Consumption & Production Patterns								
Material Consumption		*	*	*	*		*	
Energy Use	*	*	*	*	*	*	*	*
Waste Generation and Management		*	*	*		*	*	*
Transportation		*	*	*		*	*	*
INSTITUTIONAL								
· Institutional Framework								
Strategic Implementation of SD		*		*				
International Cooperation		*				*		*
· Institutional Capacity								
Information Access			*	*		*		*
Communication and Infrastructure			*	*				
Science and Technology			*	*	*	*	*	*
Disaster Preparedness and Response				*				*

Source: Hass et al, 2002

Ces listes d'indicateurs sont en discussion permanente en fonction de l'entité considérée et du temps . Après avoir constaté que près de 25000 paramètres environnementaux différents (IBGE, 2001) étaient demandés régulièrement aux Etats par les institutions internationales, l'Agence européenne pour l'Environnement a entamé en 2002-2003 la sélection d'un tronc commun d'indicateurs environnementaux *comparables* classés entre 12 domaines [157]. Les Etats membres ont estimé que la moitié des quelques centaines de candidats indicateurs posaient des problèmes de données et les 2/3 des problèmes de définition. Ils en ont néanmoins retenu 77 comme «hautement prioritaires» et en ont proposé 16 nouveaux pour le deuxième tour de sélection (EEA, 2002).

Les 13 «indicateurs structurels» de l'UE sont le résultat d'une sélection technico-politique entre les pays membres. Ils sont issus d'une initiative appelée «sustainable development strategy» et ont donc pour vocation officielle de représenter le développement durable (Boulanger et al, 2003, p. 27).

Eurostat a cependant mis sur pied un autre travail de sélection d'indicateurs de développement durable . Dans un document préparatoire (Wolff, 2003) soumis aux statisticiens des Etats membres, Eurostat proposait des thèmes et sous-thèmes légèrement différents pour les indicateurs de développement durable, avec, par rapport aux indicateurs structurels, un accent plus prononcé sur le capital *utile* (santé, ressources naturelles, infrastructures) et une moindre importance donnée à la qualité de l'environnement (pollution, qualité de l'eau et de l'air, espèces) si ce n'est pour les problèmes environnementaux à tendance irréversible (effet de serre, déchets, produits chimiques).

Premier jeu d'indicateurs de développement durable d'Eurostat (SDTF), comparé aux indicateurs structurels de l'UE.

UNCSD Categories and themes	Eurostat, SDTF themes	Eurostat, SDTF subthemes	Eurostat SDTF	EU struct. indic.
SOCIAL				
· Equity	· Poverty and social exclusion			
Poverty	Poverty	Poverty by gender and age	*	*

Gender Equality		Education enrolment by gender, age and category	*	*
	Social exclusion	Social exclusion	*	
· Health	· Public health			
Nutritional Status	Food Safety and Quality	Food safety	*	
		Environmentally-friendly farming	*	
Mortality	Human health protection	Life expectancy	*	
Sanitation		Infectious diseases and resistance to antibiotics	*	
Drinking Water				
Healthcare Delivery		Health and safety at work	*	
		Civil protection (early warning and emergency)	*	
	Chemicals management	Minimising long-term impacts to health and environment	*	
· Education	·			
Education level			*	*
Literacy			*	
· Housing	·			
Living Conditions				
· Security	·			
Crime				
· Population	· Ageing society			
Population Change	Balanced demography	Sound population structure	*	
		Immigration and asylum	*	
	Caring society	Pension systems	*	
		Health care systems	*	
ENVIRONMENTAL				
· Atmosphere	· Climate change			
Climate Change	Greenhouse gas emissions	GHG emissions reduction	*	*

Ozone Layer Depletion				
Air Quality				*
	Clean energy	Energy taxes	*	
		Energy efficiency	*	
		Renewable energy resources	*	
		Nuclear power	*	
· Land	· Transport and land use management			
Agriculture	Balanced regional development	Rural development	*	
Urbanization		Urban development	*	
	Land use	Investment in infrastructure	*	
Forests				
	Transport growth	Decoupling	*	
		Road to rail, water and public transport	*	*
Desertification				
·	· Management of natural resources			
	Soil degradation	Soil erosion and contamination	*	
		Soil sealing	*	
· Oceans, Seas, and Coasts				
Coastal Zone				
Fisheries	Healthy marine ecosystems	Over-fishing	*	
· Fresh-Water				
Water Quality				
Water Quantity	Fresh water resources	Protection of surface and ground water resources	*	
· Biodiversity				

Ecosystems	Biodiversity	Protection of habitats and natural systems and biodiversity	*	
Species				
ECONOMIC				
· Economic Structure	· Economic growth			
Economic Performance	Economic Performance	Economic growth	*	*
		Public finances	*	
	Employment	Employment rate, by gender and age	*	
Trade				
Financial Status				*
· Consumption & Production Patterns	· Sustainable production and consumption			
Material Consumption	Eco-efficiency	Resource use, by resource type (inc. water)	*	
		Reducing pollution	*	
Energy Use			*	*
Waste Generation and Management		Waste management	*	*
Transportation			*	*
	Clean technology	New technology for energy, transport, communication etc.	*	
	Corporate responsibility	Triple bottom line	*	
	Consumer awareness	Consumer information	*	
INSTITUTIONAL				
· Institutional Framework	· Global partnership			
Strategic Implementation of SD				
	Globalisation of trade	Market access for least developed countries	*	

International Cooperation	Development assistance	ODA	*	
		Good governance	*	
	EU impact to developing countries	EU foreign direct investments to developing countries	*	
		Resource consumption	*	
· Institutional Capacity	· Good governance			
	Participation	Public participation	*	
Information Access				*
Communication and Infrastructure			*	
Science and Technology			*	*
Disaster Preparedness and Response			*	

Source: d'après Hass (2002) et Wolff (2003)

Ces jeux d'indicateurs souffrent de manques chroniques. On notera l'absence quasi générale d'une vision qui permette de prendre en compte des interactions entre le local et le global (Boulanger et al, 2003, p. 34). La problématique Nord-Sud n'est par exemple présente que sous la forme des montants de la coopération au développement, quoique le SDTF fasse un peu plus d'efforts dans cette direction. Or suivant notre vision des conditions minimales du développement durable global, ce point est essentiel.

Les jeux d'indicateurs ont l'inconvénient du nombre, ce qui les rend politiquement peu visibles (trop d'information tue l'information). Ils servent cependant de base à diverses tentatives d'agrégation suivant le principe de la *pyramide d'information* (Adriaanse, 1995). Ils restent indispensables comme «information sous-jacente» à laquelle on peut recourir pour une compréhension plus fine de phénomènes qui auraient été mis en évidence par des indices agrégés, à moins qu'ils ne servent eux-mêmes individuellement comme *signaux* (EEA, 2003) s'ils sont mis en évidence à bon escient.

Le PIB et les comptes nationaux étendus

Le PIB

Devant l'impossibilité, reconnue par la plupart des auteurs modernes, d'établir

scientifiquement des comparaisons interpersonnelles de bonheur, les utilitaristes ont cherché à se tirer d'affaire en postulant que les choix reflétaient les préférences des individus.

Mais il faut se rendre à l'évidence avec Horace que «il existe autant de préférences que de gens», que chaque personne a une fonction d'utilité, donc de demande, différente (Sen, 1999, 2003 p.97), enfin que la comparaison des revenus réels ne reflète en rien le bien-être individuel ou collectif. Les implications pratiques de ce raisonnement est que même si deux personnes à revenu égal ont une fonction de demande équivalente pour un bien donné, le bonheur ou l'utilité que procurerait ce bien ne seraient jamais le même. Par exemple, un kilo de riz n'apporte pas la même satisfaction à deux pauvres ayant les mêmes fonctions de demande, mais dont le premier, atteint d'une parasitose, préfère deux kilos de riz, alors que l'autre se satisfait d'un kilo. Sen conclut (p. 112):

«Rien, dans la méthodologie de l'analyse de la demande, y compris la théorie de la préférence révélée, ne permet d'établir des comparaisons interpersonnelles d'utilités ou de bien-être à partir des choix observés et donc, à partir des comparaisons par les revenus réels.»

Le PIB est démolé dans ses fondements les plus profonds. Cependant, il suffit d'entendre à la radio l'enthousiasme des commentateurs économiques pour se rendre compte que non seulement cet indice est bien vivant, mais que sa valeur elle-même présente dans notre société un certain rapport avec les conditions réelles de vie des gens. Cet indice a donc une certaine pertinence *pour le marché* et ses impacts sociaux (emploi, capitaux, revenus), *dans une économie de marché*.

Il s'agit d'un indice synthétique, puisqu'à la base, il intègre des éléments très disparates reflétés par les préférences *marchandes* des individus: achats, vente de sa force de travail etc.

Malgré les bons services rendus par le PIB dans le passé, on s'accorde à reconnaître les défaillances du système actuel de comptabilité nationale (Faucheux et Noël, 1995, 264), notamment, pour ce qui concerne l'environnement:

-les dépenses défensives, consacrées à la restauration de l'environnement, sont assimilées à une élévation du PIB ;

- l'épuisement des ressources naturelles n'est pas enregistré convenablement;
- il ne tient pas compte des dégradations environnementales.

Et pour ce qui est de l'utilisation du produit national comme baromètre du progrès social (Vandermottent et Marissal, 1998):

- il ignore la richesse des liens affectifs, et la jouissance de ce qui n'est pas marchandise;
- il oublie que le capitalisme «a pu en d'autres temps s'appuyer sur des valeurs puritaines d'austérité, d'épargne et d'abstinence»;
- il ignore que la croissance puisse se faire au détriment de la qualité de vie des autres;
- il ignore que les rapports marchands se sont souvent imposés, «non par l'évidence de leurs charmes, mais par la contrainte voire par la plus extrême violence, par l'assujettissement à l'impôt, à la rente ou par la mise forcée au travail»;
- il oublie «que des formations communautaires aient pu résister parfois très vigoureusement à leur dissolution par les rapports marchands»

Ces critiques acceptées par les économistes néoclassiques les ont menés à chercher à ajuster le PIB.

Les comptes nationaux étendus

Parmi les initiatives ayant pour principe de présenter un PIB ajusté, citons:

Le Green Accounts System of Integrated Environmental and Economic Accounts (SEEA) des Nations unies, qui offre un canevas pour les comptes de l'environnement, en terme monétaire. Le principal apport du SEEA a été de donner naissance aux comptes satellites, en termes physiques, décrits plus loin.

L'Adjusted Net Savings de la Banque mondiale (World Bank, 2003, p. 17), qui calcule le changement de richesse totale en déduisant l'épuisement des ressources et les dommages environnementaux[158]. La *croissance du capital total*[159] et les indicateurs dérivés (indicateur Z de Pearce et Atkinson, 1993, l'épargne véritable ou genuine savings de Hamilton et O'Connor, 1994) partent du même principe de soutenabilité faible, qui suppose une substituabilité parfaite entre différents types de capitaux, et qu'ils soient commensurables (Faucheux et Noël, 1995, p.256). Pour que le développement soit durable, il suffirait que la croissance du capital total soit plus grande ou égale à zéro.

Le Genuine Progress Indicator (GPI), et l'*Index of Sustainable Economic Welfare* (ISEW), développés par le Royaume Uni et d'autres pays (Daly et Cobb 1989, 1994; Stockhammer, Hochreiter et al. 1997; Hamilton 1999; Neumayer 2000). Il s'agit d'un calcul ajusté du PIB reflétant les pertes de bien-être dues à des facteurs environnementaux et sociaux. Les services non monétaires comme le travail au foyer y sont ajoutés, tandis que les dépenses défensives en sont retranchées. L'ISEW inclut également une pondération liée aux inégalités de revenus dans les pays considérés (Zaccà, 2002).

Mentionnons encore le *Sustainable net benefit index* (Lawn and Sanders 1999), le *Net national product* (Adger and Grohs 1994), le *Sustainable national income index* (Gerlagh, Dellink et al. 2002), et *l'Index of Captured Ecosystem Value* (Gustavson, Longeran et al. 2002).

Ces comptes nationaux étendus relèvent tous des indicateurs de «soutenabilité faible», c'est-à-dire qu'ils découlent de la théorie néoclassique dont ils épousent une ou plusieurs hypothèses fondamentales, notamment la mesurabilité, la possibilité d'estimer et d'internaliser les coûts externes, la substituabilité parfaite des facteurs de production, et en particulier du capital naturel avec le capital économique et humain.

Faucheux et Noël (1995, 241-277) en exposent les principales théories et en montrent les limites pratiquement insurmontables en raison de contradictions internes externes à la doctrine. Une des difficultés vient du caractère irréversible de phénomènes naturels, de l'incertitude, du paradoxe de la croissance démographique [160] etc. Ces approches de soutenabilité faible peuvent servir dans certains cas bien particuliers (par exemple pour des ressources naturelles abondantes faisant partie du marché, comme le Fer ou le Cuivre) [161], mais certainement pas dans le cas général et encore moins pour parler de durabilité autre que purement économique (et encore). A la division des comptes nationaux d'Eurostat (comptes économiques de l'environnement et comptes sociaux), l'idée d'un PIB vert ou «social» a été pratiquement abandonnée, n'ayant pas passé le cap de la confrontation avec les statisticiens des Etats membres [162]. L'approche des «comptes satellites» développée ci-dessous est par contre en plein essor.

Les systèmes de comptabilité environnementale et sociale

Devant les difficultés à donner une valeur monétaire aux données environnementales ou sociales, le parti est de plus en plus de donner la préférence à des comptes en unités physiques, mais couplés suivant les mêmes rubriques économiques que les comptes nationaux de manière à pouvoir élaborer des bilans input-output et de faire tourner des modèles d'estimation des impacts directs et indirects de changements de structure économique par exemple. Cette approche qui refuse le mélange des genres mais ne l'empêche pas dans un second temps, assure cependant la mise en concordance de données économiques, environnementales ou sociales, ainsi que les liens avec le monde extérieur (autres pays). Une fois les données environnementales, sociales et économiques réparties par acteur (secteurs économiques, ménages, administration, reste du monde), il devient possible d'analyser en parallèle les performances des acteurs individuellement ou globalement. Un tableau de bord par acteur devient possible, quelle que soit la méthode d'agrégation (ou non) retenue. Ces comptes présentés en parallèle et dans

différentes unités permettent de calculer des indicateurs d'intensité (pollution par PIB par exemple), ou de dématérialisation de la production (voir Van Den Berghe et De Villers, 2001).

