



Centre d'économie du développement

IFReDE - GRES - Université Bordeaux IV

Document de travail

DT/107/2004

Controverses autour de la courbe environnementale de Kuznets

par

André Meunié

Doctorant – IFReDE-GRES / CED – Université Montesquieu Bordeaux IV



Centre d'économie du développement

IFReDE - GRES - Université Bordeaux IV

Controverses autour de la courbe environnementale de Kuznets

par

André Meunié

Doctorant – IFReDE-GRES / CED – Université Montesquieu Bordeaux IV

Résumé :

La multiplication des dégradations écologiques est à l'origine d'un renouvellement profond des débats sur les liens qu'entretiennent croissance et développement. Au début des années 1990, plusieurs études empiriques ont constaté l'existence d'une courbe en cloche entre divers indices de pollution et le niveau de revenu par tête. Ces auteurs lui attribuèrent le nom de « courbe environnementale de Kuznets » à cause de la similitude avec les résultats des travaux de ce dernier. Au-delà d'un certain niveau de richesse, la croissance économique s'accompagnerait d'une amélioration de l'état de l'environnement. Une stratégie économique soutenable consisterait alors à atteindre dans les meilleurs délais ce seuil pour ensuite continuer à s'enrichir « proprement ». Cependant, non seulement cette courbe n'est décelée que pour quelques polluants aux effets localisés, mais même dans ce cas, de nombreuses critiques méthodologiques fragilisent la portée de ces résultats. Il est donc abusif de vouloir en faire un fait stylisé du développement et d'autres voies de recherche doivent être explorées.

Abstract : Debates on the environmental Kuznets curve

The growing consciousness about environmental problem has renovated deeply the debate on the relations between economic growth and development. At the beginning of the 1990's, some empirical studies have brought to light the existence of an inverted U-shape relation between various environmental indicators and the level of income per capita. This phenomenon has been called the « environmental Kuznets curve » because of the similarity with the findings of this author about the links between social inequalities and per capita income. When a country is rich enough, the environmental damages begin to decline with income growth. So a sustainable strategy of development could be to reach this « turning point » as fast as possible. However, those results are extremely fragile. It seems that we can support the EKC hypothesis only for few pollutants with local impacts. But, even in this case, we will explain that a lot of methodology criticisms arise. In no way the EKC can be thought as a stylised fact of the development and other directions must be explore.

Mots-clés : environnement, soutenabilité, croissance

JEL classification : Q53 ; Q56

Sommaire

1. Introduction	1
2. Fondements théoriques, enjeux et evidences empiriques	2
1. <i>La construction théorique</i>	2
A. L'impact des conditions de production	2
B. L'évolution de la demande.....	3
C. L'influence des revendications politiques.....	3
2. <i>Une revue des modèles empiriques</i>	4
A. Les articles à l'origine du concept d'EKC	4
α. L'étude de Grossman et Krueger [1994] : les fondateurs	4
β. Shafik et Bandyopadhyay [1992] : les inspirateurs du Rapport de la Banque mondiale de 1992.....	6
γ. Selden et Song [1994] : une évaluation par les émissions plutôt que par les concentrations.....	6
B. Les études contradictoires	7
α. W. Harbaug, A. Levinson et D. Wilson [2000] : une infirmation des résultats de Grossman et Krueger	7
β. Stern et Common [2001] : l'importance cruciale de l'importance du nombre de PED dans l'échantillon.....	7
γ. De Bruyn et al. [1998] : la CEK inexistante même dans les pays riches ?	8
δ. Une relation en cloche seulement pour les polluants locaux ?	8
3. Fondements théoriques, enjeux et evidences empiriques	9
1. <i>Critique méthodologique</i>	9
A. La simultanéité.....	9
B. Une juxtaposition de deux évolutions divergentes.....	10
C. Le choix de l'indicateur de la dégradation environnementale.....	10
D. L'impact de la croissance économique en tant que telle	11
2. <i>Une fausse bonne nouvelle</i>	11
A. L'hypothèse du « recouplage »	11
B. La distinction entre polluants locaux et globaux.....	12
1. <i>Les irréversibilités</i>	12
A. La notion de résilience et le principe de précaution	12
B. Le « tunnel » de la soutenabilité.....	13
C. L'externalité de stock.....	13
2. <i>Commerce international et EKC</i>	14
A. Des effets ambivalents	14
B. L'hypothèse du déplacement.....	15
4. Conclusion	16
Références bibliographiques	16

1. Introduction

En 1972, le Club de Rome publie le rapport Meadows [1972], *Halte à la Croissance ?*, où il pose la question des limites environnementales à l'augmentation des richesses matérielles. Avec la prise de conscience des risques globaux que fait peser l'augmentation incontrôlée des pollutions induites par les activités humaines, le concept de développement soutenable devient une référence théorique incontournable. « Répondre aux besoins des générations présentes sans compromettre la capacité de satisfaire ceux des générations futures » (Rapport Brundtland, CMED, p.47) devient l'objectif affiché des théoriciens de tous bords. La définition est assez souple pour que tous les paradigmes puissent adapter leur logique à ce nouvel impératif.

