

INDICATEURS DES IMPACTS DU DEVELOPPEMENT SUR L'ENVIRONNEMENT : une comparaison Afrique - Europe

B. Kestemont, L. Frenedo et E. Zaccai. Edwin Zaccai, Institut de Gestion de l'Environnement et d'Aménagement du Territoire, Université Libre de Bruxelles, CP 130/02, 50 av. F. Roosevelt, 1050 Bruxelles, Courriels : ezaccai@ulb.ac.be/ bruno.kestemont@economie.fgov.be, site : <http://www.ulb.ac.be/igeat/cedd>

Résumé : Cet article calcule et présente des données quantitatives sur l'impact sur l'environnement pour un groupe de pays d'Europe de l'Ouest et un groupe de pays d'Afrique de l'Ouest. Six problématiques majeures sont traitées: (1) l'utilisation de terres par l'homme, (2) la modification de la composition de l'atmosphère, (3) la diminution des ressources en eau, (4) la perturbation du cycle de l'azote, (5) la perte de biodiversité, (6) l'épuisement de pêcheries. L'article fait ressortir d'une part l'importance du choix des indicateurs quant aux résultats atteints, et d'autre part la part proportionnellement plus importante d'impacts infligés dans les pays africains qu'européens, en regard de leur niveau économique respectif. Plusieurs explications de ce résultat sont proposées en conclusion, requerrant l'accroissement de la prise en compte d'objectifs de développement durable en Afrique.

Mots clés : Afrique, Europe, indicateurs, empreinte écologique, gaz à effet de serre, azote, pêcheries, eau, biodiversité

Abstract : We calculate and present in this paper quantitative data about the impact on the environment for a cluster of Western European countries and a cluster of Western African countries. Six major topics are considered: (1) land use, (2) modification of atmospheric composition, (3) decline in water resources, (4) change in nitrogen cycle, (5) loss of biodiversity, (6) exploitation of fisheries. We show how the choice of indicators may strongly influence the results within these areas. We find that the relative impacts of African countries show higher than those of European countries, taking into account their specific economic levels. We conclude with several explanations of this major result, which all require an increased consideration of sustainable development objectives in Africa.

Keywords : Africa, Europe, indicators, ecological footprint, greenhouse gas, nitrogen, fisheries, water, biodiversity.

Introduction

Il est communément reconnu que « le Nord » consomme davantage de ressources naturelles et génère bien plus d'atteintes à l'environnement mondial que « le Sud ». Cela constitue non seulement une injustice globale par rapport à l'utilisation de certaines ressources communes, mais aussi une préoccupation centrale dans les projections en matière de développement durable¹ qui est aujourd'hui sans réelle solution. Les modèles de production et de consommation au « Nord » et au « Sud » ont souvent été analysés selon ce type de préoccupation. Ainsi pour W. Sachs à ce rythme « cinq ou six planètes » seraient nécessaires (1993, p. 6), tandis que pour G.H. Brundtland « si 7 milliards de personnes devaient consommer autant que nous à l'Ouest, il nous faudrait dix mondes et non un seul pour satisfaire nos besoins » (cité par Hille 1999, p. 7). On trouve une trace de cet ordre de grandeur avec l'objectif de réduction d'un « facteur 10 » de l'utilisation de l'énergie promu depuis les années 1990 dans des textes européens.

Pour considérer ces données plus en détail, l'utilisation de rapports scientifiques et officiels à base d'*indicateurs* représente

une source particulièrement intéressante à étudier. En effet, dans le contexte de comparabilité, voire de mise en concurrence, internationale qui est celui de la mondialisation actuelle, et aidé par les technologies de transmission des informations et données, le recours au classement des pays sur base d'indicateurs quantitatifs a le vent en poupe. Au-delà d'un simple outil de politique environnementale comparative (*benchmarking*), ces comparaisons peuvent avoir des impacts sur les négociations internationales en matière d'environnement, ou encore sur l'assortiment de critères environnementaux inclus dans des politiques de coopération. La comparaison d'indicateurs environnementaux et économiques a également pour enjeu la validation ou non de théories du développement dans une perspective de durabilité.

La question sous-jacente de la compatibilité entre environnement et développement économique – une question clé du développement durable – s'illustre, par exemple, dans les différences de messages entre les rapports produits selon l'Environmental Sustainability Index au Forum économique mondial (WEF, 2002, 2004)² ou selon l'empreinte écologique

¹ Question que l'on peut faire remonter au moins aux années 1970, voir Zaccai (2002b).

² Jah et Murthy (2003) critiquent la pondération implicite introduite par le choix de variables, en majorité socio-économiques, et souvent corrélées entre elles, comme base de calcul de cet indice « environnemental ».

calculée par le WWF (2004, 2006), tous travaux bien documentés mais pouvant mener à des conclusions opposées en fonction du choix d'indicateurs environnementaux. Ainsi le premier tend à démontrer la compatibilité entre développement économique, humain, et protection de l'environnement, tandis que le second insiste sur la surconsommation des ressources naturelles par les pays économiquement riches. Voir aussi, toujours indicateurs à l'appui, les controverses entre Lomborg et Brown (Zaccaï et al. 2004)³.

Par rapport aux enjeux qui viennent d'être introduits, notre premier objectif dans cette contribution est, d'abord, de tester l'utilité et la praticabilité d'indicateurs, pour comparer les enjeux environnementaux entre une région économiquement développée du Nord et une autre qui l'est peu au Sud. Pour chaque problématique, nous présentons un ensemble d'indicateurs qui en évalue différentes facettes. Cette manière de procéder se distingue de la démarche de rapports qui le plus souvent ne retiennent que peu d'indicateurs par problématique, voire un seul. Notre exercice illustrera ainsi que le choix d'un indicateur « unique » par problématique peut induire des biais importants dans les comparaisons et analyses. Mais de façon plus fondamentale, notre second objectif, sur base de ces données empiriques, collationnées et analysées, sera de tirer certaines conclusions quant à l'impact du développement humain sur diverses problématiques majeures de l'environnement, afin de nourrir la question clé du développement durable en Afrique.

Méthodologie

Afin de limiter les controverses sur le choix des thèmes examinés, nous nous sommes concentrés sur des problématiques environnementales reconnues comme mondiales dans la littérature scientifique, et pour lesquelles l'ampleur de l'impact global de l'homme sur la nature est jugé le plus important. Pour ce faire, nous nous basons sur une publication de référence, l'article de Vitousek et al. (1997b)⁴. Ces auteurs caractérisent six problèmes majeurs d'environnement au niveau mondial (*global-scale indicator of change*): (1) l'utilisation des terres par l'homme, (2) la modification de la composition de l'atmosphère, (3) la diminution des ressources en eau, (4) la perturbation du cycle de l'azote, (5) la perte de biodiversité, (6) l'épuisement de pêcheries. Concernant chacun de ces problèmes globaux, nous avons étudié, d'une part, la contribution relative de chacun des

pays aux pressions globales sur l'environnement et, d'autre part, certains impacts ressentis plus localement par ces mêmes pays. Avec ce choix nous tentons de considérer les problèmes d'environnement à la fois selon leur importance planétaire (ce qui est important pour la question d'une extension des modèles occidentaux au monde), et selon leurs impacts locaux (directement impliqués dans le développement d'un pays).

Les pays choisis appartiennent géographiquement et économiquement à deux groupes distincts :

- Cinq pays d'Europe de l'Ouest : Belgique, France, Pays Bas, Royaume Uni et Suisse ;
- Cinq pays d'Afrique de l'Ouest : Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Guinée-Bissau et Sénégal.

Chacun de ces deux groupes représente une surface équivalente avec une certaine diversité géographique et socio-économique dans un espace régional commun, respectivement en Europe et en Afrique. Par simplicité dans ce qui suit, ces groupes seront (sauf quand cela est précisé autrement) dénommés "Europe" et "Afrique", sans pour autant signifier donc qu'il s'agisse de l'ensemble de ces continents.

Résultats par problématiques

Utilisation des terres par l'homme

Le rapport d'une société avec son espace de vie est fonction d'une multitude de paramètres sociaux, économiques et environnementaux. Vitousek et al. (1997b) considèrent la transformation du territoire comme l'une des perturbations majeures, en admettant que ce thème englobe différentes activités aux intensités et impacts très différents.