Ils sont appelés *comptes satellites* dans la mesure où ils ne sont pas intégrés à la comptabilité nationale proprement dite (qui ne se relève qu'en unités monétaires). De cette manière, la comptabilité reste cohérente du point de vue de la sphère marchande, mais la prise en compte des impacts non économiques devient possible sans nécessairement tomber dans le réductionnisme de l'internalisation .

On relèvera notamment dans cette catégorie les travaux d'Eurostat inspirés du NAMEA hollandais (National accounting matrixes including environmental accounts) dont on commence à trouver des exemples pour la Belgique (Van Den Berghe et Steyaert, 1999, Vandille et Van Zeebroeck, 2003).

Les comptes sociaux SAM (social accounting matrixes) font l'équivalent pour des données sociales comme l'emploi et les bilans sociaux (voir INS, 2000, Fagnoul et Termote, 2002, Eurostat, 2003, Termote et al, 2003).

Certains comptes en unités monétaires relèvent également de cette catégorie dans la mesure où ils concernent des dépenses «défensives» donc ne produisant pas nécessairement de la croissance au sens économique. Citons les comptes de dépense pour la protection de l'environnement (voir Kestemont, 1999a, Eurostat, 2001, Lannoye et Vandille, 2002, Eurostat, 2002). Ils commencent à être mis en œuvre par plusieurs pays dans le cadre du programme SERIEE (système européen de rassemblement de l'information économique sur l'environnement) dont la caractéristique est de poursuivre les dépenses du financeur au «producteur de services environnementaux» (voir Eurostat, 1994).

Enfin, les comptes satellites se développent dans tous les domaines où il est nécessaire de voir la relation entre différentes «sphères» et la sphère économique, comme par exemple les rapports entre agriculture et environnement (voir Verhaegen et al, 2002), le compte des déchets, les comptes énergétiques, le compte des taxes environnementales (voir Kestemont, 1999b).

Dans le cadre environnemental, on peut distinguer (Eurostat, 2003c, 2003f) [\[163\]](#):

-Les comptes d'actifs ou de patrimoines («assets»)

-forêts

-compte des ressources naturelles pour les forêts (Eurostat, 1999a, b);

-compte pour la fonction récréative et environnementale des forêts*
(Eurostat, 2003d)

-compte du bois d'œuvre des forêts (ibidem, utile pour les bilans de

carbone)**-Gisements****-compte des actifs de sous-sol (Eurostat, 1999)****-pétrole et gaz (Eurostat, 2002b) [\[164\]](#)****-poissons, ressources halieutiques* *****-terrains (utilisation et occupation du sol***)****-sols** (intensité d'occupation, morcellement, perméabilité, érosion, pollution etc.)****-écosystèmes*****-biodiversité****-eau (ONU/Eurostat)****-quantité d'eau* *****-qualité de l'eau*******-Les comptes de flux****-compte d'émissions atmosphériques NAMEA -air (voir Eurostat, 2001b)****-comptes de l'énergie NAMEA****-eau NAMEA (voir Eurostat, 2003e)****-flux d'eau (extraction, achat et vente, rejets, flux naturels)****-compte des émissions dans l'eau*******-déchets** NAMEA (voir Union européenne 2003)****-compte des matières premières****-comptes de flux de matière dans l'ensemble de l'économie****-besoins matériels totaux de l'économie [\[165\]](#)****-flux des matières premières*******-tableaux input/output de matières****-output****-comptes des substances spécifiques (C, N, P, produits chimiques toxiques)*****-pêche* *****-comptes de l'agriculture [\[166\]](#) (voir Verhaegen et al, 2002)****-comptes économiques de l'environnement****-compte des dépenses environnementales****-éco-industries****-dépenses liées aux catastrophes naturelles et technologiques*****-dépenses de gestion des ressources****-eau* *****-autres dépenses de gestion des ressources*****-fiscalité environnementale****-instruments économiques****-subventions* *****-autorisations)***

Malgré l'intérêt générique de ces travaux comme soubassement d'indices éventuels, nous ne nous y attarderons pas dans la mesure où ils constituent une sorte de présentation améliorée des listes d'indicateurs.

Les comptes biophysiques

L'Ecological Footprint (EF, empreinte écologique) du Fonds Mondial pour la Nature (WWF) est un représentant populaire de cette catégorie[167]. Il mesure la surface productive de sol et d'océan nécessaire pour produire de la nourriture, des fibres, et de l'énergie (sous une forme renouvelable) pour supporter la consommation de chaque pays , région ou individu. Nous en reparlerons plus loin.

Les indices à poids égaux

Le Living Planet Index (LPI, indice de la planète vivante) du WWF évalue les populations d'espèces animales dans les forêts, l'eau douce et l'environnement marin.

L'Environmental Sustainability Index (ESI), promu par le Forum économique mondial (WEF) est un index agrégé portant sur 22 facteurs majeurs qui contribuent à la soutenabilité environnementale. Nous analyserons cet indice plus avant.

L'Human development index (indice de développement humain) (UNDP, 1999, Neumayer 2001) est soi-disant basé sur la notion de libertés totales (économiques et sociales) et de droits humains fondamentaux. Il n'inclut pas encore de considérations environnementales. Notons que le social y est cependant principalement considéré d'un point de vue économique: l'indice se base sur le produit monétaire et sur le capital humain en tant que facteur de production: espérance de vie et niveau d'alphabétisation des adultes. L'IDH est assez fort corrélé avec le PIB par habitant, surtout dans les pays ayant les plus bas revenus (Vandermotten et Marissal, 1998, p. 44).

Les indices à poids inégaux

Les *Environmental Pressure Indexes* (Indices de pression environnementale) sont notamment développés par les Pays-Bas et l'UE (Eurostat). Il s'agit d'un jeu d'indices agrégés pour des pressions environnementales spécifiques comme l'acidification ou les émissions de gaz à effet de serre.

Mentionnons également le *Pollution index* (Khanna 2000), *l'Unified global warming index* (Fearnside 2002), *l'indice biologique global* et *l'indice de qualité physico-chimique* de l'eau (DGRNE, 1986-1992), et par exemple *l'indice de qualité de l'air* (CELINE, 2003).

The Well-being of Nations (Bien-être des nations), de Prescott Allen, est un jeu d'indices qui capturent des éléments de bien-être humain et de bien-être des écosystèmes et les combine pour construire des baromètres de durabilité.

Le problème de pondération

Le PIB est, comme tous les indices, une somme *pondérée*. Nous avons déjà vu que dans le chef même d'un individu, il y a une pondération implicite, impossible à connaître, de différents facteurs rationnels («utiles») ou irrationnels, conscients (calculés) ou inconscients, s'exprimant vaguement par des préférences d'achat ou de vente. Nous avons vu que cette «pondération» menait à une mesure, une courbe de demande, ne reflétant pas nécessairement le bien-être de l'individu. Il s'agit donc d'un indice biaisé du bien-être car il ne reflète que notre comportement marchand. De plus, il est auto corrélatif puisque le statut est en partie déterminé par le revenu lui-même (Bill Gates «pèse» plus lourd qu'un clochard), et relatif par rapport aux autres et soi-même (nécessité d'améliorer sa situation, aussi bonne soit-elle).

Du point de vue individuel, cette pondération implicite ne nous permet déjà pas d'évoluer vers un comportement conforme au développement durable, notamment en raison de nos pulsions «irrationnelles». Le rapport entre argent et bonheur est questionné par des proverbes, des remises en cause, des discussions de trottoir etc.

Mais d'un point de vue social, une autre pondération implicite, de taille celle-là, intervient: celle du pouvoir d'achat.

Les courbes d'offre et de demande, qui fixent les prix, ne sont pas la résultantes de la somme démocratique des fonctions de préférences individuelles, mais le résultat de sommes pondérées par le pouvoir d'achat et *par la richesse* de chacun.

Le PIB appliqué à un marché fictif composé d'un riche et d'un pauvre mènerait à la conclusion qu'un voyage touristique dans l'espace est plus utile à l'homme que du riz pendant un an.

La libéralisation du commerce en Afrique a pour effet de favoriser les cultures d'exportation (coton, pavot) plutôt que les cultures vivrières essentielles à la survie des gens. La libéralisation en Guinée-Bissau a entraîné un transfert manifeste de force de travail *au profit des riches* (coopérants, bourgeois) et au *détriment des pauvres*. Suivant le PIB, il vaut mieux que des paysans pauvres abandonnent leur champs pour travailler comme domestique chez un riche commerçant pendant que leurs enfants confectionnent des tapis pour l'Europe, que l'Etat vende du pétrole pour faire fonctionner le jet privé qui permette à ce commerçant d'aller placer ses revenus dans une banque suisse. Plutôt que de vivre en autarcie comme ses ancêtres l'ont fait.

La privatisation des services publics mène à la seule force de décision du marché .
Même si l'on maintenait, malgré ce qui a été dit plus haut, que le marché est ce qu'il y a de plus efficace en termes de résultats agrégatifs, il me semble que la disparité des revenus est en soi une distorsion majeure des règles du marché, dans la mesure où il ne permet pas à chaque acteur d'exprimer ses préférences avec le même poids .

Cette seule constatation devrait selon moi suffire à retirer toute prétention éthique des néoclassiques.

Les décisions du marché sont à un dollars une voix: l'équilibre est inévitablement éloigné de l'équité.

Et les générations futures n'y ont rien à dire.

Le problème de pondération est fondamental dans toute construction d'indices, qu'elle soit raisonnée ou implicite (comme le PIB).

«L'examen par le public étant essentiel à toute évaluation sociale (...), il faut s'efforcer de rendre explicite toutes les valeurs implicites, et non les tenir à l'abri de l'examen, au prétexte qu'elles relèvent d'un système de mesure 'déjà établi' et disponible pour la société sans autre forme de procès. Dans la mesure où les économistes, dans leur majorité, ont une préférence marquée pour l'évaluation fondée sur les prix du marché , il est tout aussi important de signaler que, dans une évaluation fondée exclusivement sur l'approche par le revenu réel, on impute un poids direct égal à zéro, à toutes les variables autres que les possessions (en particulier, à des variables aussi décisives que la mortalité, la morbidité, l'éducation, les libertés, et les droits reconnus)» (Sen, 1999, 2003 p.113)

Les critiques portant sur la pondération des indices alternatifs ne doivent en aucun cas justifier le retour au PIB comme échelle de valeur.

Les analyses d'éco-efficience

Les *Resource Flows* (flux de ressources) (Matthews et al., 2000) du World Resources Institute, étudie le Flux matériel total (TMF) qui sous-tend les processus économiques.

CHAPITRE II. CRITIQUES COMMUNES A LA PLUPART DES ESSAIS D'INDICATEURS DE DEVELOPPEMENT DURABLE

Introduction

Chacune des tentatives de mesurer le développement a des avantages et des inconvénients. Sans prétendre à l'exhaustivité, il nous a semblé utile d'attirer l'attention sur quelques présupposés communs à la plupart d'entre eux, et qui, ne correspondant pas à la réalité, sont susceptible d'introduire des biais importants dans les informations que l'on peut en tirer.

Nous nous pencherons successivement sur la non linéarité des préférences , et sur les problèmes de responsabilité . Ces deux notions se rapportent à la subjectivité, notion délicate à modéliser s'il en est, mais qui risque de perdre son sens fondamental si elle est implicitement incluse dans des modèles trop réductionnistes.

Les préférences ne sont pas linéaires

Ce qui frappe dans beaucoup d'indices et indicateurs (à l'exception notoire des indicateurs néoclassiques faisant appel à des élasticités non linéaires), c'est l'hypothèse de linéarité des préférences .

Un indicateur devrait être maximisé ou minimisé pour tendre vers le développement durable .

Par exemple, pour les émissions de CO2 par habitant, on jugera «mauvaise» la performance des USA et «bonne» la performance de la Guinée Bissau.

Cette approche mène à une double erreur. D'une part, un pays sous développé sera jugé positivement par rapport au développement durable , alors qu'il a une marge de développement non utilisée.

En réalité, il existe, pour chaque paramètre, un ou plusieurs optimum, ou pas d'optimum, et la fonction qui détermine cet optimum est rarement linéaire. Il ne suffit pas de maximiser ou de minimiser ce paramètre pour obtenir le développement durable , mais de trouver un optimum. Le processus de participation et de négociation tend à trouver cette situation de compromis. Les indicateurs devraient logiquement refléter cette subtilité.

Prenons l'exemple les émissions de CO2 .

Beaucoup d'indices partent du principe que moins un pays émet du CO2 , mieux ça vaut.

Ce raisonnement n'est cependant valable que pour les émissions élevées. Pour des émissions faibles et d'un point de vue individuel, il serait absurde d'indiquer à la Guinée Bissau qu'elle s'écarte du développement durable si ses émissions de CO2 augmentent. D'une part, il y a une marge d'émissions «renouvelables», càd en

dessous desquelles le processus naturel local suffit à dégrader le CO₂ émis. D'autre part, d'un point de vue mondial d'équité, on peut considérer que les pays doivent se partager des «quotas d'émissions» de manière à ce que dans l'ensemble, l'émission globale ne dépasse pas un certain seuil.

Les accords de Kyoto tiennent compte de ce principe de droit des PVD à se développer et augmenter leurs émissions de CO₂ .

Les indices de durabilité environnementale n'en tiennent généralement pas compte, à l'exception notable de l'ESI .

Un indice de développement durable doit donc prendre en compte la non linéarité éventuelle des préférences .

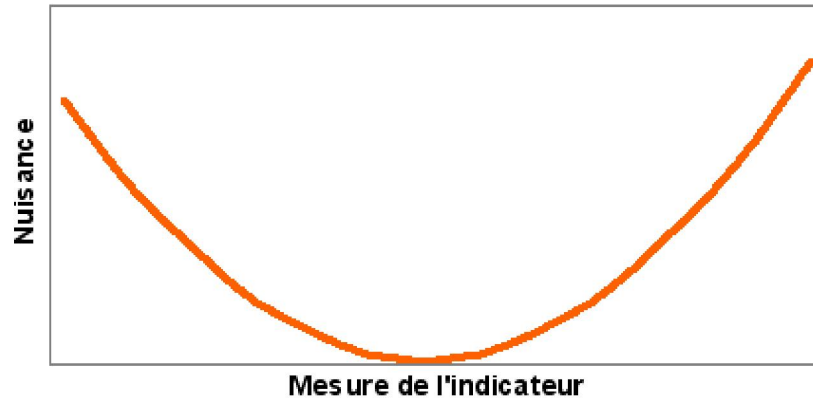
En recherche opérationnelle (aide à la décision), certains programmes, comme Prométhee, permettent de déterminer la courbe de préférence qui convient le mieux pour chaque paramètre (Vincke, 1995).