En particulier, les économistes néoclassiques ont réussi à parfaitement intégrer cet impératif dans leurs modèles. Pour cela, ils ont forgé la notion de « capital naturel ». Celui-ci vient s'ajouter à deux autres types (le capital manufacturé et humain), le tout formant le « capital global »¹.

En supposant que ces différentes catégories sont substituables entre elles, il suffit d'établir les conditions par lesquelles le progrès technologique est suffisant pour que les dégradations environnementales soient compensées par une augmentation des stocks des deux autres formes. Reste tout de même à expliquer de façon convaincante ce qui se substituera à l'air qu'on respire, à l'eau que l'on boit etc. Pourtant, il suffit de quelques exemples pour comprendre que ce raisonnement est totalement illusoire. En ce qui concerne les gaz à effet de serre (GES), l'humanité (et surtout les pays riches) en rejette déjà plus de huit fois trop alors même qu'un chinois rejette en moyenne presque vingt fois moins de GES qu'un américain. Un nuage de poussières et de différents gaz toxiques de trois kilomètres d'épaisseur stagne chaque année pendant six mois au-dessus d'une région s'étendant de l'Afghanistan au sud du Japon, c'est-à-dire le continent asiatique et l'océan indien réunis. Plus de 40% du territoire chinois subit des pluies acides.

L'échelle des dégradations et l'urgence des régulations à entreprendre montrent les limites des raisonnements précédents. Surtout une question cruciale émerge : le niveau global actuel de production est-il soutenable ? La contrainte environnementale sur la croissance des richesses n'est-elle pas si contraignante qu'elle remet en cause sa viabilité ?

La réponse d'une partie (grandissante) des néoclassiques est au premier abord déroutante : la solution réside tout simplement dans la croissance. Les pays riches seraient moins pollueurs puisqu'ils auraient des moyens financiers suffisamment importants pour en consacrer une partie à l'amélioration de l'environnement. La relation entre la pollution et le niveau de revenu par tête aurait ainsi une forme en U inversé. Ainsi, la croissance économique pourrait être soutenable.

Mais cette affirmation ne s'appuie que sur une constatation empirique extrêmement ténue. Au mieux, certains auteurs ont mis en évidence cette relation en cloche pour quelques polluants aux effets localisés (principalement le SO₂). Le reste de l'argumentation s'appuie sur une généralisation abusive de la dégradation des écosystèmes en général. Nous avons cependant voulu aborder cette théorie dans le détail tant elle nous paraît révélatrice de l'impossibilité devant laquelle se trouvent les économistes néoclassiques à envisager sérieusement les contraintes écologiques.

¹ $K_g = K_m + K_n + K_n$

2. Fondements théoriques, enjeux et évidences empiriques

Les débats autour de l'existence d'une courbe en cloche entre les émissions de polluants et le niveau de revenu par tête prolongent les controverses autour de la notion de « croissance soutenable ». Si les études empiriques confirment qu'à partir d'un certain niveau de richesses, la croissance économique va de pair avec l'amélioration de l'état de l'environnement, alors le problème peut se résumer à trouver les politiques aptes à conduire les PED le plus rapidement possible aux mêmes niveaux de vie que les pays riches.

« Il y a une évidence claire que, bien que la croissance économique provoque normalement des dégradations environnementales aux premiers stades [de développement], à la fin le meilleur – et probablement le seul - sentier pour retrouver un environnement décent dans la plupart des pays est de devenir riche » (Beckerman [1992]).

1. La construction théorique

En 1955, Simon Kuznets décèle une relation en cloche entre le niveau de revenu par tête et les inégalités sociales². A la suite de plusieurs travaux empiriques, il apparaît possible que les évolutions de certains polluants comparées au niveau de richesses d'un pays suivent un sentier similaire d'où le nom de « courbe environnementale de Kuznets » (EKC en anglais) (Figure 1).

A des niveaux de revenus très faibles, la quantité et l'intensité des dégradations environnementales d'origine anthropique se limitent à l'impact des activités économiques de subsistance. A mesure que l'agriculture s'intensifie, que la population s'urbanise et que les industries entament leur décollage, l'extraction accélérée des ressources naturelles et les rejets massifs de polluants accentuent la pression sur les écosystèmes naturels. Cependant, à mesure que s'améliorent les conditions de vie matérielles, les individus sont en mesure de sacrifier une partie de leurs revenus monétaires en faveur de l'environnement. La société a suffisamment de capital pour orienter une partie de ses investissements vers la diminution de l'empreinte écologique des processus productifs. Les gains en efficacité sont supposés être assez grands pour renverser le sens de la relation entre la croissance économique et la dégradation environnementale.