La contribution de chaque pays à la pression sur les terres mondiales peut s'illustrer par l'empreinte écologique exprimée en hectares (ha) équivalents de productivité moyenne mondiale par habitant. Cette empreinte agrège, selon une méthodologie particulière (Wackernagel et al., 2000), un ensemble d'impacts, y compris l'utilisation de l'espace repris dans d'autres de nos indicateurs. De plus, ce concept se plaçant dans une perspective d'utilisation de ressources renouvelables uniquement, les utilisations énergétiques y sont incluses en équivalents-production de biomasse. Notons toutefois la grande importance relative de la part correspondant à l'utilisation d'énergie : plus de la moitié en tous cas pour les pays européens. Cette empreinte est donc loin d'être un "espace" au sens direct du terme.

L'indicateur du pourcentage de territoire semi-naturel, proposé par Prescott-Allen (2001) sous l'appellation de « territoire modifié », correspond à l'espace modérément ou fortement influencé par l'homme excepté par les cultures et le bâti. De ce fait, les pâturages y sont également comptabilisés.

³ B. Lomborg a défrayé la chronique début des années 2000 pour avoir actualisé des thèses optimistes de l'économiste J. Simon sur la compatibilité du développement économique et de l'environnement, en produisant un livre polémique se voulant le contrepied des analyses relativement alarmistes de *L'état de la planète*, publié annuellement depuis 1984 par le Worldwatch Institute dont Lester Brown est le fondateur.

⁴ D'autres configurations restent évidemment possibles, voir, par exemple, le rapport Geo-3 (PNUE, 2002) et celui du Millennium Ecosystem Assessment (2005). Citons en particulier les problèmes d'érosion des sols, ou de diffusion de substances toxiques.

Tableau 1. Données socio-économiques des pays considérés

Pays	Population (millions)	Pop. Rurale (millions)	Superficie (millions)	Biocapacité (millions)	PIB/hbt (USD/hab)	Indice de bien-être humain (millions) *
Source	FAO (2003)	FAO (2003)	PNUE (2003)	Wackernagel et al. (2000)	PNUE (2003)	Prescott-Allen (2001)
Date de la donnée	2000	2000	2000	1996	2001	2000
Belgique	10	0,3	3	23	22 323	80
France	59	14,5	55	249	22 129	75
Pays-Bas	16	1,7	4	37	23 701	78
Suisse	7	2,3	4	17	34 171	78
Royaume-Uni	60	6,4	24	107	24 219	73
Moyenne groupe Europe	30	5	18	87	23 599	75
Bénin	6	3,6	11	8	368	27
Burkina Faso	12	9,4	27	8	215	17
Côte d'Ivoire	16	8,6	32	28	634	20
Guinée-Bissau	1	0,9	4	3	162	13
Sénégal	9	5,0	20	8	476	20
Moyenne groupe Afrique	9	5	19	11	452	20
Rapport grE/grA	3	1	1	8	52	4

Définition de l'indice de bien-être humain proposé par Prescott-Allen (2001, p.13 notre traduction) : Moyenne des indices de santé et population, richesse, savoirs, communauté et équité ou la moyenne des indices de santé et population, richesse, savoirs et communauté, celui des deux qui est inférieur.

Tableau 2. Perturbation du territoire.

	Empreinte écologique (ha ég./hab)	Territoire semi-naturel (%)	Territoire bâti (%)	Territoire cultivé (%)	Territoire naturel (%)
Source	Wackernagel et al. (2000)	Prescott-Allen (2001)	Prescott-Allen (2001)	Prescott-Allen (2001)	Prescott-Allen (2001)
Date de la donnée	1996	2000	2000	2000	2000
Belgique	6,08	42	17,7	40,3	0,0
France	7,30	55,1	5,4	39,3	0,2
Pays-Bas	5,98	49,9	16,5	33,5	0,0
Suisse	6,60	78,4	7,1	14,1	0,4
Royaume-Uni	6,26	51	12,1	36,9	0,0
Moyenne groupe Europe	6,64	54	8,0	33	0,1
Bénin	0,97	69,6	2,5	14,9	13
Burkina Faso	0,90	71,2	2	14,8	12
Côte d'Ivoire	0,95	49,4	2,2	27,4	21
Guinée-Bissau	0,80	84,4	2	12,8	0,8
Sénégal	1,06	81,5	2,2	15,3	1
Moyenne groupe Afrique	0,96	65	2,1	17	10
Rapport grE/grA	7	1	4	2	1/100

Le « territoire bâti » est le territoire occupé par des constructions, infrastructures de transport et autres structures humaines, dont les mines et carrières, décharges, parcs et jardins urbains. Le « territoire cultivé » est la partie subissant des modifications, notamment par le labour.

Le taux d'urbanisation (territoire bâti) est quatre fois plus élevé en Europe, et le taux d'occupation des cultures y est deux fois plus élevé. En revanche, selon la comptabilité de Prescott-Allen (2001), il apparaît que le territoire semi-naturel serait aussi important dans le groupe des pays africains que dans le groupe européen. Cette notion inclut des pâturages en partie artificialisés d'une manière différente suivant qu'ils sont clôturés (au Nord) ou non (au Sud). Ce qui reste de l'occupation du sol est constitué par les terrains « naturels », c'est-à-dire quasi-non modifiés par l'homme. Il n'y en a pratiquement plus en Europe de l'Ouest, ce qui fait observer un ratio de 1 à 100 en faveur de notre échantillon africain.

Au-delà de ces ordres de grandeur, du point de vue de l'impact sur l'environnement, il faudrait mesurer de façon beaucoup plus précise les conséquences de ces divers types de transformation des terres dans leurs relations à divers facteurs critiques. Le Tableau 2 met en évidence que le différentiel de responsabilité mondiale (empreinte écologique) est plus important que le différentiel d'impact dans les deux régions de référence. Le calcul de l'empreinte écologique, qui inclut de l'environnement « importé », explique sûrement en partie cette différence. L'Afrique semble seule à encore disposer d'une « réserve naturelle d'espace »⁵ qui pourrait, de par sa raréfaction, représenter un terrain de conflit entre « développeurs » et « conservateurs » mondiaux. Cet espace peut constituer l'un des enjeux de la mondialisation économique. La privatisation est en effet susceptible de remettre en cause le principe de la « terre nourricière » chère au régime foncier traditionnel africain (la terre n'appartient au cultivateur que le temps de ses cultures, ce qui empêche aussi toute exploitation différée).

Modification de la composition de l'atmosphère

Les principaux perturbateurs atmosphériques émis par l'homme, avec des conséquences sur le climat, sont les gaz à effet de serre (GES) avec en tête le CO₂.

L'Afrique dans son ensemble ne contribue qu'à raison de moins de 3,5% aux émissions mondiales de CO₂, et encore ces émissions sont-elles surtout le fait de l'Afrique du Nord et du Sud (Marland et al., 2001). En revanche, ce continent est globalement la région la plus vulnérable aux impacts du changement climatique et le Groupe international d'experts sur le climat (GIEC) y prévoit l'intensification de la sécheresse et des

inondations associées au phénomène El Niño, mettant en péril la sécurité alimentaire, étant donné que la pauvreté y réduit la capacité d'adaptation (GIEC, 2001). Les côtes du Golfe de Guinée, où un tiers de la population se concentre sur une frange côtière de 60 km (PNUE, 2003) seraient, par exemple, menacées par la remontée du niveau des mers, en particulier au Sénégal, en Gambie, et en Guinée-Bissau (GIEC, 2001)⁶.

On constate que si les pays européens considérés, en particulier les Pays-Bas, peuvent aussi craindre des effets du réchauffement climatique, ils portent, par contre, une plus grande responsabilité dans ce phénomène, émettant par habitant six fois plus de GES que leurs homologues africains (voir *supra*, tableau 3), et ce sans compter la responsabilité historique (accumulation d'émissions dans l'atmosphère)⁷. Cet ordre de grandeur est bien supérieur aux réductions auxquelles les pays européens se sont engagés dans la première phase du Protocole de Kyoto (réduction de l'ordre de 7% des émissions entre 1990 et 2010). Ajoutons que les pays économiquement riches ont aussi un accès relativement plus aisé à des mesures d'adaptation, comme cela est souligné dans divers rapports du GIEC.

Beaucoup d'analyses par indicateurs prennent la superficie comme « proxy » implicite de l'environnement. Les émissions par unité de surface apparaissent alors comme une mesure de la pression environnementale locale. Cette première approximation donnerait un rapport de 21 à 1 entre le groupe Europe et le groupe Afrique. Dans le cadre de la comparaison intercontinentale des perturbations du cycle des GES, un tel dénominateur présente cependant un biais important. En effet, il ne tient pas compte du cycle naturel correspondant, très différent sur une surface désertique ou une forêt tempérée, par exemple.