De même, sur base des législations déterminant des seuils de concentration admissible de polluants dans l'environnement, ou par exemple des seuils de biodiversité (population minimale pour qu'une espèce survive), on peut déterminer des courbes non linéaires de préférence, dont voici quelques exemples ci-dessous. L'abscisse représente le paramètre, l'ordonnée la nuisance (inverse de la préférence).

Nuisance qui croît de manière exponentielle avec la valeur du paramètre.



Nuisance qui évolue de manière parabolique avec la valeur du paramètre

**Nuisance avec seuil minimal et seuil maximal**

La nuisance peut être exponentielle de la concentration d'un produit toxique rémanent dans l'environnement: moins il y en a, mieux ça vaut. Elle peut suivre une loi parabolique ou équivalente, par exemple pour la concentration de CO₂ (un déficit de CO₂ nuit à la végétation et provoquerait un refroidissement climatique, un excès provoque un réchauffement climatique). Elle peut suivre une loi plus complexe avec un seuil minimum et un seuil maximum, comme pour la population d'éléphants: trop petite, l'espèce est menacée, trop grande, l'espèce devient nuisible. Enfin, elle dépend souvent de facteurs complexes comme l'interaction avec d'autres nuisances ou la sensibilité du récepteur.

L'hypothèse de linéarité peut s'avérer suffisante en première approximation si l'on se situe à un point ou l'autre de la courbe. Par exemple, du point de vue global, on est suffisamment éloigné de l'optimum de CO₂ pour déclarer qu'il faut en réduire globalement les émissions. De même, il faut augmenter la population de Pandas, tandis que la population de triton alpestre (espèce courante en Europe) est, d'un point de vue global, parfaitement indifférente au développement durable. Ce qui n'empêche pas un groupe local de pouvoir protéger le triton alpestre sur son territoire si celui-ci y est menacé.

Ce dernier exemple montre que l'hypothèse de non linéarité pour tout indicateur permet une généralisation des indices qui en tiennent compte. La linéarité, souvent

choisie par défaut, représente un cas particulier compatible avec une théorie générale englobant la non linéarité.

Problèmes de responsabilité et d'affectation

La notion d'externalité laisse implicitement sous-entendre qu'une sphère est «responsable» de ce qu'elle dégage vers d'autres sphères. Par exemple, si la sphère considérée est un pays, celui-ci sera responsable de ses «externalités» vers le reste du monde. Ce point de vue est retenu en première analyse dans la plupart des études, par exemple, des pollutions transfrontières. Il s'agit d'un principe juridique fondamental en droit international. Chaque pays est sensé ne pas «déborder» sur ses voisins.

Cette première approche de la responsabilité est une approche géographique: l'externalité est affectée au lieu et au moment de son apparition.

Mais cette question pose des problèmes philosophiques. Si le coupable et la victime d'une pollution transfrontière sont bien identifiables, rien n'empêche en effet de se poser la question: «à qui profite le crime?», et de reporter la responsabilité sur le pays consommateur final qui «profite» de cette pollution à bon compte, et sur les intermédiaires (commerçants ou pays à la législation laxiste). En y mettant un jugement de valeur ou dans un cadre régulé on pourrait parler de recel de pollution[168].

Revenons à une simple relation d'échange entre deux individus sur un marché.

Par définition de l'échange marchand, cette relation peut être qualifiée de donnant-donnant. Une fois le prix fixé, chacun y trouve son intérêt. La relation est supposée équitable[169]. Les bénéfices sont partagés. Si maintenant cette transaction s'accompagne d'externalités sous forme de pollution, la responsabilité de ces «effets indésirables» ne devrait-elle pas également être partagée? Entre un producteur de bien et son consommateur, est-il juste de considérer le seul producteur comme responsable de la pollution? Ou doit-on partager la responsabilité de manière égale entre les deux protagonistes, puisqu'ils s'en sont partagé le bénéfice. On rétorquera évidemment que le consommateur n'est pas en mesure de contrôler la chaîne de production de ce qu'il achète, contrairement au producteur, mais il semble que l'on évolue progressivement vers la coresponsabilisation.

Cette question pouvait relever de la simple philosophie jusqu'au moment où elle a eu des impacts opérationnels. En effet, l'élévation progressive des normes peut encourager des entreprises à délocaliser leur production vers des pays où les normes sont moins contraignantes. Cet argument est d'actualité dans l'accord de Kyoto, puisque seuls les pays de son annexe I font l'objet de restrictions d'émissions, ce qui

peut encourager une délocalisation des productions et des émissions vers des pays de l'annexe II, alors même que ces pays sont moins performants sur le plan environnemental (Ahmad et Wyckoff, 2003, p. 11). Ceci vaut également pour les normes sociales (travail des enfants), économiques etc. Le problème de disparité de normes s'accroît avec la libéralisation du commerce. En l'absence de réglementation internationale, la seule libéralisation économique mène au dumping social et environnemental [\[170\]](#).

Des auteurs ont donc pris le contre-pied de la position classique, en analysant la responsabilité du consommateur [\[171\]](#). C'est l'approche consommateur. Cette démarche a notamment été défendue par les Amis de la Terre et les précurseurs de l'écologie politique comme Illich, Schumacher ou René Dumont (Zaccaï, 2002). Elle s'appuie sur des formules comme «le cinquième le plus riche de la population mondiale consomme actuellement 90% des biens et services produits» (BfP, 2003, p.4) et fait référence à la notion d'équité. Elle entraîne par exemple le paiement des sacs poubelle par les ménages. Elle a aussi donné naissance aux concepts comme l'empreinte écologique : combien de terres faudrait-il si tout le monde avait le même train de vie que les occidentaux?

Si l'on considère au contraire que c'est le producteur individuel (l'entreprise) qui est responsable de ce qu'il advient de son produit, comme la tendance se dessine progressivement au niveau légal (par exemple en instaurant une obligation de reprise comme dans le système Recupel pour l'électroménager, ou des obligations de recyclage comme dans le système des points verts liés aux écotaxes (FostPlus et Val-I-Pac en Belgique). C'est l'approche producteur, qui n'est pas encore fort développée en statistique, mais qui n'est pas fort éloignée en pratique de l'approche géographique. Cette approche prévaut dans les comptes environnementaux, où les émissions sont attribuées aux acteurs qui créent la valeur ajoutée (Vandille et Van Zeebroeck, 2003b).

Après avoir considéré le point de vue du producteur et du consommateur , on pourrait analyser le problème d'une quatrième manière: se concentrer sur le produit échangé, comme le faisait l'économie en déterminant son prix. A sa valeur intrinsèque (valeur d'usage par exemple), on pourrait ajouter les externalités liées à l'existence de ce produit, de sa production à sa «fin de vie». Le produit lui-même serait alors porteur de l'ensemble de ses impacts agrégés (Zaccaï, 2002). Cette conception fait appel à l'analyse du cycle de vie (LCA, life cycle assesment). Son but premier est de pouvoir sélectionner les produits globalement les moins polluants.

L'intérêt de cette approche produit est aussi statistique. Le produit étant séparé de ses protagonistes, il devient possible d'en suivre la trace sur base des statistiques existantes (imports/export et production), pour en fin de compte attribuer la «responsabilité » au producteur , au consommateur ou aux deux, ou au produit

lui-même [172], [173].

Cette approche a donné naissance, dans la sphère environnementale aux études d'émissions intégrées (embodied emissions) dans l'échange de produits.

Les répercussions de ces choix de responsabilité sont susceptibles de changer les indicateurs correspondants du tout au tout. En effet, la chaîne des producteurs et consommateurs ne se limite pas à deux protagonistes. Prenons le cas de ressources naturelles extraites d'un désert saoudien (OPEP), utilisées en Belgique pour produire une voiture, elle-même utilisée en Belgique avant de retourner dans un pays de l'OPEP sous forme de voiture d'occasion avant de retourner à l'environnement sous forme de déchet. A l'extraction, le pétrole pollue très peu. Mais du point de vue «consommation de ressources naturelles», l'OPEP sera pénalisée, puisque c'est elle qui a extrait la ressource de l'environnement pour la faire entrer dans la sphère marchande. Le transport entre les deux pays sera par contre attribué au «reste du monde ». L'utilisation de la voiture entraînera des émissions localisées en France, de même que l'élimination de l'engin en fin de vie.

Attribution des impacts environnementaux d'une voiture entre un pays fournisseur de matière première (Afrique), un pays constructeur (Belgique), un pays consommateur (France) et le reste du monde M suivant la méthode de référence (approche géographique)

	Afrique	Belgique	France	Reste du monde
Extraction	x			
Transport				x
Production d'une voiture		x		
Transport				x
Utilisation de la voiture			x	
Déchet			x	

Remarquons que dans l'approche géographique, on sous-estime la responsabilité des pays puisque la part des transports internationaux n'est en pratique affectée à aucun pays (et ne se retrouve que dans le bilan global).

Une approche «producteur » partagerait les impacts (y compris les transports) entre l'Afrique et la Belgique .

Une approche «consommateur » répartirait les impacts entre la Belgique et la

France.

Ce type d'analyse utilise en fait des outils semblables aux matrices input/output familiers en planification économique pour estimer les impacts économiques directs ou indirects, aussi bien en termes économiques que par exemple en termes d'emploi ou d'environnement («comptes satellites», NAMEA etc).

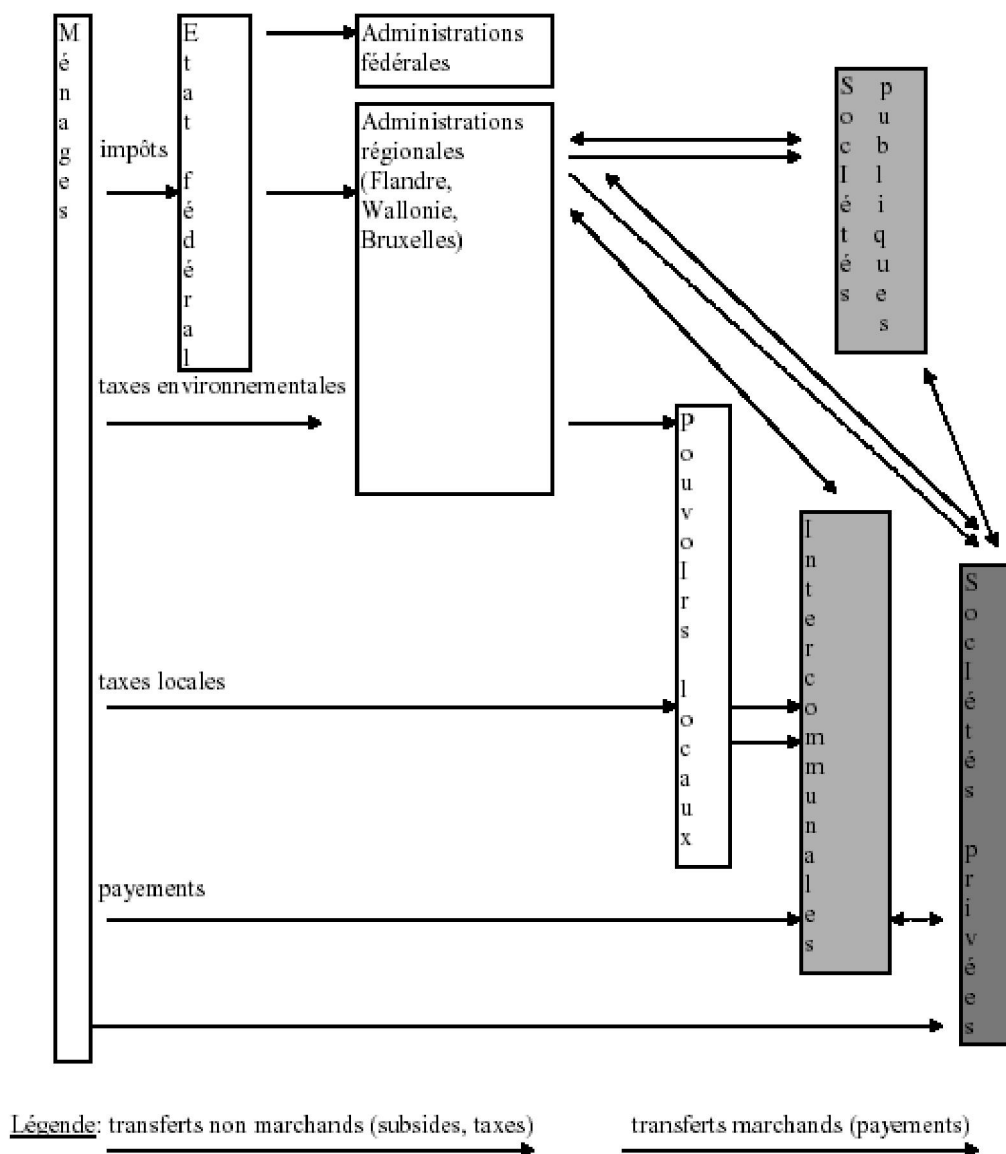
Le même problème apparaît au sein d'un pays , quand il s'agit par exemple de répartir les émissions entre secteurs. L'existence de secteurs intermédiaire dans les circuits de production oblige à des choix d'affectation des émissions qui vont varier suivant les approches. Suivant l'approche standard (géographique) le secteur de l'électricité peut par exemple être responsable d'émissions importantes dans des pays qui produisent leur électricité à partir de combustibles fossiles (plus de 70% des émissions de SO₂ au Royaume-Uni fin des années 80, d'après LRC, 1993, près de 60% des émissions de SO₂ aux Pays-Bas en 1981 d'après Hecq et Kestemont, 1990). La responsabilité apparente des entreprises et des ménages utilisant de l'électricité s'en trouve bien entendu diminuée d'autant (les ménages émettaient moins de 10% du SO₂ aux Pays-Bas en 1981). Si l'on prend un polluant industriel, comme les déchets nucléaires, l'approche «producteur » affecte l'entièreté de cette pollution aux centrales nucléaires et aux hôpitaux, alors que l'approche «consommateur » les affecte entièrement aux ménages. On voit dans ces exemples que le concept de responsabilité a autant sinon plus d'impact sur la structure des indicateurs au sein d'un pays qu'entre pays.

De manière générale, plus le degré de spécialisation de l'économie sera élevé, plus la différence entre l'approche «consommateur » et l'approche «producteur » sera grande.

La convention statistique utilisée a donc beaucoup d'importance sur les résultats.

Le même problème s'est posé à Eurostat dans le cadre de l'analyse des dépenses environnementales des entreprises (système SERIEE). A qui attribuer en effet la responsabilité d'une dépense de protection de l'environnement, quand on sait qu'une grande partie de ces dépenses proviennent de subsides ou ont été effectuées pour répondre à la volonté du législateur. La figure ci-dessous montre les flux d'argent destiné à financer des activités de protection de l'environnement mises en œuvre au niveau des sociétés publiques ou privées.

Le graphe suivant identifie les *principaux* flux financiers pour les dépenses de lutte contre la pollution.



Les ménages paient leurs impôts généraux à l'Etat fédéral. Celui-ci répartit le budget entre lui-même et les 3 gouvernements régionaux. Ces derniers affectent une partie de leur budget à leur Ministère et administration de l'environnement. A partir de ce niveau de pouvoir, qui doit être considéré comme l'administration centrale, les financements suivent des voies variées. Des fonds spéciaux sont constitués au sein de l'administration pour récolter des taxes spécifiques et redistribuer l'ensemble du budget sous forme de production ou de subsidés. Une partie des subsidés vont aux administrations des pouvoirs locaux, une autre partie supporte des sociétés publiques ou privées.

Source : Kestemont, 1999a.

L'attribution de la responsabilité finale d'une pollution, suivant le principe du «pollueur-payeur» aura bien entendu des impacts sur les flux financiers nécessaires à payer la protection de l'environnement: on peut considérer que c'est la victime qui doit payer, comme c'était le cas implicitement quand l'Etat se chargeait de réparer les pots cassés. On peut au contraire appliquer le principe du «pollueur-payeur» et faire payer les entreprises, en espérant ainsi indirectement faire payer les consommateurs.

Mais la discussion ne s'arrête pas là. Qui est responsable de la pollution engendrée

par le produit en fin de vie? La législation a de plus en plus tendance à faire porter la responsabilité d'un produit en fin de vie sur le producteur initial, déresponsabilisant en quelque sorte le consommateur ingénu. Lors des discussions entre instituts statistiques, certains voulaient inclure comme «dépenses des entreprises» les dépenses destinées à réduire l'impact des produits en fin de vie, puisque la responsabilité leur incombait *in fine*. Après de longues discussions, la Commission a finalement décidé que seules les dépenses destinées à réduire les émissions de l'activité de l'entreprise devaient être affectées statistiquement à cette entreprise (Eurostat, 2003), suivant la bonne vieille méthode «géographique», donc à l'exclusion des approches «produits» qui n'apparaissaient plus dans aucune dépense «environnementale», ni celles de l'Etat, ni celle des entreprises ni celles des ménages. Cette décision était en fait dominée par des problèmes de cohérence méthodologique de la statistique globale qui en résulterait.

Cette discussion montre l'importance politique et aussi statistique de la détermination des «responsabilités». Les choix retenus ont des impacts déterminants sur les indicateurs publiés.

Responsabilités en horizons successifs

Le problème de responsabilité décrit ci-dessus se heurte en outre à des difficultés de choix de l'horizon de mesure: où s'arrête la chaîne des responsabilités? Il s'agit une fois encore d'un problème de modélisation.

On peut représenter ces responsabilités sous forme d'une relation en chaîne de causes à effets.

En appliquant le raisonnement sur les responsabilités à des cas réels, on se rend rapidement compte que généralement, de multiples causes ont de multiples effets. Sans compter qu'une dimension temporelle peut s'y ajouter, notamment pour les investissements ou les impacts à long terme.

Une seule cause, comme un accident nucléaire, a une infinité d'impacts potentiels. Ces impacts peuvent avoir une importance ponctuelle ou agrégative. Un impact ponctuel important est illustré par le cœur de la centrale, où tout est détruit. L'impact diffus est localement moins important, mais c'est son extension qui en fait la gravité. Plus on s'éloigne de la source du problème, plus l'impact peut être considéré comme «négligeable» localement, ce qui ne veut pas nécessairement dire qu'il est négligeable globalement. Le même raisonnement tient pour les impacts (agrégatifs ou «ponctuels») dans le temps .

Inversement, des causes diffuses peuvent se renforcer mutuellement pour avoir un impact local significatif. Ici aussi, le temps n'y change rien: un litre de pétrole,

résultat d'une longue transformation, est brûlé en quelques minutes; l'accumulation d'une série de contraintes peut mener subitement à l'accident.

Au total, de multiples causes ont de multiples effets.

C'est vrai pour l'économique, le social, l'environnemental, l'espace, le temps et leurs interrelations sous forme d'externalités, dans des enchevêtrements complexes à horizons successifs de plus en plus lointains.

En raison des difficultés de modélisation et d'analyse de tels systèmes, mais aussi des difficultés de compréhension des «décideurs ou juges» moyens, il est impossible de publier des chaînes de causalité ou de responsabilités complètes. Il est plus facile de trouver «un» responsable «principal» que de partager les responsabilités dans ses composantes les plus éloignées. La complexité même des chaînes causales nous plonge dans un univers d'incertitude. Plus qu'au scientifique, on doit faire appel à des experts, et souvent à la population.

Toute analyse de responsabilité débouche donc sur un arbitrage. Ce principe est utilisé de manière très pragmatique en droit: la responsabilité «principale» est généralement recherchée: par exemple le chef d'une armée plutôt que les soldats. Si les responsabilités sont généralement partagées entre commanditaires et exécutants, on ne va généralement pas plus loin (la justice ne condamne pas directement le système éducatif qui a «produit» le délinquant, sauf à se retourner contre les parents pour des dommages et intérêts s'il est mineur).

L'analyse du développement durable et en particulier la construction d'indices se trouve également confrontée à ce genre de problématique. Dans certains cas, il suffit de se limiter aux impacts directs et immédiats. Dans d'autres, les responsabilités portent sur des horizons plus lointains et nécessairement plus diffus.

D'un point de vue analytique, la difficulté d'analyse croît de manière exponentielle avec l'éloignement de l'horizon considéré.

De tout ceci, on peut retenir que:

- pour mesurer correctement le développement durable, il faut limiter le moins possible l'horizon de mesure des chaînes de causalité; or
- plus l'horizon de mesure est étendu, plus le système devient complexe, non modélisable, et finalement incommensurable.

Les chaînes de causalité du développement durable sont donc particulièrement sujettes au *paradoxe de l'information* décrit plus loin: on ne peut pas avoir simultanément précision et pertinence. C'est un principe d'incertitude.

Aucun indice ne peut donc représenter avec précision l'ensemble des chaînes de causalité ou de responsabilité pour le développement durable .

Voilà encore un problème majeur pour la construction d'indices de développement durable !

Etude de cas. La crédibilité de l'Environmental Sustainability Index du World Economic Forum: entre perception et réalité [174].

Les rapports sur le développement durable présentés chaque année au World Economic Forum par une équipe de chercheurs américains présentent un classement des pays selon leur «Index de soutenabilité environnementale» (Environmental Sustainability Index» (WEF, 2002). Ce rapport est largement médiatisé, ce qui montre qu'il a rapidement suscité la confiance des media, et probablement du grand public voire de nombreux experts généralistes de l'environnement. A ce titre, il démontre qu'il «y a un marché » pour des indices synthétiques autres que le PIB .

Nous allons démontrer par quelques exemples pour la Belgique que les classements présentés dans ce rapport sont parfois fort fantaisistes. La question est dès lors de savoir par quel processus ce rapport a pu devenir une référence largement reprise par les media. L'impact en tant qu'outil pour susciter des débats est en tout cas incontestable. Un des objectifs de l'indice est donc atteint.

Choix des variables

L'ESI 2002[175] se compose de 5 catégories divisées en 20 indicateurs calculés à partir de 68 variables , ce qui permet de classer 142 pays .

L'ESI approche le développement durable du point de vue de la durabilité environnementale.

La philosophie du choix des variables s'illustre dans le rapport sur l'index pilote de performance environnementale (WEF, 2002b).

Pour les auteurs, l'environnement se résume à quatre indicateurs synthétiques: la qualité de l'air, la qualité de l'eau, le changement climatique et la protection des terres. A part celui du changement climatique, les indicateurs retenus sont relatifs à l'environnement local, tel que perçu directement par la population. Nous ne nous attarderons pas sur ce choix qui ne repose sur aucune bibliographie[176]. On peut supposer qu'il relève des préoccupations de citoyens moyens des pays développés traduites dans les politiques strictement environnementales. La santé des populations (humaines ou animales) ne semble cependant pas avoir été un facteur déterminant dans ce choix: ni ozone atmosphérique, ni dioxines, pas d'autres métaux lourds que le plomb, ni pesticides organochlorés, ni agents infectieux.

Un des critères retenus pour le choix des variables est qu'elles doivent être disponibles pour au moins 20 pays . En pratique, ce critère a en fait été déterminant.

La qualité des données a moins été prise en compte. Pour les praticiens des statistiques internationales, il est cependant évident que les bases de données internationales souffrent chacune d'un manque de comparabilité entre pays , principalement en raison du manque de standardisation des modes de collectes et des concepts, ou du manque de moyen affecté à ces récoltes de données. C'est particulièrement vrai pour des variables environnementales comme par exemple les déchets. L'avantage des publications comparatives est au moins de faire prendre conscience de l'importance de la qualité des données.

Base de comparaison des pays

Pour l'Index pilote de Performance environnementale (WEF, 2002b), les auteurs nous présentent donc finalement 13 variables de base pour expliquer les quatre indicateurs. Cependant, seulement 5 variables couvrent plus de 30 pays . Dans ces conditions, il n'était plus possible de comparer que 13 pays disposant du jeu complet d'indicateurs nécessaires.

Afin d'élargir leur base de comparaison , les auteurs ont cependant sélectionné les 23 pays pour lesquels au moins 3 indicateurs sur 4 étaient calculables.

Méthode d'agrégation d'indicateurs différents

L'ESI entre dans la catégorie des indices à poids égaux. Cependant, une série de biais entraînent une pondération implicite non négligeable (Jha et Murthy, 2003):

- le choix des variables (en majorité des variables socio-économiques pour l'ESI par exemple);
- la relation de causes à effets entre variables [\[177\]](#)
- corrélation significative entre 2/3 des variables
- une classification discutable des variables entre les différents indicateurs intermédiaires;
- introduction de variables «politiquement incorrectes» [\[178\]](#)
- etc

La méthode retenue pour réduire les indicateurs à des entités comparables est de les ramener à des percentiles, autrement dit au classement des pays pour chaque indicateur . Les auteurs écrivent que cette méthode semble «généralement bonne, sauf pour le changement climatique dans certains pays». La différence de classement

a ainsi plus d'impact sur l'indicateur agrégé que l'amplitude des différences entre pays, mais les auteurs affirment que cet effet s'annule quand on agrège plusieurs variables .

Suivant cette méthode, l'intérêt d'un pays est de faire un peu mieux que ses concurrents les plus directs, non pas d'avoir des performances exceptionnelles pour un domaine donné. C'est un peu comme dans un concours, où seule la place compte, non les performances. Pour parfaire son image, un pays a intérêt à ce que ses concurrents aient de mauvaises performances.

Imports/exports de problèmes environnementaux

On peut se demander si la méthode utilisée ci-dessus ne favorise pas une culture de concurrence entre pays . Ce qui nous permet d'attirer l'attention sur une dimension absente dans l'ESI: quel sont les impacts d'un pays à l'extérieur de ses frontières? Pensons à la délocalisation de l'offre de produits (industries polluantes délocalisées dans des PVDs) alors que la demande reste concentrée dans les pays riches.

La méthode favorise les pays riches où le secteur tertiaire est important, ainsi que les pays les plus pauvres (sans production ni consommation). Les pays équipés en industries lourdes et polluantes sont défavorisés, même si cette production répond majoritairement à une demande externe.

L'ESI fait l'hypothèse implicite que c'est l'offre (les industriels), et non la demande (les consommateurs) qui détermine les pressions environnementales. Cette importance donnée aux producteurs dans le processus de développement est cohérente avec la théorie économique néoclassique en faveur aux USA et dans le processus de mondialisation économique.

L'impact environnemental du pouvoir d'achat d'une part, et de la concurrence plutôt que de la coopération, y est sous-estimé.

Méthode d'estimation des changements au cours du temps

L'évolution en valeur absolue d'une variable dans un pays est comparée à l'écart entre la valeur la meilleure pour tous les pays et la valeur la pire. Les auteurs ont choisi cette méthode pour atténuer l'effet d'échelle qui apparaît dans toute mesure de croissance relative.

En fait, la méthode de l'ESI revient à comparer les pays sur base de la variation absolue plutôt que sur base de la variation relative. Or l'évolution de la plupart des paramètres statistiques s'observe plutôt de manière relative qu'absolue: Kyoto a d'ailleurs des exigences relatives.

Par exemple, prenons un pays émettant 8 tonnes de CO₂ par habitant en 1990 et 10 tonnes en 1998, alors que les valeurs extrêmes observées par ailleurs sont de 0 et 30. Le pays aurait un score de -6,7% (-2/30) (WEF, 2002b) contre -25% par la méthode relative (-2/8).

Un pays passant de 20 à 22 sur a même période aurait également un score de -6,7% contre -10% par la méthode relative.

Quelle que soit la méthode (relative ou absolue), les pays où la situation s'améliore seront mieux classés que les pays où la situation s'empire. de ce point de vue, les deux méthodes sont logiques.

Mais pour tous les pays où la situation s'empire, la méthode absolue favorise ceux dont la situation initiale était meilleure. Le principe du «droit des plus pauvres à polluer à leur tour» est retenu. De quoi prévenir les critiques d'un nombre important de pays.

Si maintenant on estime une situation réelle, où tous les pays sont sensés améliorer leur situation, que se passe-t-il? La méthode absolue favorise les pays dont la situation était la pire au départ.

Remarquons que la plupart des indicateurs considérés sont en cours d'amélioration, sauf le CO₂ qui devrait l'être prochainement.

A performance absolue égale, la méthode de l'ESI favorise les pays les plus polluants au départ, ceux précisément où des gains absolus sont les plus faciles à obtenir [\[179\]](#).

L'effet réel de la méthode est de minimiser les obligations morales des pays les plus polluants.

Estimation des données manquantes

L'indicateur manquant pour l'EPI est implicitement une moyenne des 3 autres indicateurs. Un peu comme si on jugeait nos élèves à l'école en faisant la moyenne entre trois cotes à choisir parmi les maths, les sciences, les langues et la gymnastique.

Cela revient par exemple à estimer que la qualité de l'eau est liée à la qualité de l'air, la protection des sols et les émissions de gaz à effet de serre. Or, aucune hypothèse n'est plus hasardeuse. On sait que la qualité de l'eau en Belgique est mauvaise principalement en raison du manque de stations d'épuration jusqu'il y a peu à la sortie des grandes villes. La qualité de l'eau n'a fondamentalement rien à voir avec la

qualité de l'air. Les sources de ces pollutions sont différentes. Et les budgets utilisés pour les réduire se font concurrence. Le rapport le démontre lui-même par ailleurs! Les auteurs auraient pu tirer les conséquences de leurs propres conclusions et au moins éliminer le changement climatique comme base d'estimation de l'indicateur manquant. Mais ils ont préféré utiliser la méthode la plus absurde en estimant un index «environnemental» sur base de trois indicateurs dont l'indicateur de changement climatique.