Pour corriger ce biais, nous partons de l'hypothèse que le cycle naturel des principaux GES est proportionnel à la productivité primaire nette des écosystèmes. La biocapacité définie par Wackernagel et al. (2000) et reprise dans le premier tableau ci-dessus est une traduction de cette productivité primaire en terme de surface équivalente de productivité moyenne mondiale. Cette biocapacité pourrait être plus représentative de la surface intervenant dans le cycle des GES que ne l'est la superficie brute. Le rapport entre input artificiel de GES et biocapacité en ha serait alors lié à ce que nous voulons comparer, à savoir la perturbation du cycle naturel. C'est pourquoi nous proposons cet indicateur en dernière colonne. Il montre un rapport limité, de 3 à 1 pour le groupe du Nord.

⁵ Avec les nuances habituelles qu'il faut apporter à cette naturalité, vu l'omniprésence de l'homme et de son utilisation du milieu sur notre planète.

⁶ Ce dernier pays a, par exemple, une surface à marée basse d'un quart plus grande qu'à marée haute, les eaux saumâtres pénétrant jusqu'à 100 km à l'intérieur des terres.

⁷ Ce rapport monte à 19% pour les émissions de CO₂ énergétique par habitant.

Tableau 3. Perturbation de l'atmosphère

	Émissions de CO ₂ énergétique par hab (kg CO ₂ éq./hab)	Émissions de GES* par hab (kg CO ₂ éq./hab)	Émissions de GES par surface du pays (kg CO ₂ éq./hab)	Émissions de GES par biocapacité (kg CO ₂ éq./ha éq.)
Source	Prescott-Allen (2001)	calculé	calculé	calculé
Date de la donnée	2000	2000	2000	2000
Belgique	10 065	14 333	48 119	6 290
France	5 749	8 699	9 343	2 072
Pays-Bas	10 401	13 648	52 133	5 792
Suisse	5 678	7 235	12 563	3 127
Royaume-Uni	8 694	11 073	27 185	6 186
Moyenne groupe Europe	7 676	10 456	17 526	3 677
Bénin	119	1 573	876	1 164
Burkina Faso	87	2 218	934	3 024
Côte d'Ivoire	820	1 064	528	616
Guinée-Bissau	188	3 705	1 230	1 365
Sénégal	329	2 306	1 104	2 683
Moyenne groupe Afrique	410	1 770	835	1 406
Rapport grE/grA	19	6	21	3

* CO₂, CH₄, N₂O, PFCs, HFCs, SF₆, sans les changements d'utilisation du sol (données WRI, 2005), auxquels nous avons ajouté les émissions de CO₂ dues au brûlis⁸ (d'après données 1995 de Olivier, 2002)

Tableau 4. Perturbation du cycle de l'eau

	Ressources totales renouvelables en eau (mm éq./an)	Ressources en eau du sous-sol (mm éq./an)	Usages domestiques en eau (mm éq./an)	Usages industriels en eau (mm éq./an)*	Usages agricoles en eau (mm éq./an)	Perturbation par les surfaces arables et urbaines (mm éq./an)	Perturbation hydrique (%)
Source	FAO (2003)	FAO (2003)	FAO (2003)	FAO (2003)	FAO (2003)	Calculé **	Modélisé ***
Date de la donnée	1961-1990	2000	2000	2000	2000	2000	2000
	a	b	c	d	e	f	g
Belgique	599	29	23,7	219	1	275	67
France	369	181	11,4	54	7	143	50
Pays-Bas	2 191	108	11,7	115	65	776	41
Suisse	1 296	61	15,1	46	1	218	21
Royaume-Uni	605	40	8,5	30	1	219	40
Moyenne groupe Europe	566	130	11,2	55	8	195	43
Bénin	220	16	0,3	0,24	2	43	21
Burkina Faso	46	35	0,3	0,01	3	7	21
Côte d'Ivoire	251	117	0,7	0,34	2	28	12
Guinée-Bissau	858	388	0,3	0,02	3	85	10
Sénégal	200	39	0,5	0,30	7	28	18
Moyenne groupe Afrique	200	75	0,5	0,21	3	26	15
Rapport grE/grA	3	2	23	264	2	8	3

Légende : * y compris usage pour le refroidissement, ** part des surfaces arables et urbaines appliquée au total des ressources disponibles. L'unité utilisée (mm équivalent/an) correspond à un volume d'eau par unité de surface totale (100 l/ha), ou la hauteur d'eau moyenne en chaque point, *** $g = 1 - (1 - c/a) \times (1 - d/a) \times (1 - e/a) \times (1 - f/a)$

⁸ On ne devrait ajouter que les brûlis qui déstockent le carbone définitivement, non celui qui entre dans une rotation, mais les données nous manquent pour l'estimer.

Cet exemple illustre la sensibilité de la comparaison de pays aux indicateurs proposés. Le tableau 3 confirme que la responsabilité du Nord pour la problématique de la modification de l'atmosphère est plus grande que celle du Sud, mais avec des ordres de grandeur variant selon les bases de comparaison. Dans ce problème particulièrement investi du changement climatique, la façon dont on comptabilise les écarts a des conséquences directes sur les critères selon lesquels on pense la justice internationale et son avenir.

Perturbations du cycle de l'eau

Au niveau mondial, l'humanité utilise plus de la moitié du flux d'eau fraîche et accessible, avec environ 70% d'utilisation pour l'agriculture (Postel et al., 1996). Les perturbations humaines du cycle hydrologique naturel sont multiples : non seulement en raison de l'utilisation directe d'eau dans différents processus, comme l'agriculture ou la production d'électricité, mais également du fait de la canalisation des cours des eaux, du drainage des zones humides ou de l'imperméabilisation des surfaces de percolation (urbanisation). De nombreux cas de rupture apparaissent à différentes échelles, entraînant des problèmes locaux, comme des inondations ou des sécheresses, des conflits, des problèmes d'insalubrité, mais aussi des problèmes globaux dus à la modification de l'évapotranspiration, à la réduction du débit des plus grands cours d'eau, voire à la modification de grandes étendues d'eaux intérieures (lac Tchad par exemple), entraînant des problèmes économiques, sanitaires ou climatiques (Kotlyakov, 1991 ; Milly et Dunne, 1994).

Les utilisations d'eau se succèdent au cours du cycle, avec éventuellement des réutilisations successives s'accompagnant d'une modification de la qualité de l'eau⁹. Comme les perturbations successives sont additionnées, à l'instar de la plupart des bases de données internationales (AEE, 2003 ; WRI, 2003), l'indicateur de « perturbation hydrique », habituellement calculé par la simple somme arithmétique des perturbations divisée par les ressources, pourrait dépasser les 100%. Pour éviter ce biais, nous proposons un modèle multiplicatif : des pourcentages de perturbation ne s'appliquent qu'à l'eau non encore perturbée précédemment (voir la formule g dans la note du tableau 4).

La quantité d'eau disponible est en moyenne trois fois plus élevée dans le groupe européen que dans le groupe africain, même si on note de fortes variations internationales (de 46 mm au Burkina Faso à 2 191 mm aux Pays-Bas), sans parler de différences locales qui constituent un facteur critique dans certaines zones arides d'Afrique. Les ressources renouvelables

d'eau souterraine sont en moyenne deux fois plus élevées dans le groupe européen.

Les utilisations domestiques par unité de surface sont en moyenne 23 fois plus élevées dans les pays du Nord, tandis que les utilisations industrielles cumulatives y sont près de 264 fois plus élevées. Les usages agricoles sont deux fois plus élevés au Nord, à cause du poids marquant des Pays-Bas¹⁰ et de la France (sans lesquels le rapport s'inverserait en faveur des pays africains).

L'agriculture et l'urbanisation sont les principaux facteurs de modification des conditions de ruissellement de l'eau de pluie captée, et sont en outre souvent accompagnés d'ouvrages modifiant directement les écoulements. Le changement de conditions d'érosion et de sédimentation ajoute à son tour des modifications en cascade sur le cycle de l'eau. Les cultures permanentes, les pâturages et les forêts, en maintenant constante la couverture du sol, jouent, en première approximation, un rôle moins déterminant dans ces phénomènes. Il résulte des calculs que les surfaces transformées par l'urbanisation ou l'agriculture perturbent huit fois plus le cycle de l'eau en Europe qu'en Afrique.

Ramenées au *pro rata* des ressources disponibles, il ressort qu'en moyenne, le cycle hydrique des pays européens subit trois fois plus de perturbations que celui du groupe des pays africains. Nous avons calculé, par ailleurs, que le rapport des responsabilités dans cette perturbation du cycle hydrique local est de 0,8 si l'on compare la part de perturbation provoquée par chaque million d'habitants en Europe (1,4%) et en Afrique (1,8%).

Le mode de calcul national et annuel de tout indicateur de ce type masque les problèmes sous-jacents liés, par exemple, à la saisonnalité des ressources et des utilisations (pression accrue sur les ressources en saison sèche en Afrique), et aux difficultés pour l'environnement, comme pour l'homme, de bénéficier d'une eau de qualité suffisante au lieu et au moment opportun. Il faudrait préciser le pourcentage d'utilisation des ressources souterraines, en particulier en saison sèche dans les régions subsahariennes, car ce sont elles qui subissent probablement la plus grande pression. C'est le cas aussi, *mutatis mutandis* dans certaines régions d'Europe.

Ces ordres de grandeur suggèrent, en deçà des indicateurs agrégés, que ce sont les types d'utilisation qui sont cruciaux. Actuellement, avec des taux d'utilisation moyens équivalents, il y a davantage de problèmes sérieux liés à l'eau en Afrique de l'Ouest qu'en Europe de l'Ouest, et ce à la fois pour la santé et

⁹ Le refroidissement de centrales électriques est un exemple d'utilisations largement répandues en Belgique et en France, qui n'empêche pas une réutilisation future, mais interrompt le cycle quantitativement (évaporation) et qualitativement (pollution thermique).

¹⁰ Le contrôle de l'eau « agricole » concerne principalement le drainage aux Pays-Bas, alors que dans la plupart des autres pays, il s'agit surtout d'irrigation.

pour l'environnement. Une rapide augmentation des prélèvements (et une diminution des réserves) dans une société très agraire, avec peu ou pas de ressources pour la dépollution, peuvent causer des problèmes aigus. Un nouvel indicateur de « stress hydrique » tenant compte du potentiel local de perturbation devrait être développé : il est en effet possible qu'apparaisse une irréversibilité (sécheresse, inondations etc.) dans un contexte donné, au delà d'un certain pourcentage de perturbation. Un pays, ou plutôt une région (vu le caractère plus local de ce type de phénomène), ne devrait alors pas dépasser ce seuil de bonne gestion, toute perspective de développement se basant sur des cycles de recyclage et de réutilisations sans perturbation naturelle supplémentaire. Néanmoins, au vu des chiffres que nous présentons, il semble que certaines régions d'Afrique de l'Ouest gardent un « potentiel de perturbation hydrique soutenable », inexploité pour un développement humain.

Remarquons que l'article de Vitousek et al. (1997b) ne mentionne pas la qualité de l'eau¹¹. Toutefois, l'indicateur « quantitatif » d'utilisation des ressources, pourvu qu'il soit calculé à une échelle temporelle et géographique suffisamment petite, peut fournir des indications sur différentes problématiques liées à l'eau. C'est souvent quand l'eau devient rare ou surexploitée, ou que son écoulement naturel a été perturbé, qu'elle pose des problèmes sanitaires, d'inondations, de sécheresses et autres.

Modification du cycle de l'azote

Les activités humaines enrichissent aujourd'hui au moins autant les écosystèmes en azote assimilable¹² (environ 140 millions de tonnes par an) que toutes les sources naturelles combinées (Galloway et al., 1995 ; Vitousek et al., 1997a). La production d'engrais, la culture de plantes fixatrices, ou la combustion en présence d'azote atmosphérique participent à ces processus sur les continents. Malgré le fait qu'environ 120 millions de tonnes d'azote sont annuellement dénitrifiées par les écosystèmes terrestres, ceux-ci s'enrichissent en azote (Duvigneaud, 1980, p. 199). Les océans, avec une dénitrification d'environ 25 à 99 millions de tonnes par an (Ibid.) ne peuvent compenser l'enrichissement global en azote assimilable. Les conséquences de cet enrichissement du cycle biogéochimique concernent, entre autres, le renforcement de l'effet de serre, le phénomène des « pluies acides », l'eutrophisation des cours d'eau, la diminution de la visibilité (smogs hivernaux), l'augmentation de la concentration d'ozone ou de petites particules en suspension dans l'air ambiant (Galloway et al., 1995 ; Vitousek et al., 1997b ; Galloway, 2001 ; Galy-Lacaux et al., 2003). Cet enrichissement

contribue également à la pollution en nitrates des nappes d'eaux souterraines qui constituent souvent les principales sources d'eau de consommation humaine. Ces phénomènes sont particulièrement prononcés en Europe sans que l'on n'y relève d'amélioration notable (AEE, 2003). Les estuaires sont enfin à leur tour pollués par un excès de nutriments, avec des impacts majeurs sur la biodiversité et la viabilité de la pêche (Hallegraeff, 1993 ; Nixon et al., 1996 ; PNUE, 2003).

Les émissions d'oxyde d'azote (NOx) et d'ammoniac (NH₃) – composés responsables de plus de la moitié¹³ de l'apport anthropique mondial – ne diminuent que très lentement en Europe occidentale (AEE, 2007). En Afrique de l'Ouest, le phénomène est peu étudié, mais l'importance de l'incinération de biomasse (agriculture sur brûlis) et des changements d'occupation du sol ne doit pas être négligée (Galy-Lacaux et al., 2003 ; Lacaux et Sigha, 2003).

A l'échelle d'un pays, les points d'entrée artificielle de l'azote dans les écosystèmes sont l'épandage d'engrais minéraux azotés, la combustion et la culture de légumineuses. A ces entrées directes dans l'écosystème, il faut ajouter la balance d'importation commerciale nette (positive ou négative) d'azote sous forme de protéines. Ces dernières, consommées par les animaux et les habitants, finissent en effet par s'ajouter aux inputs d'azote dans les écosystèmes via les épandages de lisiers et les égouts.

Le tableau 5 ci-dessus reprend une estimation de la quantité d'azote introduite par les activités humaines dans le cycle biogéochimique de chaque pays sélectionné, exprimée en kg d'azote (N) par unité de surface nationale.

La consommation d'engrais minéraux introduit annuellement 50 fois plus d'azote à l'ha dans le cycle en Europe qu'en Afrique, tandis que ce rapport est de 67 pour la combustion. La part d'azote fixé par les cultures de légumineuses est négligeable, de même que la quantité d'azote alimentaire importée nette (sauf pour les Pays-Bas où c'est une exportation nette de près de 11 tonnes par an et par ha).

Ce bilan nous permet d'estimer grossièrement l'input d'azote anthropique par hectare dans chaque pays. Au total, alors que les pays africains font apparaître un apport moyen d'environ 2kg N/ha/an, les pays européens seraient 26 fois plus confrontés à cet enrichissement.

¹¹ En Afrique, la pollution de l'eau devient de plus en plus préoccupante car elle limite l'accès à l'eau salubre (PNUE, 2002, p. 159), facteur majeur de maladies et de décès.

¹² Contrairement à l'azote atmosphérique sous forme de N₂ que l'on peut qualifier d'inerte.

¹³ Des 140 millions de tonnes d'azote (N) ajoutés annuellement au cycle, 34 le sont sous forme de NOx et 43 sous forme de NH₃ (Galy-Lacaux et al., 2003).

Tableau 5 : Perturbation du cycle de l'azote

	Consommation d'engrais minéraux (Kg N/ha/an)	Combustion (Kg N/ha/an)	Cultures de légumineuses (Kg N/ha/an)	Import net de N alimentaire (Kg N/ha/an) **	Input anthropique d'azote (Kg N/ha/an)	Input anthropique d'azote par biocapacité (Kg N/ha éq/an)
Source	FAO (2004a)	EMEP (2003) et estimations *	Eurostat (2004) et estimations	calculé	calculé	Calculé
Date de la donnée	2000	2000	1997	1996	2000	2000
	a	b	c	d	e ***	f
Belgique	48,9	26,1	1	-0,1	76	10
France	42,0	6,9	3	2,4	54	11
Pays-Bas	72,2	27,7	1	-11,3	89	11
Suisse	11,7	5,9	1	0,5	19	5
Royaume-Uni	45,9	19,9	2	4,5	72	15
Moyenne groupe Europe	43,3	11,9	2	2,16	60	12
Bénin	1,3	0,1	1	-0,1	3	4
Burkina Faso	0,4	0,0	1	0,0	1	5
Côte d'Ivoire	1,2	0,4	2	0,1	3	4
Guinée-Bissau	0,3	0,1	1	0,0	1	1
Sénégal	0,8	0,1	1	-0,2	2	5
Moyenne groupe Afrique	0,9	0,2	1	-0,03	2	4
Rapport grE/grA	50	67	2	-63	26	3

Légende : * Groupe du Sud estimé d'après ses émissions de CO₂ et le rapport entre émissions d'azote oxydé et de CO₂ du groupe européen, ** Estimé d'après la composition en protéines (Ramseyer, 2002 ; FAO, 1949) et donc d'azote (FAO/WHO, 1973) des aliments, et les statistiques de commerce international de la FAO (Wackernagel et al., 2000). Un chiffre négatif indique un solde exportateur. *** Input anthropique d'azote e=a+b+c+d

Il reste à évaluer quelle part représente cet input par rapport à la fixation naturelle d'azote dans chaque pays. En première approximation, nous considérons que le cycle biogéochimique est proportionnel à la productivité primaire des écosystèmes considérés, donc à la biocapacité (de productivité-équivalente mondiale) calculée par Wackernagel et al. (2000). Le rapport entre input artificiel d'azote et biocapacité en ha est donc lié à la perturbation du cycle naturel. Cet indicateur figure en dernière colonne et montre un rapport de 3 à 1 pour le groupe européen.