Ces légèretés méthodologiques en cascade donnent au classement final opéré une crédibilité très relative. Le tout est de savoir si les rares chiffres sur lesquels repose tout cet édifice sont eux-mêmes solides.

Crédibilité des variables de base

L'ESI est basé sur 68 variables dont nous avons vu que les principales d'entre elles ne sont pas disponibles pour tous les pays . Certains pays dont la Belgique ont la chance d'être représentées par un pourcentage élevé de variables (64 sur 68). Il est donc logique que ce pays soit cité dans les conclusions et le communiqué de presse, pour montrer par comparaison avec la Finlande qu'avec un «PIB similaire, deux pays peuvent avoir des performances environnementales opposées» (WEF, 2002).

La qualité des chiffres est cruciale, surtout pour ce qui est des variables «externes» comme la population ou la surface qui interviennent dans plusieurs indicateurs.

Voyons ce qu'il en est de la Belgique . Le country profile nous montre que ce pays fait un score particulièrement mauvais en ce qui concerne la réduction de la pollution atmosphérique. Prenons le cas des émissions de COV par km² de zones habitées par plus de 5 personnes/Km². Cette variable dépend au numérateur de l'émission totale de COV, et au dénominateur de la surface occupée par plus de 5 personnes au Km². Pour les émissions de COV, les chiffres officiels repris indirectement par la plupart des sources font état en 1999 d'une émission de 271 000 tonnes par la Belgique (EMEP, 2002).

A l'échelle de la surface totale du pays , on a 338 hab/Km². Toute la surface du pays peut donc être reprise au dénominateurs. Si on utilisait la surface des terrains bâtis et connexes calculés à partir du cadastre de parcelles de moins de 25 ares (INS, 2002), soient 5442 Km² on obtient un chiffre plus réaliste pour cet indicateur . La source la plus précise pour les chiffres de population par unité de surface est la population par secteur statistique. Ces derniers comportent en moyenne environ 10000 habitants et permettent une analyse très fine de la densité de population en excluant par exemple les parcs publics des analyses en milieu urbain (INS, 2001). Pour tout pays densément peuplé, il y a une corrélation entre échelle de mesure et «surface habitée par plus de 5 personnes/Km²».

De toute évidence (voir tableau ci-dessous), la surface prise en compte par l'ESI est l'ensemble du pays, ce qui favorise la Belgique par rapport à toute méthode plus précise.

variable (Kt/Km2 of populated area)	ESI	INS (30278 Km2)	INS (5442 Km2)
NOXKM	3.43	9.6	53.47
CARSKM	153.24	154.5	859.6
COALKM	9.68	11.22	62.48
VOCKM	9.46	8.95	49.80
SO2KM	21.39	6.18	34.36

On remarquera cependant une erreur possible sur les paramètres NOXKM (en faveur du pays) et SO2KM (en nette défaveur du pays).

Ce simple calcul montre l'extrême sensibilité de l'EPI/ESI à la précision des données.

Les surfaces considérées sont calculées sur base d'une grille de 1° x 1°. Les surfaces correspondantes varient de l'équateur aux pôles. Aux latitudes tempérées, chaque cellule a environ 4000 Km2, soit 1/7è de la Belgique. L'échelle de mesure est donc très grossière et justifie la prise en compte de l'ensemble de la surface du territoire belge.

En fait, l'utilisation d'une grille de 1° x 1° (112 km x 72 km) comme échelle de mesure de surfaces au niveau mondial introduit des distorsions qui limitent la comparaison spatiale des résultats.

Ce dénominateur est cependant plus équitable que la simple prise en compte de la surface totale d'un pays, car il atténue, pour les 5 indicateurs concernés, l'avantage comparatif des pays disposant de vastes surfaces inhabitées (toundras, prairies, forêts ou déserts). Mais les pays nordiques risquent plus de voir leurs surfaces ainsi corrigées que les autres.

Les données du numérateur ne sont également pas correctes. En réutilisant des données plus précises, Smitz et al (2003) obtiennent pour la Belgique et les pays voisins des «différences d'un facteur compris entre 1.2 et 3.4. Ces différences sont aléatoires et ne présentent pas de tendance».

[Qu'en est-il d'autres variables ?](#)

Smitz et al (2003) ont vérifié 24 variables environnementales de l'ESI2002 pour la Belgique . Ils arrivent à la conclusion «qu'1/3 seulement des évaluations des principales variables environnementales peuvent être considérées comme satisfaisantes, 2/3 ne pouvant être considérées comme valides. Les recalculs montrent souvent des différences d'un facteur 2 ou plus».

Si les résultats des émissions atmosphériques classent la Belgique 142^e/142, elle est par contre relativement bien classée pour la qualité de l'air (29^e sur 142). Les chiffres pour le SO₂ et le NO_x ont été inversés dans le tableau de l'ESI, mais sans impact sur le classement (VMM, 2002).

Les chiffres pour la qualité de l'eau sont également très mauvais, la Belgique se classant avant-dernière. Mais il s'avère que les points de mesure utilisés par l'ESI ne sont pas pertinents: sur 10 points de mesure, 5 se situent à l'entrée du territoire et correspondent plus à la qualité de l'eau de l'Etat voisin. 2 stations sont en eau saumâtre, en aval et sont considérées comme de l'eau douce par l'ESI. Un recalcul de cet indicateur montre des modifications allant d'un facteur 1.7 jusqu'à un facteur 6, et ferait monter la Belgique de la 141^e à la 73^e place (Smitz, 2003).

93,9 % de la Belgique serait sous stress hydrique sévère (paramètre 22-WATSTR, severe water availability stress), soit une situation pire que l'Arabie Saoudite. C'est pour le moins étonnant pour qui connaît la Belgique, un pays où non seulement il pleut tout le temps , et où la majorité des équipements hydrauliques sont destinés à évacuer l'eau excédentaire dans les polders, ou aux abords des nombreux cours d'eau. Bruxelles même est construite sur d'anciens marais. Le plus amusant pour cet indicateur , c'est de voir que des pays comme le Sénégal, situés aux frontières du désert, n'auraient que quelques pourcents de leur superficie sous stress hydrique. La raison de ces résultats étonnants tient à la méthode de calcul et aux données utilisées. Les réutilisations successives de l'eau après rejet, comme en particulier l'eau de refroidissement des centrales, sont comptées plusieurs fois, alors que les «réserves» ne le sont qu'une fois et sur base d'une année de grande sécheresse.

Pour les déchets nucléaires (26-NUKE, Radioactive waste), la Belgique , avec une marque de -0,31, serait proche des Pays-Bas, pays non nucléarisé. Or 58% de l'électricité belge est produite par des centrales nucléaires. Il n'est donc pas crédible d'avoir si peu de déchets nucléaires. Le plus étonnant, c'est que dans la source citée, des déchets sont mentionnés pour la Belgique. On peut se demander si les chercheurs n'ont pas inversé des pays en recopiant les données. Le volume de déchets nucléaires conditionnés en Belgique approche les 15000 tonnes en 1999 (INS, 2002). Dans ce cas, l'erreur du rapport est en faveur de la Belgique.

Le pourcentage de population ayant accès à l'eau potable (30-WATSUP - percentage of population with access to drinking water) reprend le chiffre étonnant de 87.99 %

publié par l'UNICEF. La réalité est depuis longtemps 100%. Ici comme pour d'autres variables, l'erreur ne provient sans doute pas des chercheurs mais de la source utilisée.

Impact des erreurs sur le classement

Les erreurs de mesure ont un impact plus ou moins grand sur le classement des pays. Tout dépend si les performances du pays font partie de la masse ou s'il a un score fort différencié. Certaines erreurs méthodologiques (comme la comparaison des évolutions) ont également un impact.

Or les classements des pays, nous l'avons vu, sont bien utiles à la prise de conscience des décideurs et du grand public, dans la mesure où ils suscitent un large écho.

Il faudrait s'assurer de la valeur du classement pour chaque variable avant de faire entrer cette variable dans l'ESI.

Un critère qualitatif de «comparabilité des résultats», sur base de jugement d'experts, devrait entrer en ligne de compte pour la sélection des données de base.

L'ESI a été publié à grand renfort médiatique, malgré l'absence de validation des résultats des classements, des arrondis expéditifs et des erreurs flagrantes.

Pourquoi un tel succès?

Parmi des explications possibles du succès médiatique de l'indice, citons le pouvoir de communication des classements par pays, l'accès du rapport à un forum international largement médiatisé, la disponibilité du rapport sur l'Internet et la crédibilité généralement attribuée à la Science, dont bénéficient indirectement les auteurs de l'étude.

Le succès médiatique et politique de ce rapport pose la question de la perception de la crédibilité d'une information. Le rapport GEO-3 (UNEP, 2002) n'a apparemment pas eu tant de succès, alors qu'il se base sur la contribution de centaines de spécialistes et devrait sans doute jouir d'une plus grande crédibilité scientifique.

Impacts secondaires de l'ESI

Les universités sont de plus en plus utilisées pour donner une crédibilité scientifique à des thèses porteuses d'enjeux politiques. La recherche scientifique perd de sa crédibilité quand elle est trop dépendante financièrement de lobbyings privés ou publics. Le CIESIN est largement financé par le Ministère de la défense des USA. Le

commanditaire de l'étude n'est quant à lui pas neutre et assume heureusement la responsabilité de la publication. Un classement de pays a inévitablement des impacts politiques. Le mauvais classement de la Belgique a eu un impact médiatique important en Belgique (nos performances environnementales sont-elles si mauvaises?). Le classement honorable des USA, pays souvent montré du doigt comme porteur d'un système de développement non durable, reste quant à lui surprenant.

Les USA, modèle économique, seraient-ils un modèle au sens du développement durable ?

Conclusion

Dans les 6 «main findings» du résumé exécutif, seul le sixième «severely limited data constrain our ability to make full use of the EPI as an analytic tool» est correct. Pour cette raison précisément, les autres "findings" , en particulier le deuxième «These performance measures permit unseful inter-country comparisons», sont contredites par une analyse plus poussée des résultats. Cependant, l'ESI est une initiative intéressante qui mériterait d'être agrémentée de chiffres d'une meilleure qualité.

Conclusion sur les indicateurs et indices

Nous avons vu qu'aucun modèle prétendant quantifier le développement durable n'a pour l'instant été suffisamment pris au sérieux par les décideurs pour servir de base à l'orientation de leur politique dans un sens, le développement durable, qui pourtant les intéresse.

Les politiciens se référeront encore toujours aux chiffres de la croissance , à ceux du taux de chômage ou à d'autres statistiques révélant des situations anormales («crises» de la dioxine, des victimes de la canicule etc) pour élaborer des priorités politiques. Il ne viendrait à personne l'idée de faire tout pour «augmenter l'indice ESI du pays ». Et pour cause, la plupart de ces tentatives sont sujettes à caution, comme nous l'avons vu, pour des raisons fondamentales (absence ou obsolescence des théories sous-jacentes) ou pour des raisons de mise en œuvre (qualité ou disponibilité des données).

Il semble que la principale utilité de ces tentatives jusqu'à présent, a été de stimuler le débat sur le développement durable , donc de participer à la «recherche participative» de la définition de ce projet commun.

CHAPITRE III. EXEMPLES DE PRISE EN COMPTE DU «RESTE DU

MONDE»

Introduction

Une des remarques fondamentales des systèmes d'indicateurs du développement durable est leur «autisme» en ce qui concerne, de manière général, «le reste du monde » au sens géographique. Ces initiatives ayant lieu à des niveaux de décision politique , elles sont enfermées dans ces enceintes: une commune cherchera des indicateurs de développement durable «locaux», un pays met au point un système de mesure de «sa» durabilité, l'Union européenne en fait de même à son niveau, l'Agence européenne de l'environnement met au point des indicateurs pertinents au niveau «européen» et les Nations Unies réfléchissent en terme de «pays souverains».

Comme il n'y a pas de gouvernement mondial digne de ce nom, il ne reste que des chercheurs obscurs pour réfléchir, «déconnectés», à la durabilité *au sens global* , celle qui nous intéresse ici.

Il existe cependant dans le cadre multinational quelques indices ou indicateurs réels qui tiennent compte, implicitement ou explicitement, du «reste du monde » sur le plan géographique. Ces tentatives, outre le fait qu'elles résolvent un problème concret et pressant (celui de l'équité avec les générations présentes, et le bon voisinage entre pays), sont susceptibles de servir de point d'appui, d'expérience permettant de dégager plus tard des solutions permettant de prendre en compte toutes les externalités , qu'elles soient spatiales, temporelles ou «inter domaines».

NAMEA et la répartition des émissions suivant les producteurs ou les consommateurs

Le bilan NAMEA permet de répartir les émissions de l'économie suivant le concept de la production. Les émissions sont d'abord connues suivant l'approche standard (géographique), et attribuées aux agents économiques: secteurs économiques, ménages et gouvernement [180]. Appliquées aux résultats des tableaux économiques input/output, elles peuvent ensuite être réparties par consommateur final (voir Vandille et Van Zeebroeck, 2003).

Seule la pollution qui résulte de la production du produit est cependant ici prise en compte pour des raisons méthodologiques (non pas sa pollution résiduelle en tant que déchet). La méthode proposée ne permet donc pas encore de prendre en compte tout l'impact d'un produit le long de son cycle de vie, mais elle a l'avantage de la relative simplicité de calcul.

Le tableau ci-dessous montre les résultats pour quelques polluants en Belgique . Il ne

s'agit que de la répartition de la pollution résultant de la production *intérieure*. Les importations de produits finis ne sont donc pas pris en compte. Les pollutions d'une année donnée se répartissent, via les biens et services produits, entre:

- consommation par les ménages;
- consommation par les asbl au service des ménages;
- consommation par le gouvernement (l'administration)
- consommation sous forme d'investissements
- stockage
- exportations

Répartition en % des émissions atmosphériques belges suivant les consommateurs finaux (1994-2000)

	Ménage	ASBL-SM	Gouvernement	Investissement	Variation de stock	Exportation
CO2	28	1	6	10	-2	58
N2O	30	0	4	2	-1	65
CH4	45	1	0	8	0	47
HFCs	39	1	17	9	-1	35
SF6	23	0	5	30	-3	45
Nox	32	1	5	11	-2	53
Sox	31	0	4	9	-2	58
NH3	45	1	2	1	0	52
NMVOG	23	0	3	11	-2	63
CO	14	0	4	9	-4	77
CFCs	35	0	6	8	-1	52
HCFCs	20	0	3	7	-4	74
Greenhouse 1	30	1	5	9	-2	58
Greenhouse 2	30	1	5	9	-2	58
Kyoto	30	1	5	9	-2	58
Acidification	36	1	4	7	-1	54
Photochemical	28	1	4	11	-2	57
Demande finale	31	1	17	11	-1	41

Source: Vandille et Van Zeebroeck, 2003, p.66.