Nous avons calculé (hors tableau) que la responsabilité de chaque pays pour cette problématique est de 36 kg de fixation par habitant au Nord contre 5 au Sud, soit un rapport de 7. Ici encore, la responsabilité du Nord est proportionnellement plus grande que les impacts ressentis.

Perte de biodiversité

Les changements d'affectation des terres, les besoins en ressources, le dépôt de nutriments et de polluants, les cultures, les pâturages, la fragmentation et l'appauvrissement des habitats et l'augmentation des espèces invasives, représentent des contraintes majeures pour le maintien de la biodiversité des écosystèmes. Ces évolutions attribuables aux activités humaines entraînent des modifications importantes de la distribution des espèces sur la planète.

Notons que le maintien de la biodiversité constitue l'un des problèmes écologiques pour lequel les choix et les priorités

peuvent différer assez fortement selon les acteurs et les situations. Ainsi, l'utilité socio-économique locale de la protection des espèces naturelles, peut différer, de manière conséquente, de la valeur qui est donnée au maintien de la biodiversité, notamment au niveau international.

La responsabilité dans la perte de biodiversité est estimée par Wackernagel et al. (2000) comme un pourcentage de l'empreinte écologique (12% pour le rapport Brundtland, 10% pour le World Wildlife Fund, 30-60% pour les Conservation Biologists). Le rapport Europe/Afrique est de 7 à 1 comme pour l'empreinte écologique des « terres » repris dans le tableau 2.

Le pourcentage moyen d'espèces indigènes menacées (oiseaux et mammifères) est trois fois plus élevé dans le groupe des pays du Nord que dans le groupe des pays du Sud¹⁴, ce qui illustre une pression relative plus importante sur la biodiversité indigène du Nord.

¹⁴ Il faut rester attentif au fait que les indicateurs relatifs présentés ici n'intègrent pas les différences de richesses biologiques des différents pays. En chiffres absolus, il y a deux fois plus d'espèces de mammifères et d'oiseaux dans le groupe du Sud.

Tableau 6. Perturbation de la biodiversité

Source	Part moyenne d'espèces de mammifères et d'oiseaux menacés (%)	Evolution de la surface de la forêt (%)	Domestication de la productivité écologique (%)
	Prescott-Allen (2001)	FAO (2004a)	Wackernagel et al. (2000)
Date de la donnée	2000	1980-1994	1996
Belgique	9,8	+0,1	98
France	10,1	+0,2	92
Pays-Bas	10,3	+1,1	96
Suisse	4,3	+0,9	94
Royaume-Uni	12,2	+1,0	99
Moyenne groupe Europe	9,4	+0,4	94
Bénin	1,9	-1,0	58
Burkina Faso	2,5	-0,0	100
Côte d'Ivoire	4,6	-0,5	58
Guinée-Bissau	0,9	-0,0	30
Sénégal	3,8	-0,1	75
Moyenne groupe Afrique	3,1	-0,3	65

Complexes à appréhender, les évolutions en matière de faune et végétation sont notamment coréées avec l'évolution des forêts. Entre 1980 et 1994, le monde aurait perdu 8 936 000 ha par an soit 0,21% de la forêt globale (FAO, 2004a). Cette tendance est très inégalement répartie dans le monde. A l'inverse de l'évolution globale, l'Europe occidentale augmente son couvert forestier d'environ 177 000 ha par an (+ 0.15% par an). Suivant la même source, l'Afrique de l'Ouest subit une déforestation à raison d'environ 311 000 ha par an (- 0,32%). Ces chiffres globaux masquent le fait que ce sont des forêts de haute qualité biologique qui disparaissent, alors que les augmentations observées concernent des forêts secondaires de moindre intérêt en terme de biodiversité.

Lorsque l'on s'intéresse à la vitesse de déforestation annuelle, on constate que les pays africains sélectionnés subissent des taux de déforestation relativement modérés alors que les pays européens se reboisent au même rythme relatif.¹⁵

La dernière colonne du tableau vise à estimer la part de productivité biologique qui est « domestiquée » au profit de l'homme. Il s'agit du rapport entre l'empreinte écologique de production (Wackernagel et al., 2000) et la biocapacité (Ibid.). L'empreinte écologique de production représente l'utilisation par l'économie du pays de sa biocapacité en km² (de productivité équivalente mondiale) par habitant. La biocapacité est la capacité de production écologique, ici exprimée en km²/habitant. Le calcul fait apparaître, dans les pays africains considérés, un niveau de domestication de la productivité écologique déjà élevé : d'après

cet indicateur, et aux approximations statistiques près¹⁶, les écosystèmes du européens seraient – seulement – une fois et demi plus domestiqués que les écosystèmes africains.

Epuisement des pêcheries

Le pourcentage des stocks mondiaux de poissons, qui sont épuisés, surexploités ou en cours de reconstitution, augmente sans cesse et approcherait aujourd'hui les 25% (FAO, 2004b).

Pour traiter des pressions touchant aux pêcheries, les indicateurs que nous avons repris, traitent de la consommation, d'une part, et des prises effectuées par les pays considérés, d'autre part. Notons qu'il existe des variations significatives et diverses à l'intérieur des deux groupes.

L'empreinte écologique globale, exercée par la consommation africaine de poissons sous forme fraîche ou dérivée (ha/hab), est trois fois moins importante que celle calculée pour les pays européens, seul le Sénégal ayant une empreinte équivalente à ces derniers (voir *supra*, tableau 7).

Les facteurs importants pour rendre compte de la situation sont : la disponibilité du poisson, les produits de la pêche, les habitudes de consommation locales, et enfin le degré plus ou moins grand de préparation du poisson avant commercialisation.

¹⁵ C'est dans des pays pauvres non tropicaux que le déboisement serait relativement le plus important (IDD, 2001). Les exceptions à la règle sont rares (Cap Vert, Japon, Finlande) tandis que dans l'extrême Sud les pays développés d'Océanie (Australie, Nouvelle-Zélande) se reboisent comme les pays développés du Nord.

¹⁶ Pour le Burkina Faso, Wackernagel et al. (2000) calculent une empreinte de production légèrement supérieure à la biocapacité. Dans ce cas, leur modèle prévoit de limiter l'empreinte de production à la valeur de la biocapacité, d'où le chiffre assez étonnant de 100% si l'on considère que 12% du territoire seraient naturels d'après notre premier tableau. Il y a là vraisemblablement un effet de l'imprécision des statistiques de base disponibles.

Tableau 7. Exploitation des pêcheries

Source	Empreinte écologique de la consommation de poissons (ha/hab)	Consommation de poissons marins (kg/hab)	Capacité de flotte (t cap/km ²)*	Déficit de production de poissons marins (% de baisse)	Rapport entre les captures marines territoriales/km ² et la capacité marine (t/km ² éq.)
	Wackernagel et al. (2000)	FAO (2004a)	Prescott-Allen (2001)	FAO (2004a)	FAO (2004a) ; Wackernagel et al. (2000)
Date de la donnée	1996	2001	1995	1950-2001	2001
Belgique	0,056	3	7,75	-60	510
France	0,089	10	1,02	-5	7
Pays-Bas	0,082	34	2,78	-13	286
Suisse	0,055	1	0,9	-41	
Royaume-Uni	0,055	6	0,46	-24	16
Moyenne groupe Europe	0,071	10	2,58	-16	15
Bénin	0,011	2	1,40	-13	20
Burkina Faso	0,001	1	nc	0	---
Côte d'Ivoire	0,035	9	0,26	-28	29
Guinée-Bissau	0,014	3	0,1	-31	1
Sénégal	0,060	38	4,75	-11	85
Moyenne groupe Afrique	0,027	12	1,63	-14	44
Rapport grE/grA	3	1	2	1	1/3

Légende : * Prises de poissons en tonnes par km² de zone de pêche.

Les pays ayant la plus grande consommation apparente (avant transformation) sont le Sénégal et les Pays-Bas. Le Sénégal apparaît également dans les scores les plus élevés en ce qui concerne la capacité de flotte (en tonnes) par km² de zone de pêche (y compris en eau douce), juste après la Belgique. Ce dernier indicateur est lié à la capacité de ces pays de pêcher dans les eaux poissonneuses nationales, étrangères ou internationales. Inversement, la Guinée-Bissau, qui bénéficie de l'une des côtes les plus poissonneuses de la planète, mais doté d'une capacité de pêche des plus réduites, voit ses ressources exploitées au large par les chalutiers congélateurs européens, coréens et russes peu regardants sur la préservation du milieu¹⁷.

Le rapport entre la valeur de production en 2001 et la valeur maximale de production mesurée entre 1950 et 2001 (quatrième colonne du tableau 7) est utilisé par Burke et al. (2001, p. 53). Il représente une estimation du potentiel maximum de production, c'est-à-dire de la biocapacité des zones couvertes par les pêcheurs de chaque pays. Les déficits observés donnent une idée de la baisse de la productivité et donc de la perte de biomasse des pêcheries exploitées. Cet indicateur traduit une pression équivalente sur les zones de pêche d'Afrique de l'Ouest (-14%) et sur celles d'Europe de l'Ouest (-16%).

Le dernier indicateur proposé (colonne de droite) représente le rapport entre les captures marines dans les eaux territoriales et la « capacité marine » ramenée en surface de pêche équivalente de

productivité mondiale moyenne. Cet indicateur illustre l'ordre d'importance des eaux territoriales soumises à un excès de pêche. On observe en tête les eaux belges, néerlandaises et sénégalaises, c'est-à-dire celles des pays ayant les plus grands excédents de capacité de pêche.

En lien avec la problématique de l'azote abordée plus haut, le rapport du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE, 2003) révèle la présence de « zones mortes » à travers les mers et océans de la planète. Les zones de pêche européennes souffrent de ce phénomène (PNUE, 2003 ; AEE, 2003), résultat d'une surabondance de nutriments, surtout d'azote, de fertilisants agricoles, de pollution industrielle, automobile et de déchets.

En conclusion, si la responsabilité de la pression sur les pêcheries mondiales est trois fois plus élevée au Nord qu'au Sud, les impacts sont largement équivalents : il n'existe plus de marge de développement. La problématique de la pêche relève d'une gestion durable des ressources mondiales, qui ne se limite pas à la « conquête de nouveaux espaces », comme c'est le cas pour d'autres problématiques de la mondialisation en cours.

Discussion et conclusion

En conclusion nous voudrions d'abord revenir sur les enseignements de notre recherche quant à l'usage des indicateurs dans ce type de comparaison. Ensuite, le plus essentiel pour le développement durable, nous tenterons de discuter les résultats obtenus quant aux impacts des deux groupes de pays en relation avec leur mode actuel et futur de développement.

¹⁷ L'élevage de crevettes, déjà responsable de la disparition de plus de 50% des mangroves dans le monde, représente un danger supplémentaire (Kestemont et Le Menach, 1992 ; Martinez-Allier, 2002 ; PNUE, 2003).

Quelques limites de l'analyse par indicateurs

Mentionnons d'abord les imprécisions issues des sources de données, notamment en ce qui concerne les pays africains. Parmi nos résultats, nous avons constaté plusieurs fois des ressemblances entre les données mesurées à l'intérieur d'un même groupe de pays. Il faudrait considérer de façon plus approfondie si ceci n'est pas influencé par des biais.

Il existe aussi des influences mutuelles entre les indicateurs considérés. Des pressions exercées sur un domaine induisent des impacts sur la fragilité ou la vulnérabilité d'autres. Le CO₂ influence le climat, qui, avec les modifications territoriales, influence la répartition des pluies, la disponibilité en eau, ainsi que progressivement la biodiversité. La disponibilité en eau, avec la concentration en nutriments, a un impact sur la biodiversité et sur les stocks de poissons. Toutes ces problématiques ont, directement ou indirectement, un impact sur les potentialités de développement humain durable.

Par ailleurs, ces deux groupes de résultats posent aussi des questions sur l'utilisation commune d'un indicateur dans des situations fort différentes (cas par exemple de « l'utilisation des terres »), sans oublier que l'agrégation en un seul chiffre au niveau national pose aussi question : dans un certain nombre de cas (pour l'eau par exemple), un indicateur national ou sa distribution locale fourniront des lectures fort différentes. Un résultat évident de notre recherche est le fait que nos différentes tentatives pour repérer ou construire des indicateurs adéquats ont montré une grande sensibilité des résultats au choix des indicateurs (problèmes suivis, calcul par habitant, par ha, etc.). Cette constatation incite à la plus grande prudence dans les conclusions politiques qui sont tirées de nombreux rapports à base d'indicateurs. Les indicateurs utilisés ici n'ont pas été choisis en fonction de leur disponibilité, comme c'est souvent le cas, mais plutôt en fonction d'un raisonnement centré *sur le degré de perturbation de la nature*, et plusieurs ont ainsi été calculés pour les besoins de cet article.

Quelles conclusions pour un développement durable en Afrique ?

Au-delà de la grande diversité des résultats une conclusion majeure ressort de cette recherche: malgré les différences fortes entre les impacts environnementaux des deux groupes de pays, l'Europe ayant un impact plus important, ces différences sont souvent inférieures aux rapports entre les indicateurs de développement économique comparés entre les groupes. En d'autres termes, les pays africains considérés ont proportionnellement plus d'impact sur l'environnement pour une unité de richesse produite.

Ce résultat ne devrait pas nous surprendre. En effet, tout d'abord, la tendance au "découplage" entre les impacts et la création de richesse économique est bien connue, et se vérifie au moins dans certains cas (émissions polluantes dans l'air par exemple) pour les

pays occidentaux sur les dernières décennies. Il n'était pas évident pour autant que cela apparaisse également dans cette comparaison, car les processus et les indicateurs sont fort variés. Une autre contribution à l'explication de cette tendance majeure est le caractère très imparfait des indicateurs économiques pour mesurer l'activité dans des pays africains, vu l'importance des activités qui n'y sont pas reprises. Enfin une troisième explication concerne l'exportation d'activités polluantes ou prédatrices de ressources naturelles hors de l'Europe, pour ensuite en réimporter les produits dans le cadre du commerce. Nous voudrions pour terminer illustrer un peu plus ces trois phénomènes à la fois à partir de certains de nos résultats, et de références externes.

Une "surconsommation" de l'environnement par rapport au développement économique

Parmi les indicateurs que nous avons considérés, ceux relatifs aux pêcheries sont particulièrement préoccupants à cet égard. Vu les limites des milieux où elles s'exercent et si leurs modes d'action sont inchangés, les pêcheries sont un domaine pour lequel il ne reste plus beaucoup de « nature que le développement puisse conquérir ». Autrement dit, toute amélioration de l'approvisionnement en poisson passera nécessairement par un « réel progrès », non plus par d'ultimes conquêtes de l'homme sur la nature.

Beaucoup plus largement, une comparaison de Jackson et Michaelis (2003) entre des pays du Nord et du Sud a considéré une série de paramètres relatifs à la santé, l'environnement et la consommation. Ces auteurs constatent que des indicateurs de symboles de richesse, comme le nombre de voitures ou d'ordinateurs par habitant, atteignent un rapport de 25. La différence d'atteintes à l'environnement (rapport de 3) est moins forte que la différence de responsabilité (rapport de 7), elle-même moins visible que les symboles apparents de développement via la consommation. Notons que ces ordres de grandeur, comparables à ceux de nos résultats, peuvent renforcer l'attrance psychologique des modèles de développement occidentaux dont des avantages valorisés sont plus manifestes que les inconvénients.