Répartition en % des émissions belges dans l'eau suivant les consommateurs finaux (1997-2000)

	Ménage	ASBL-SM	Gouvernement	Investissement	Variation de stock	Exportation
BOD	35	1	11	3	-1	51

COD	29	1	12	3	-1	57
SS	26	1	24	6	-1	45
As	14	0	9	5	-3	75
Cd	13	0	5	10	-4	75
Hg	13	0	7	3	-2	79
Cu	18	1	20	7	-2	58
Cr	13	0	4	11	-3	75
Ni	11	0	3	14	-3	76
Pb	18	0	11	7	-3	67
Zn	13	0	7	6	-3	76
P	38	1	8	3	0	50
N	41	1	5	2	0	52
Demande finale	31	1	17	11	-1	41

Source: Vandille et Van Zeebroeck, 2003, p.82

Ces tableaux montrent bien entendu une vue unilatérale de la pollution. Ils permettent d'estimer la part de ce qu'un pays pollue pour satisfaire les besoins d'autres pays.

La colonne «export » représente, suivant notre définition, une *externalité positive*, c'ad le «cadeau» environnemental que nous faisons aux autres pays . C'est la contrepartie de l'externalité environnementale négative pour nous de la consommation intérieure de nos produits par ces pays clients.

Par exemple, près de 58% des émissions belges de CO2 et de SO2 servent à des produits d'exportation.

Ces tableaux ne disent pas encore de quelle pollution globale les consommateurs belges sont responsables. En effet, il manque encore la part de pollution émise dans d'autres pays pour des produits consommés en Belgique . Un bilan des «consommations d'émissions » est à ce sujet nécessaire.

Ce genre de matrice est également possible pour d'autres formes d'émissions (déchets), pour des ressources naturelles ou pour des impacts sociaux positifs ou négatifs. Par exemple, il serait possible de savoir combien d'emplois sont créés par les secteurs d'exportation ou, revers de la médaille dans certains pays , combien d'enfants travaillent pour l'exportation de textiles par exemple. Le bilan global d'une telle approche doit permettre d'attribuer à chaque pays sa part de responsabilité – en tant que «commanditaire » - dans, par exemple, l'épuisement d'une ressource naturelle (pétrole), les émissions de CO2 , ... ou le travail des enfants.

Via les matrices d'import /export , il doit également être possible d'attribuer en chaîne une coresponsabilité de génocides, de guerres ou de pillages: voir où aboutissent les exportations de pays en guerre par exemple.

Approche des émissions intégrées dans les produits

Muradian et al (2002) ont estimé le bilan de pollutions intégrées dans des produits d'importation et d'exportation pour plusieurs pays . Le tableau ci-dessous en donne le résultat pour la Belgique .

Bilan des émissions intégrées dans le commerce extérieur belge (import -export)

(1000 tonnes)

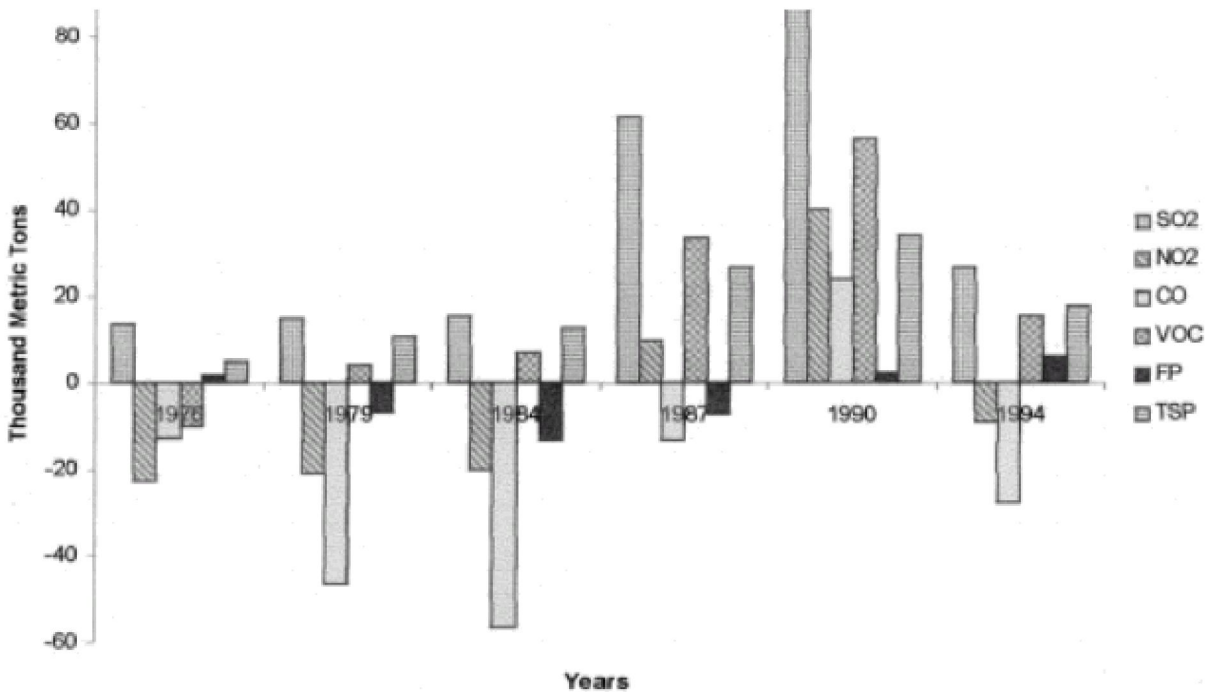
	1976	1979	1984	1987	1990	1994
SO ₂	-28	-28	-17	-22	-26	-34
NO ₂	-17	-22	-17	-22	-24	-41
CO	-33	-37	-26	-26	-32	-34
Composés organiques volatiles	-10	-13	-10	-14	-15	-29
Particules fines	-5	-6	-5	-5	-6	-4
Total particules en suspension	-8	-10	-8	-12	-12	-16

Source: Muradian (2003)

Ce tableau montre qu'au total, la Belgique a une *exportation nette* de son environnement (atmosphérique).

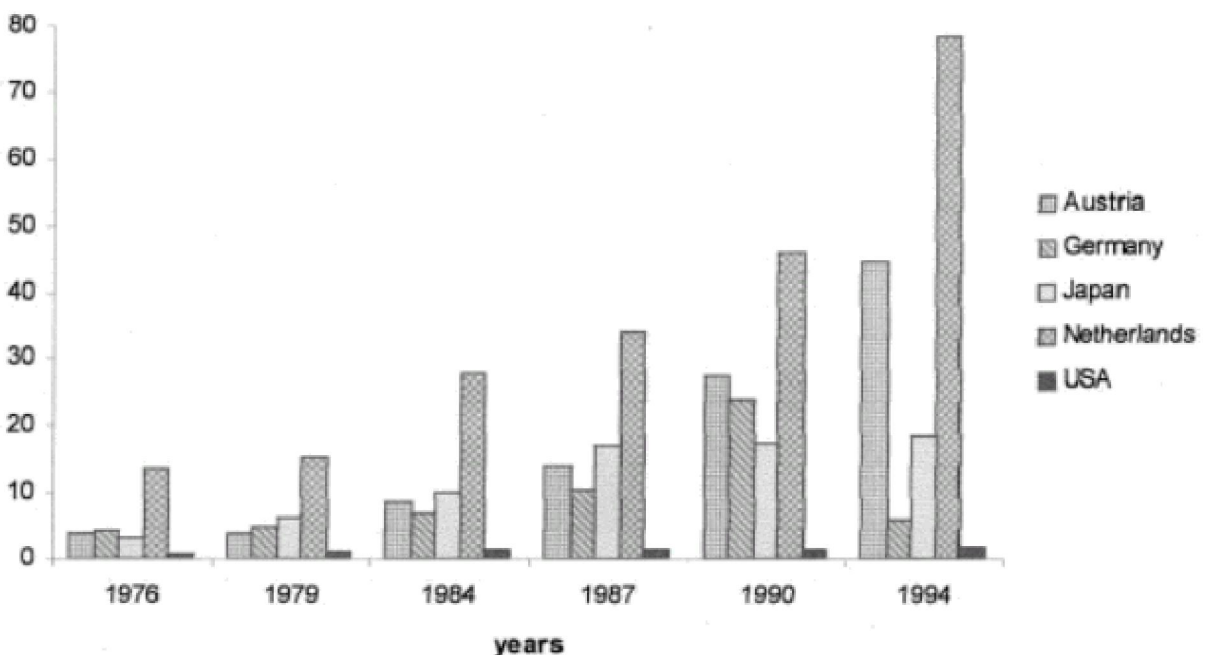
C'est une exception, car la plupart des autres pays de l'UE ont un résultat inverse (Muradian et al, 2002).

La figure ci-dessous montre en fait que la balance commerciale des émissions intégrées (import – export) varie suivant les polluants mais a tendance à être plutôt positive. Au-dessus du cadran figurent les polluants pour lesquels l'Europe importe plus de pollution intégrée qu'elle n'en produit.



La figure ci-dessous montre que la part d'émissions «importées» sur les émissions nationales des pays riches augmente avec le temps (Muradian et al, 2002) [\[181\]](#). La cause en est la délocalisation progressive des industries polluantes, en particulier la sidérurgie qui tend à se délocaliser vers des pays aux normes sociales et environnementales moins élevées.

Rapport entre émissions importées et émissions nationales de SO2



Source: (Muradian et al, 2002).

Cette approche se concentre essentiellement sur la balance avec les autres pays , donc sur le plan spatial et en ne considérant que la pollution intégrée dans les

produits. Or, un pays pourrait émettre énormément de polluants et consommer tous les produits correspondants sur place. Pour connaître la responsabilité totale de chaque habitant dans la pollution, il faut retomber sur l'approche «consommateur »: combien faut-il par exemple de CO₂ pour que telle personne arrive à maintenir son niveau de vie? Pour peu que l'on connaisse la quantité totale de CO₂ que la planète peut supporter, il y a alors moyen de trouver un quota par consommateur et de voir qui consomme plus que la moyenne, mettant donc la planète en danger.

Les notions à utiliser sont les suivantes:

Consommation nationale de pollution intégrée = le total des émissions (directes et indirectes, importées et produites sur place) intégrées dans la consommation finale des ménages, du gouvernement, et des investissements, y compris les variations de stocks (Ahmad et Wyckoff, 2003, p. 15)

Pour obtenir ce chiffre, il faut donc calculer pour chaque pays A (adapté de ibidem):

- 1) émissions pendant la production nationale de biens manufacturés et intégrés dans:
 - 1a) Biens manufacturés et services consommés dans le pays A (et exports de services)
 - 1b) Exports de biens manufacturés du pays A

- 2) émissions (par le reste du monde) pendant la production de biens manufacturés pour l'exportation vers le pays A, et intégrés dans:
 - 2a) Biens manufacturés et services consommés dans le pays A
 - 2b) Exports de biens manufacturés du pays A

Ces grandeurs permettent alors de calculer toutes les grandeurs qui nous intéressent:

Consommation nationale d'émissions = 1a + 2a

Production nationale d'émissions = 1a + 1b

Export total d'émissions intégrées = 1b + 2b

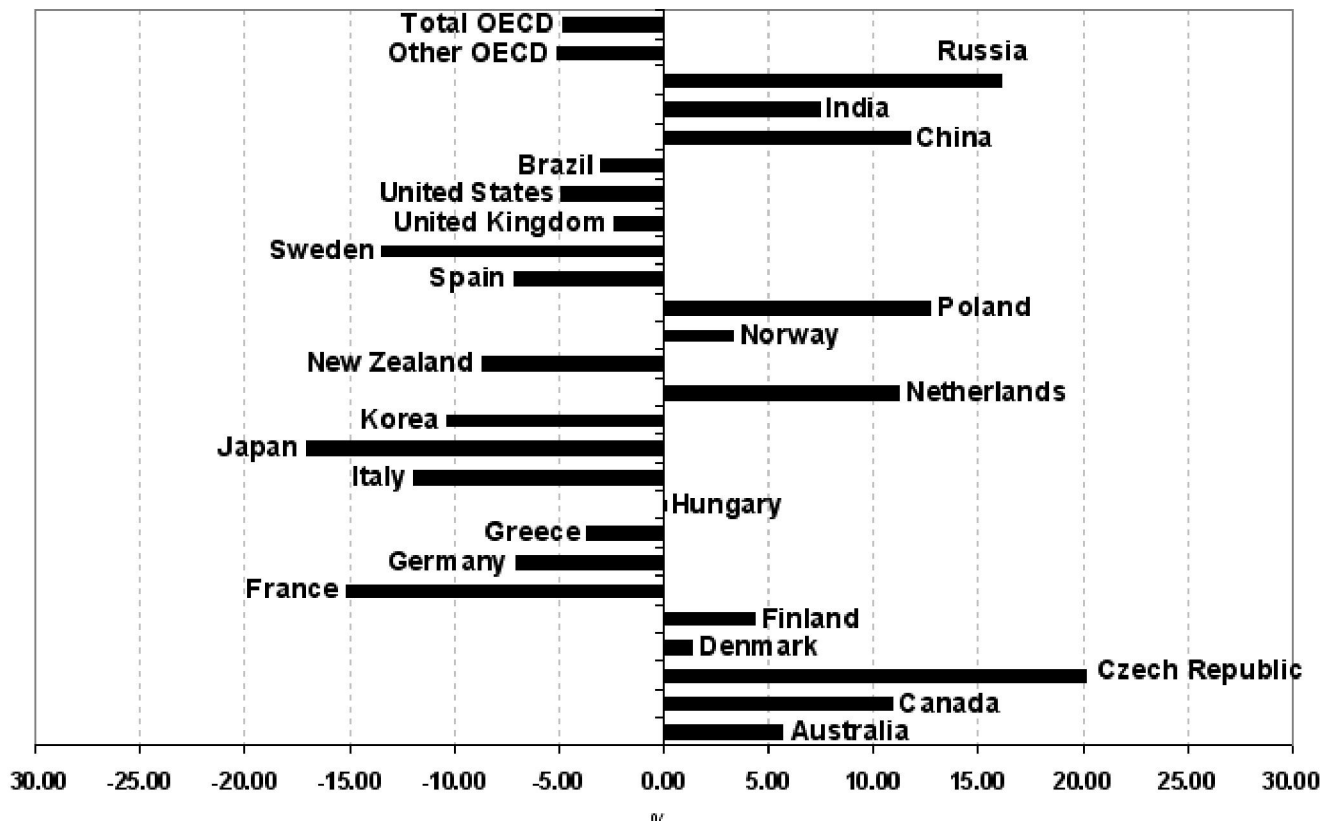
Import total d'émissions intégrées = 2a + 2b

Bilan net d'émissions intégrées = 1b – 2a

Cette dernière grandeur est la même que celle de Muradian et al reprise plus haut.