Biais des indicateurs économiques

Les critiques des indicateurs économiques en tant qu'indicateurs de développement sont aujourd'hui bien connues dans le champ du développement durable et nous n'y revenons pas ici. Mais pour certains indicateurs de santé, directement liés au développement humain (par exemple la mortalité infantile), des disproportions entre les résultats européens et africains sont également nettement plus considérables que ceux en matière d'impacts sur l'environnement. Plus en rapport avec le contexte des ressources naturelles, un biais provient de ce que la plupart des comparaisons par problématiques font apparaître une apparente « réserve d'exploitation » de la nature au Sud, du fait qu'elle n'est pas exploitée dans un marché économique. Or, la

mondialisation économique peut accélérer cette « ruée vers la nature » et donner une apparence de croissance là où il ne s'agit que d'internaliser une production « gratuite » de la nature dans la sphère économique, sans compter que ceci entraîne évidemment des impacts considérables sur l'organisation sociale des pays.

Une exportation des impacts sur l'environnement hors des pays économiquement riches

Pour une série de problématiques, il existe un impact déplacé depuis des pays économiquement riches vers des pays tiers, ce que Martinez-Alier (2002) appelle les transferts de coûts environnementaux. En matière de localisation des impacts (locaux ou exportés), de pressions exercées directement par les activités d'un groupe de pays, le Nord exerce un impact direct sur la biodiversité, la pêche, l'eau et l'atmosphère au Sud, l'inverse n'étant actuellement pas vérifié. D'où le concept de dette écologique.

Pour l'eau, l'azote et la modification de l'espace, les impacts directs sont cependant plus locaux. Toutefois le tableau s'étend si l'on inclut les influences indirectes, issues en particulier du commerce (entre autres, les cultures nécessitant beaucoup d'eau ou d'engrais). Un pays peut dès lors subir des perturbations locales importantes à des seules fins d'exportation. Ainsi le rapport peu contrasté entre les deux groupes de pays dans le cas de la pêche pour laquelle l'intensité relativement forte dans les pays africains traduit des échanges internationaux importants.

Diverses méthodes tentent de prendre en compte ces influences indirectes. C'est en principe le cas via le concept d'empreinte écologique mis en oeuvre par Wackernagel et al. (2000). Les travaux sur le déficit écologique (idem), les échanges de « CO₂ enchâssés » dans les imports/exports de produits finis (Muradian et al., 2002 ; Ahmad et Wyckoff, 2003), l'application des comptes satellites aux tableaux économiques input/output (Vandille et van Zeebroeck, 2003), et les travaux sur les besoins totaux de matière, montrent que la part d'environnement importée par les pays du Nord est croissante. Le développement économique du Nord proviendrait dès lors, non seulement d'une meilleure efficacité dans l'utilisation des ressources (un facteur mis en avant dans le "découplage" des impacts par rapport à la croissance économique), mais également d'une meilleure capacité à exploiter l'environnement du Nord comme du Sud. Les polluants « locaux et désagréables », comme le SO₂ (ceux-là même qui vérifient l'hypothèse d'une courbe environnementale de Kuznets, où certaines formes de pollution décroissent à partir d'un certain niveau de revenu), sont ceux dont la part d'émission « importée » par rapport aux émissions nationales augmente le plus rapidement, jusqu'à atteindre un rapport de 80 pour les Pays-Bas en 1994 (Muradian et al., 2002). C'est pour ce type de polluants que la mondialisation économique représente sans doute la meilleure aubaine de délocalisation, pour des raisons « d'éloignement » d'impacts environnementaux négatifs. Toutefois, il existe de nombreuses causes de délocalisation et les

effets sur l'environnement n'en sont qu'une partie. De plus, l'Afrique est aujourd'hui proportionnellement moins concernée par ces phénomènes que des zones d'industrialisation rapide et massive.

Pour conclure, s'il fallait encore s'en convaincre, l'ensemble de ces résultats indiquent combien aujourd'hui l'effort d'atténuation des impacts sur l'environnement en Afrique est important pour le développement humain durable au présent et au futur. Au présent, vus certains facteurs limitatifs directs pour le bien-être des populations. Au futur, en faisant le constat que loin de bénéficier de "réserves" généreuses de ressources environnementales (selon certains clichés portant sur une Afrique plus "naturelle"), les pays et les indicateurs considérés, montrent au contraire que les pressions y sont proportionnellement plus importantes par unité de richesses produites. Nous serons les premiers à dire qu'il faut relativiser les indicateurs, toutefois nous pensons aussi qu'il faut accorder plus d'attention à ces résultats. Comme ceux bien connus portant sur la disproportion des perturbations planétaires liées à l'effet de serre, ils dénotent l'impasse majeure dans laquelle la poursuite des modèles de développement imitateurs du Nord conduirait l'environnement planétaire et ses habitants. Cette constatation concernant le climat est ici replacée en regard de plusieurs problèmes environnementaux considérés au niveau mondial, moins populaires mais non moins préoccupants, comme la perturbation du cycle de l'azote ou de la biodiversité. La poursuite d'une telle évolution devrait non seulement handicaper l'environnement mondial, mais également, et surtout, nuire proportionnellement plus fortement à l'environnement du Sud, deux raisons supplémentaires pour maintenir le difficile objectif de développement durable.

Remerciements

Une première version de cette recherche est d'abord parue dans le livre édité par Géraldine Froger, *Mondialisation contre développement durable*, aux éditions Peter Lang, Bruxelles-Berne. Nous remercions les éditions Peter Lang pour leur autorisation de réédition pour la revue VertigO. L'article initial s'intitule "Impacts sur l'environnement de l'Europe de l'Ouest et de l'Afrique de l'Ouest : essai de comparaison sur base d'indicateurs", pp. 73-100 (© P.I.E. Peter Lang 2006).

Nous remercions aussi une série de collègues qui ont contribué par leur lecture attentive et leurs commentaires à des évolutions et précisions dans cet article : Vincent Brahy, François Goor et Jean-Pierre Ledant.

Biographie

Bruno Kestemont, Statisticien de l'environnement, Institut national de statistique, Belgique. B. Kestemont est un spécialiste des indicateurs environnementaux sur lesquels il a publié de nombreux rapports. Il est engagé dans un travail de recherche sur

la portée et l'utilisation de ces indicateurs en rapport avec différentes approches du développement humain. Page web : <http://www.ulb.ac.be/ceese/STAFF/bkest.html>

Lise Frendo, a été chargée de recherches, à l'Université libre de Bruxelles, Belgique. Dans ses travaux au sein du Centre d'Etudes du Développement durable, L. Frendo a particulièrement étudié les méthodes de mesure des impacts sur l'environnement, et le développement durable dans le contexte des pays du Sud.

Edwin Zaccai, chargé de cours, Université libre de Bruxelles, Belgique. E. Zaccai dirige le Centre d'Etudes du développement durable dans cette université (IGEAT), où il enseigne les aspects socio-politiques de l'environnement. Egalement enseignant à Sciences-Pô (Paris), il a publié notamment "*Le développement durable. Dynamique et constitution d'un projet*", Peter Lang, Berne-Bruxelles 2002 et en 2007 "*Sustainable consumption, Ecology and Fair Trade*", Routledge, Londres. Page web : <http://homepages.ulb.ac.be/~ezaccai/>