La figure ci-dessous compare pour plusieurs pays le bilan d'émissions de CO₂ (production – consommation) en pourcentage de la production. A gauche du cadran se trouvent les pays qui consomment de la pollution plus qu'ils n'en produisent.

Balance commerciale des émissions de CO₂ (production – consommation) en pourcentage de la production intérieure



Source: Ahmad et Wyckoff (2003, p. 4)

Dans l'ensemble, les pays de l'OCDE ont un déficit, ce qui veut dire qu'ils consomment plus d'émissions de CO₂ qu'ils n'en produisent. Les travaux d'Ahmad et Wyckoff montrent que les ordres de grandeur de la différence de responsabilité du point de vue «production» et du point de vue «consommation» ne sont pas du tout négligeables.

Le plus intéressant dans les travaux d'Ahmad et Wyckoff, c'est donc l'estimation de la *consommation de pollution* ou demande. Ramené par habitant, elle peut s'écrire: *consommation de pollution par habitant*.

S'il existe un quota d'émissions par habitants, il est alors possible de calculer un surplus ou un *déficit écologique* pour chaque polluant.

Consommation d'environnement par la Belgique

Si les chiffres présentés dans les deux paragraphes précédents étaient fiables et comparables, on pourrait calculer la consommation totale d'environnement par le consommateur belge, ce que nous avons essayé dans le tableau ci-dessous. En pratique, cet exercice sera possible quand tous les pays établiront une comptabilité environnementale sur des normes communes.

Offre et demande environnementale de la Belgique en 1994 (1000 tonnes)

	Consommation de stock	Import	Export	Dema
				domestique
Offre (Emissions nationales)				

(passé-présent)

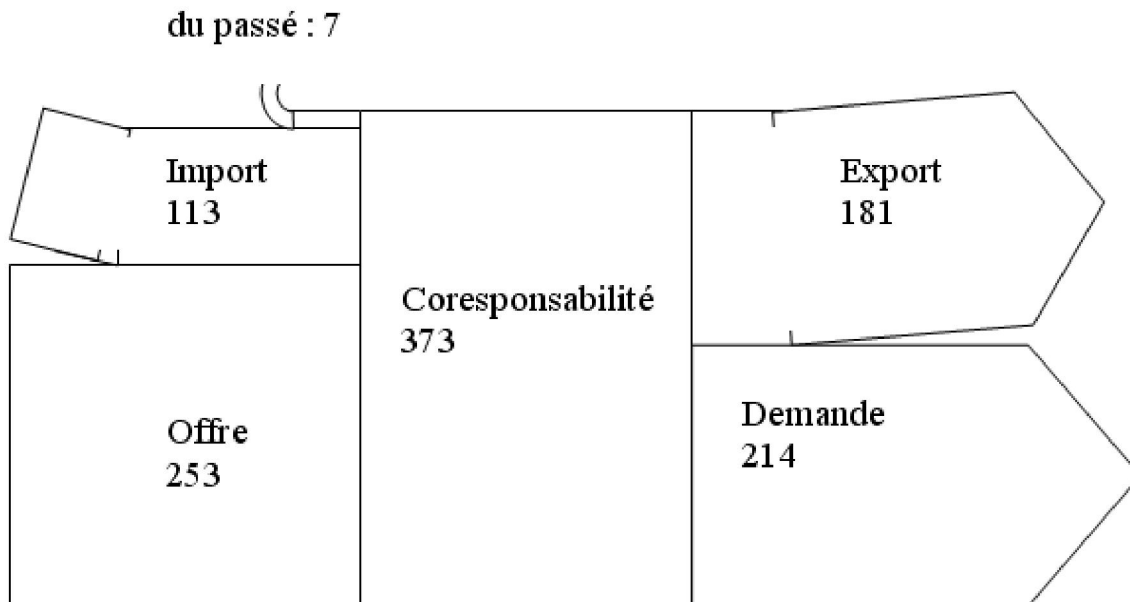
	a	b	c	d	a+b+
NOx	342	7	140	181	30
SOx	253	5	113	147	22
NMVOG	305	6	163	192	28
CO	1054	42	778	812	106

Source: propre calculs sur base de INS (2003), Vandille et al (2003), Muradian et al (2003)

Ce tableau montre qu'en ce qui concerne un petit pays comme la Belgique, les imports et exports de pollution ne sont pas du tout négligeables (de l'ordre de 50% des émissions totales «géographiques»). L'approche par le consommateur (la demande) réduit la responsabilité belge d'une quinzaine de pourcents pour les émissions atmosphériques par rapport à l'approche «géographique» traditionnelle.

La diminution de stock indique que l'on a consommé des produits du passé, opérant ainsi une «importationnette » d'environnement au détriment des «générations» passées.

La figure ci-dessous présente ces différents flux pour le SO₂.

Bilan des émissions de SO2 belges (1000 tonnes, 1994)

Ce graphe met en évidence les enjeux de la notion de responsabilité. Les importations représentent la ponction d'environnement que nous faisons par ailleurs, et qui peut résulter ou non de dumping environnemental. Les exportations représentent le phénomène inverse. L'offre représente les émissions telles que calculées traditionnellement (approche géographique) et dues à la production de valeur ajoutée par le pays. La demande représente l'empreinte environnementale de notre mode de consommation, à comparer au quota de consommation environnementale auquel chacun pourrait avoir droit pour que le développement global soit durable.

Enfin, la partie centrale est la quantité d'émissions pour laquelle le pays est co-responsable, c'àd qu'il a établi des contrats, forcément à son avantage d'une manière ou d'une autre en tant que producteur, consommateur ou intermédiaire.

Si l'on considère qu'imports et exports s'annulent sur le plan global, et qu'on ajoute l'hypothèse que les contrats sont justes (c'àd que chacun des partenaires en tire un avantage équivalent), la responsabilité d'un pays peut s'écrire:

$$\text{Responsabilité environnementale} = (\text{Offre} + \text{demande}) / 2$$

Ce chiffre sera alors comparé à un quota d'émission par pays (basé sur un quota par habitant du monde).

Pour atteindre globalement le développement durable, aucun pays ne pourra dépasser cette valeur:

Si les échanges sont égaux.

Si $RE = (Offre + demande) / 2$

Si $Q_i =$ quota d'émission pour i ($i =$ pays, individu etc, au temps t)

Condition du développement durable:

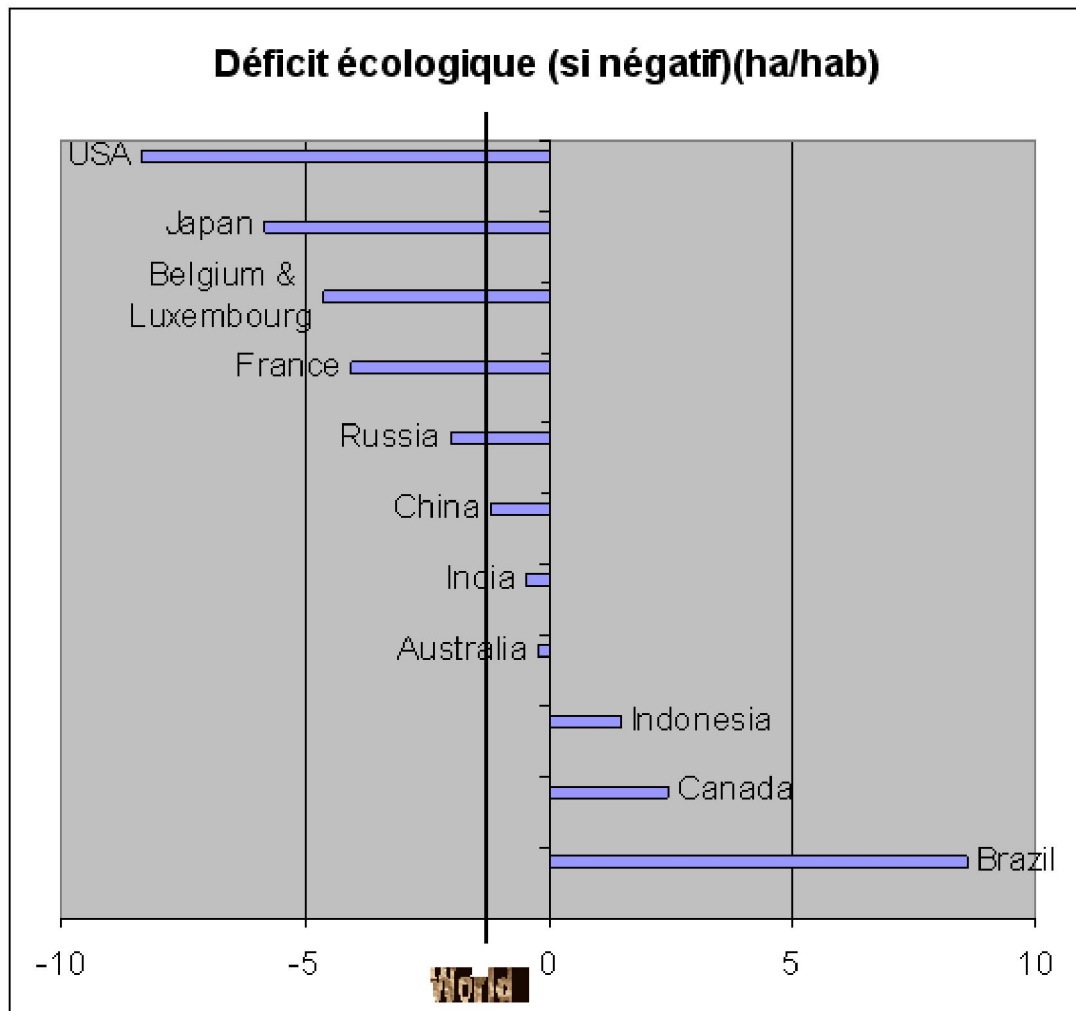
$$RE_i < Q_i$$

Empreinte écologique, déficit écologique .

L'empreinte écologique est l'espace nécessaire pour supporter chaque personne sur terre. Cette notion part d'une base théorique développée dans le monde scientifique à partir de notions bien connues des éleveurs: la capacité de charge [\[182\]](#). Elle s'est ensuite rapidement répandue dans les médias avec le support du WWF, une organisation qui connaît bien cette notion à force de protéger les derniers tigres du Bengale, rhinocéros noir et autres gorilles.

La notion de déficit écologique , appliquée à l'espèce humaine, part des ressources disponibles dans un pays et en soustrait l'empreinte écologique (voir graphe). L'idée sous-jacente est que si chaque pays vivait suivant ses moyens écologiques, le développement planétaire serait durable.

Les pays disposant de vastes superficies inexploitées sont favorisées dans cette approche. Alors que l'empreinte écologique par habitant indique le comportement de consommation de l'habitant moyen d'un pays donné, le déficit écologique donne un «droit à consommer» plus grand à un pays qui d'une manière ou d'une autre aura réussi à limiter son explosion démographique: on peut vivre mieux si on arrive à préserver plus d'espace. D'un point de vue de développement durable , la conclusion pourrait être que la voie à suivre, c'est non seulement d'améliorer les conditions de vie de chacun, mais de le faire en maintenant ou en réduisant la population. La seule empreinte écologique ne tient pas compte du paramètre démographique et pourrait signifier, comme le PIB total, qu'il vaut mieux être pauvres et nombreux que riches et peu nombreux.



Nous n'analyserons pas plus en détail cette notion donnée ici comme exemple. Contentons-nous de mentionner que notre ambition est, dans le cadre de travaux futurs, de voir s'il est possible de déterminer une « empreinte sociale » (en terme, par exemple de travail des enfants ou d'accidentés du travail nécessaire à la consommation intérieure) d'un pays sur un autre.

Conclusion

Le rapide survol de quelques exemples de « prise en compte de reste du monde » sur la plan géographique nous montre que cette notion est déjà fort prise au sérieux dans des travaux qui sortent progressivement de l'ombre des laboratoires.

L'intérêt de cette approche est qu'elle permet de développer des méthodologies qui pourraient s'étendre plus tard à d'autres dimensions que la dimension spatiale. En effet, être déjà capable de travailler sur plus d'une dimension à la fois, en particulier sur le plan thématique et spatial, c'est un premier pas non négligeable.

D'un point de vue politique, il nous semble qu'il y a dans ces tentatives des bonnes voies de recherche à creuser.

CHAPITRE IV. ANALYSE ET COMPARAISON DE QUELQUES INDICES

Introduction

Ce chapitre assez court analyse quelques indices «populaires» de développement durable . Le caractère non mature de ces indices – ou de certains d’entre eux – ressort des résultats contrastés obtenus par les uns et les autres. Il semble évident qu’ils sont pour l’instant des outils de communication, sinon de propagande, mais que le «sens du développement durable» est loin d’avoir atteint un consensus «scientifique».

Nous allons seulement considérer ces indices comme des cas d’école pour identifier quels critères pourraient être utilisés pour séparer les indices de propagande des indices qui cherchent réellement à mesurer le développement durable sur le plan global qui nous intéresse. Au stade actuel de nos réflexions, nous nous limiterons à voir dans quelle mesure ces indices prennent en compte une série de facteurs importants de la durabilité, autrement dit les externalités ou «reste du monde » par rapport à leur propre sphère de prédilection.

Des classements opposés

Les classements des pays suivant deux indices de «durabilité environnementale», l’Ecological Footprint par habitant (Wackernagel et al, 2000) et l’Environmental Sustainability Index (WEF, 2001 et 2002) sont carrément opposés (tableau 1). Les deux indices suivent une relation logarithmique inverse, malgré quelques exceptions notables, comme le classement unanimement mauvais des Emirats arabes unis et du Koweït (figure 1). Nous avons joint dans la comparaison une «ESI» pondéré différemment par The Ecologist (2001) et un EDI (Environmental degradation Index) calculé sur base des variables de l’ESI 2002 par ACP (Analyse en Composante principale) tenant compte de la corrélation entre variables utilisées et de la pertinence pour l’environnement (Jha et Murthy, 2003) [\[183\]](#).

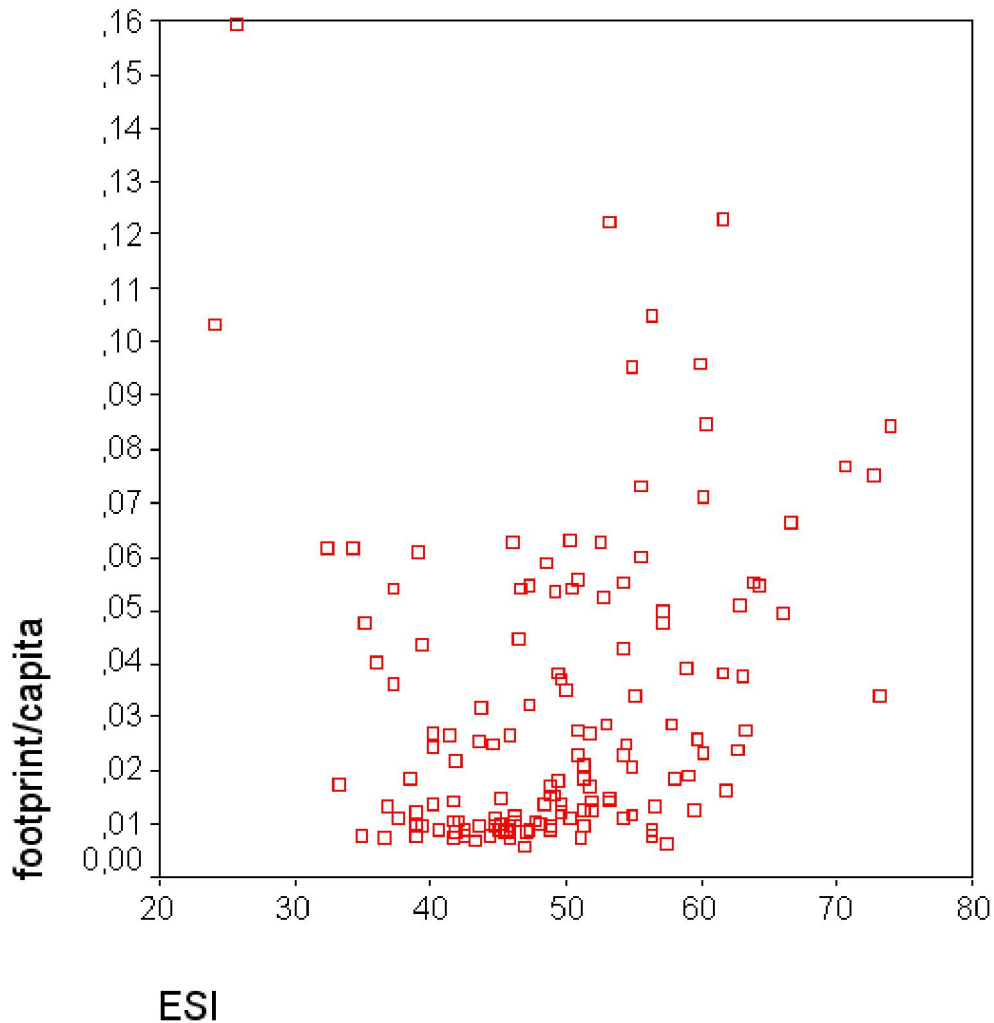
Le classement des meilleurs élèves est contradictoire entre l’ESI et l’EF: la Finlande, championne de l’ESI, est dans le fonds du classement pour l’EF/hab, alors que le Bangladesh, champion de l’EF/hab, n’est que 86^e suivant l’ESI. Les USA sont eux dans les derniers pour l’EF/hab et figurent dans le premier tiers du classement suivant l’ESI.

Les «améliorations» de l’ESI donnent des résultats plutôt similaires à ceux de l’EF, ce qui tend à crédibiliser ce dernier plutôt que l’ESI en tant qu’indice de durabilité *environnementale*.

Pays	Classement suivant l'ESI 2001	Classement suivant l'ESI 2002	Classement suivant l'EF	Classement suivant The Ecologist	Classement suivant l'EDI
Finlande	Premier	Premier	134	52	50
Bengladesh	99	86	Premier	46	109
Afrique centrale	57	43		Premier	25
Mozambique	78	59	7	7	Premier
USA	11	42	140	112	83
Belgique	79	125	123*	119	134
Guinée-Bissau		127	10		3
France	13	33		106	111
Koweït	116	Dernier	138	121	56
Emirats arabes unis		141	Dernier		119
Corée du Sud	94	138		Dernier (122)	135
Haiti	Dernier (122)	137	8	75	Dernier

Figure 1: Classement de 142 pays suivant deux indices de durabilité environnementale et leurs corrections (extrait)
(*Belgique et Luxembourg)

En fait, l'EF/hab est plutôt environnemental et favorise les pays peu développés économiquement, alors que l'ESI inclut de toute évidence une dimension socio-économique, puisque les pays «développés» sont relativement bien classés s'ils disposent d'une législation environnementale suffisante. A ce titre, on pourrait conclure que l'ESI est plus représentatif du développement durable que l'EF/hab, trop strictement environnemental. Ces deux indices tiennent cependant peu compte du social[184].



Relation entre ESI et EF

Ce petit exemple suggère que la recherche est encore loin d'avoir trouvé un indice de développement durable qui fasse l'objet d'un consensus. Dans la mesure où l'ESI fait écho à l'EF dans l'ordre des publications, on peut quand même se demander si l'un comme l'autre – surtout le dernier - ne sont pas de la propagande sous couvert de science : l'EF serait l'expression des «environnementalistes» plus ou moins catastrophiques (représentés ici par le WWF) et l'ESI une riposte néolibérale du WEF, dont la principale supercherie serait d'introduire un grand nombre de variables socio-économiques directes ou indirectes dans un indice supposé «environnemental». Ce duel d'indicateurs nous fait penser au duel entre lester Brown et son Etat de l'environnement annuel, et des auteurs comme Simon ou Lomborg (voir à ce sujet Zaccai et al, 2003).

L'horizon de quelques indices courants

Le tableau ci-dessous indique si, pour différentes familles d'indices, quelques dimensions de «reste du monde » sont prises en compte ou peuvent l'être lors de l'application de l'indice à une sous-entité, comme un pays ou une personne, étant

donné la direction «favorable» recommandé par l'indice (par exemple: «il vaut mieux un ES, un ISEW, un PIB /hab et un IDH élevés, un EF/hab et un ED bas» . Il s'agit d'un tableau préliminaire n'entrant pas dans les nuances: il restera à déterminer si la dimension considérée est prise en compte de manière adéquate. De plus, la dernière colonne ne représente par un indice, mais seulement une théorie pour laquelle il n'existe pas encore d'indice.

Dimensions prises en compte

Théorie	néoclassique			liberté	écologie		culture	Réci-procité
	ESI	ISEW	PIB/h	IDH	EF/h	EDéficit		
Capacité de la planète					x	x		x
Economique	x	x	x	x				x
Environnementale	x				x	x	x	x
Sociale	x	x		x			x	x
Démographique			x		x	x	x	x
Moyens d'y arriver	x			x			x	x
Ethique (humanisme)		x		x			x	x
Ethique (égalité)		x		x	x	x		x
Ethique (diversité culturelle)					x	x	x	x
Spatiale (géographique)	x				x	x		x
Court terme	x	x	x				x	x
Génération futures	x			x		x	x	x
Génération passées (histoire)							x	x

Conclusions préliminaires

A ce stade de ce travail, le moins que l'on puisse dire c'est qu'on est loin d'avoir trouvé un indice de développement durable ou même «un» jeu d'indicateurs universellement pertinents. Ce qui explique sans doute l'éternel renouvellement du débat sur cette question.

Cependant, les tentatives existantes, qu'elles soient partielles, comme les études NAMEA se concentrant sur quelques polluants mais dans toutes leurs implications, ou globalisantes, comme les indices ESI ou EF, sont incontestablement des premières

pierres à l'édifice.

Lors de cette recherche empirique, nous avons ébauché l'identification de certains critères importants pour le développement durable, comme la prise en compte de toutes les dimensions, en particulier la dimension environnementale bien sûr, mais également la dimension sociétale (au sens de la réciprocité) du développement durable. La dernière justifierait à elle seule l'urgence de la mise en place d'une réelle participation aux décisions qui concernent le globe dans son ensemble. Il importerait alors d'avoir en main des outils de communications – non de propagande – ayant une base théorique et éthique suffisantes pour convaincre non seulement notre Premier Ministre, mais également Maudo et ses ancêtres de la marche commune minimale à suivre pour l'Humanité.

[home](#) [liste des thèses](#) [contenu](#) [précédent](#) [suivant](#)

[156] en particulier l'Agenda 21 et la Commission des Nations unies pour le développement durable

[157] agriculture (43 indicateurs), pollution de l'air (24), biodiversité (25), changement climatique (17), énergie (32), pêche (27), trou d'ozone (6), terrestre (43), transport (38), tourisme (55), eau (67), et déchets (29).

[158] La formule est la suivante: Adjusted net savings = Net domestic savings – energy depletion – mineral depletion – net forest depletion – carbon dioxide damage + education expenditure, where Net domestic savings = Gross domestic savings – Consumption of fixed capital. Tous ces éléments sont donnés en pourcentage du PIB, donc en valeur marchande, ce qui ne manque pas de poser des problèmes d'évaluation.

[159] $K = K_m + K_h + K_n$ où K =capital total, K_m = capital manufacturé ou reproductible, K_h = capital humain ou stock de connaissance ou savoir faire, K_n = capital naturel ou ressources épuisables ou renouvelables et service environnementaux (Faucheux et Noël, 1995, p.256).

[160] dans un cadre de concurrence pure et parfaite, la condition de la durabilité est que le taux de progrès technique accroissant l'efficacité du facteur naturel excède le taux de croissance de la population (Faucheux et Noël, 1995, 247 d'après Stiglitz, 1974). Le capital technique de substitution et le progrès technique sont nécessaires pour vaincre la pression sur les ressources due la croissance de la population. Or les modèles de croissance et les études empiriques suggèrent que la croissance de la population favorise le progrès technique et le développement, *donc la soutenabilité*, ce qui est une contradiction (Faucheux et Noël, 1995, 260).

[161] Ces ressources naturelles ont des élasticités de substitution plus grandes que zéro avec le travail et le capital technique (Brown et Field, 1979, 24), ce qui est une des conditions pour que la théorie néoclassique puisse s'appliquer à une croissance soutenable (Faucheux et Noël, 1995, 257).

[162] cet exercice est laissé à des modélisateurs en dehors des services statistiques (Eurostat, 2003f).

[163] les astérisques représentent les domaines qu'Eurostat (2003f) juge prioritaire à CT (***) ; MT (**) ou LT (*), ou qu'il a déjà développé (la source est alors mentionnée)

[164] Eurostat procède aussi à leur estimation monétaire, dans un cadre de soutenabilité faible

[165] l'idée est qu'en limitant l'input total, on limite la pression sur l'environnement, tant en matière de ressources que de stocks sous forme de capital ou d'émissions (Bartelmus, 2003).

[166] les produits agricoles sont, du point de vue du Système des Comptes nationaux, des stocks *naturels* économiques «produits» (par la sphère économique), par opposition aux stocks naturels économiques «non produits» (comme les minéraux, le sol, les forêts sauvages), et les stocks environnementaux «non économiques» dans le sens où ils ne rapportent rien (Bartelmus, 2001).

[167] voir articles du volume 32 (3) de *Ecological Economics*

[168] dans les milieux policiers, on parle par exemple de blanchiment de déchets (Buysse, 2003), quand des déchets qui risquent d'attirer l'attention sur des activités illégales sont dilués ... à travers des circuits alimentaires ou agricoles: épandages de lisiers frelatés, utilisation de graisses minérales dans l'alimentation animale, sang contaminé etc.

[169] sauf à considérer les théories de l'échange inégal, lié à diverses imperfections du système économique discutées par ailleurs, en particulier la disparité des pouvoirs d'achat et des élasticités.

[170] remarquons que c'est dans le cadre du marché intérieur que sont apparues les premières législations environnementales européennes: il s'agissait pour les environnementalistes d'éviter le dumping environnemental, et pour les économistes de limiter des entraves «hors marché» à la libre circulation des biens (voir Pallemart, 2002).

[171] remarquons le lien avec le débat entre keynésiens et néoclassiques: qui est moteur de la croissance ? les producteurs ou les consommateurs?

[172] voire, si l'on se concentre sur les fonctions successives du produit, d'attribuer par exemple une responsabilité à «la main invisible» du marché, ou à une structure de réciprocité !

[173] Remarquons la parenté de cette approche avec les théories de la valeur: la valeur d'un bien est-elle déterminée par sa production (offre) ou/et par sa consommation (demande) ou/et par les deux simultanément (valeur de réciprocité) ou/et par des caractéristiques intrinsèques (valeur d'existence).

[174] Des versions initiales de ce texte ont été diffusées par e-mail en 2002.

[175] une variable, les émissions de CO2 a été ajoutée à la version de 2001 suite aux critiques.

[176] pour une critique sur ce point, voir Jha et Murthy (2003) et Wackernagel (2002).

[177] dégradations, effets des dégradations et gestion de l'environnement représentent une relation de causalité

[178] par exemple, les variables représentant les zones protégées ne tiennent pas compte des zones gérées en coopération avec les populations locales, ce qui est aujourd'hui considéré comme préférable pour la durabilité sous tous ses aspects; le «Private sector responsiveness» est biaisé en faveur de l'industrie et contre l'agriculture familiale

[179] un pays qui score au départ 1 tonne de CO₂ /capita n'a aucune chance de réduire son indice de 2 t/c, comme le pourrait facilement un pays émettant 25 t/capita!

[180] Remarquons que l'environnement ne fait pas partie des agents. Ces calculs se font dans un cadre économique. Or la nature peut être une source majeure de polluants, ponctuelle (volcans) ou diffuse (marais, ...). A mon avis, il devrait être possible d'inclure l'environnement en tant qu'acteur dans les matrices input/output. Ce serait peut-être même désirable dans le cadre du développement durable .

[181] Dans cette figure, on ne tient donc pas compte des seules exportations, mais du total de la production intérieure

[182] multiples références dans la littérature agronomique et dans les publications de *l'Ecological Economics*.

[183] ils réduisent successivement les variables à 10, puis à 4 par ACP: COV/surface habitée pour la qualité de l'air, charbon/surface habitée pour l'épuisement des ressources naturelles, % de mammifères menacés pour la biodiversité et CO₂ /PIB pour la pollution globale

[184] L'ESI s'occupe un peu de santé.