Bibliographie

- Ahmad, N. et Wyckoff, A., 2003, *Carbon Dioxide Emissions Embodied in International Trade of Goods*, OECD, Paris,
- AEE, 2007, *Database on Air Quality and Emissions of Air Pollutants and Greenhouse Gases in Europe*, European Topic Center on Air and Climate Change, <http://etc-acc.eionet.eu.int/databases> [consulté le 23/2/2007]
- AEE, 2003, *Les eaux de l'Europe : une évaluation basée sur des indicateurs*, résumé, Agence européenne de l'Environnement, Luxembourg, 24p.
- Burke, L., Kura, Y., Kassem, K., Revenga, C., Spalding, M. et Mc Allister, D., 2001, *Coastal Ecosystems, Pilot Analysis of Global Ecosystems*, World Resources Institute, 93 p.
- Duvigneaud, P., 1980, *La synthèse écologique*, Doin, Paris, 2^e éd. 1984, 380p.
- EMEP, 2003, « EMEP Unified model revision 1.7 », documented in *EMEP Status Report 1/03 Part II. emep/msc-w*, 22.09.2003. <http://webdab.emep.int> [consulté le 22/5/2004]
- Eurostat, 2004, *New Cronos*, <http://epp.eurostat.cec.eu.int> [consulté le 28/4/2004]
- Eurostat, 1995, *Statistical Compendium for the Dobris Assessment*, OPEC, Luxembourg. X p.
- FAO, 1949, *Food Composition Tables for International Use*, Rome., 2^e éd. 1953), http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/X5557E/X5557E00.htm [consulté le 22/2/2007]
- FAO/WHO, 1973, *Energy and Protein Requirements*. FAO Nutrition Meetings Report Series No. 52. WHO Technical Report Series No. 522. cité par <http://www.fao.org/DOCREP/MEETING/004/M2847E/M2847E00.HTM> [consulté le 22/2/2007]
- FAO, 2003, *Aquastat*, <ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/aquastat/aquastat2003.xls> [consulté le 18/3/2004]
- FAO, 2004a, *FAOSTAT*, Base de données FAO, <http://faostat.fao.org/faostat> [consulté le 24/5/2004]
- FAO, 2004b, *Situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2004*. Rome, Italie, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture 164p.
- Galloway J.N., 2001, *Acidification of the World: Natural and Anthropogenic, Water, Air and Soil Pollution*, 130, 17-24.
- Galloway, J.N., Schlessinger, W.H., Levy II, H., Michaels, A. et Schnoor, J.L., 1995, *Nitrogen Fixation: Anthropogenic Enhancement – Environmental Response*, *Global Biogeochemical Cycles*, 9, 235-252.
- Galy-Lacaux, C., Al Ourabi, H., Lacaux, J.P., Pont, V., Galloway, J., Mpepya, J., Pienaar, K., Sigha, L. et Yoboué, V., 2003, *Dry and wet atmospheric nitrogen deposition in Africa* », *IGACTivities Newsletter*, 27, 6-11.
- GIEC, 2001, *Climate Change 2001: Impacts, Adaptations and Vulnerability*, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, 1005p.
- Hallegraeff, G.M., 1993, *A review of harmful algal blooms and their apparent global increase*, *Phycologia* 32, 79-99.
- Hille J., 1997, *The Concept of Environmental Space*, European Environmental Agency, Expert's Corner N°1997/2, Copenhagen, 58p.
- IDD, 2001, *Les tendances récentes du couvert forestier dans le monde* », *Lettre indicateurs pour un développement durable*, mars-avril, n°1-2. <http://www.iddweb.be/> [consulté le 23/2/2007]
- Jackson T. et Michaelis L., 2003, *Policies for Sustainable Consumption*, Sustainable Development Commission, London, 77p.
- Jah, R. et Murthy, K.V.B., 2003, *A critique of the Environmental Sustainability Index*, Australian National University, Université de Delhi. <http://ideas.repec.org/p/pas/papers/2003-08.html> [consulté le 23/2/2007]
- Kestemont, B. et Le Menach, L.J., 1992, *Évaluation de l'action ONG/322/90/B Guinée Bissau. Formation d'unités de pêche artisanale dans l'archipel des Bijagos*, Rapport pour le compte de la CCE, COTA, Bruxelles, 60p.
- Kotlyakov, V.M., 1991, *The Aral Sea basin: A critical environmental zone.* », *Environnement* 33 n°1, 4-9, 36-38.
- Lacaux, J.P. et Sigha, L., 2003, *Acid web deposition in the Tropics: two case studies using DEBITS measurements*, *IGACTivities Newsletter*, 27, 17-19.
- Marland, G., Boden, T.A. et Andres, R.J., 2001, *Global, Regional and National Fossil Fuel CO2 Emissions*, US department of Energy, Carbone Dioxide Information Analysis Center, http://cdiac.esd.ornl.gov/trends/emis/tre_afr.htm [consulté le 23/2/2007]
- Martinez-Alier, J., 2002, *The Environmentalism of the Poor*, Edward Elger Publishing, 312 p.
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005, *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, Island Press, Washington D.C., <http://www.millenniumassessment.org/> [consulté le 23/2/2007]
- Milly, P.C., Dunne, K.A., 1994, *Sensitivity of the global water cycle to the water-holding capacity of land*, *J. Clim.* 7, 506-526.
- Muradian, G., O'Connor M., and Martinez-Alier J., 2002, *Embodied Pollution in Trade: Estimating the "Environmental Load Displacement" of Industrialised Countries*, *Ecological Economics* 41, 51-67.
- Nixon, S.W., Ammerman, J.W., Atkinson, L.P., V.M. Berounsky, V.M., Billen, G., Boicourt, W.C., Boynton, W.R., Church, T.M., DiToro, D.M., Elmgren, R., Garber, J.H., Giblin, A.E., Jahnke, R.A., Owens, N.J.P., Pilson, M.E.Q. and Seitzinger S.E., 1996, *The fate of nitrogen and phosphorus at the land-sea margin of the North Atlantic Ocean*, *Biogeochemistry* 35, 141-180.
- Olivier, J.G.J., 2002, *Part III: Greenhouse Gas Emissions: 1. Shares and Trends in Greenhouse Gas Emissions ; 2. Sources and Methods; Greenhouse Gas Emissions for 1990 and 1995*, in *CO2 Emissions from Fuel Combustion 1971-2000*, 2002 Édition, International Energy Agency, IEA., Paris, pp. III.1-III.31, <http://www.rivm.nl/edgar/index/> [consulté le 23/2/2007]
- Pnue, 2002, *L'avenir de l'environnement mondial 3. GEO-3*, De boeck, Paris. 445p.
- Pnue, 2003, *Rapport mondial sur le développement humain 2003*, De Boeck Université, Bruxelles. 290p.
- Postel, S.L., Daily, G.C., Ehrlich, P.R., 1996, *Human appropriation of renewable fresh water*, *Science* 271, 785-788.
- Prescott-Allen, R., 2001, *The Wellbeing of Nations, A Country-by-Country Index of Quality of Life and the Environment*, Island Press, Washington. 342 p.
- Ramseyer, L.J., 2002, *Predicting Whole-Fish Nitrogen Content from Fish Wet Weight Using Regression Analysis*, *North American Journal of Aquaculture*, 64, 195-204, <http://mi.nefsc.noaa.gov/Nfish.html> [consulté le 23/2/2007]
- Sachs W., 1993, *Global Ecology: A new arena of political conflict*, Zed Books, London & New York, 262p.
- Vandille, G. et Van Zeebroeck, B., 2003, *Les comptes environnementaux en Belgique*, *Planning Paper*, 93, Bureau fédéral du Plan, Bruxelles, juin. 46p.
- Vitousek, P.M., Aber, J., Howarth, R.W., Likens, G.E., Matson, P.A., Schindler, D.W., Schlesinger, W.H., et Tilman, G.D., 1997a, *Human Alteration of the Global Nitrogen Cycle. Causes and Consequences*, *Issues in Ecology*, n°1, 1-16.
- Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J. et Melillo, J.M., 1997b, *Human domination on Earth's Ecosystems*, *Science*, 277, 494-499.

- Von Weiszacker, E., Lovins, E., Lovins, A.B. et Lovins, L.H., 1997, *Facteur 4, rapport au Club de Rome*, Terre Vivante, Mens, France, 320 p.
- Wackernagel, M., Callejas Linares, A., Deumling, D., Vásquez Sánchez, M.A., López Falfán, I.S., et Loh, J., 2000, *Ecological Footprints and Ecological Capacities of 152 Nations: The 1996 Update*, Databank, Redefining Progress, Oakland, USA, <http://www.rprogress.org> [consulté le 2/2/2001]
- WEF, 2002, *Environmental Sustainability Index*, World Economic Forum, <http://www.ciesin.columbia.edu/indicators/ESI>, [consulté le 16/5/2003]
- WEF, 2004, *Environmental Sustainability Index*, World Economic Forum, <http://www.ciesin.columbia.edu/indicators/ESI>, [consulté le 4/11/2004]
- WRI, 2005, *Climate Analysis Indicators Tool, CAIT, Version 2.0*, Washington D.C., <http://cait.wri.org>, [consulté le 3/3/2005]
- WRI, 2003, *EarthTrends Data Tables: Water Resources and Freshwater Ecosystems*, <http://earthtrends.wri.org>, [consulté le 3/3/2005]
- WWF, 2004, *Living planet report 2004*, WWF, Gland. 44 p.
- WWF, 2006, *Living planet report 2006*, WWF, Gland. 44 p.
- Zaccaï, E., 2002a, *Le développement durable. Dynamique et constitution d'un projet*, P.I.E.-Peter Lang, Bruxelles, 359 p.
- Zaccaï, E., 2002b, De quelques visions mondiales des limites de l'environnement », *Développement durable et territoires*, n°1, Mis en ligne le 20/09/2002, http://www.revue-ddt.org/dossier001/D001_A02.htm, [consulté le 23/2/2007]
- Zaccaï, E., Goor, F. et Kestemont, B., 2004, Quelle importance a l'environnement ? Enseignements du cas Lomborg », *Natures Sciences Sociétés*, 12, 42-49.