En fait, cette forme en U inversé est la conséquence *indirecte* de l'augmentation des revenus individuels. Ceux-ci agissent par le biais de plusieurs canaux.

A. L'impact des conditions de production

Il faut distinguer trois effets structurels :

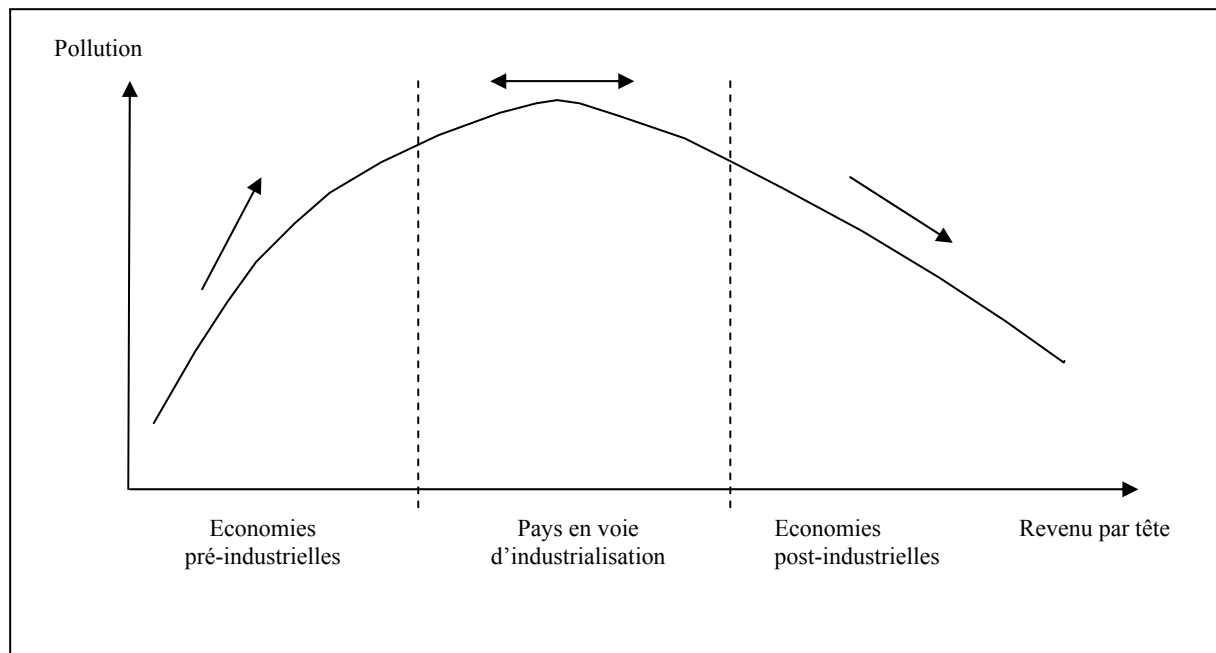
- **L'effet d'échelle** : un accroissement de l'activité économique conduit, en lui-même, à une pression plus forte sur l'environnement. Plus de production nécessite plus d'inputs et crée plus de déchets et d'émissions polluantes car ce sont là des produits joints.

- **L'effet de composition** : à mesure que les richesses s'accumulent, la structure du système productif évolue. Les parts des secteurs dans le PIB ont une influence déterminante sur l'intensité des dégradations que la croissance économique fait subir au milieu naturel. L'hypothèse est qu'au delà d'un seuil de développement, la société tend à augmenter la part des activités plus « propres ». Dans un premier temps, le passage d'une économie rurale à une société urbaine et industrielle aggrave les rejets polluants. Mais le déclin de la part des industries lourdes intensives en énergie et l'émergence des secteurs des services intensifs en technologie et en capital humain desserrent la contrainte écologique en exerçant une action baissière sur l'intensité en émissions du PIB³. Il me semble cependant que ce raisonnement ne tient qu'en termes relatifs. La production agrégée de biens intermédiaires et de biens de consommation continue de croître. Ces industries ne disparaissent pas, au contraire. Et, toutes choses égales par ailleurs, les émissions totales continuent donc d'augmenter.

- **L'effet technologique** : à partir d'un certain niveau de richesses, une nation peut consacrer une partie de son capital aux activités de R&D et en particulier vers une meilleure efficacité

² La validité de cette assertion est encore débattue. Voir Damian et al. [2001], p.43.

³ C'est-à-dire (Emissions / PIB)

Figure 1 : La courbe environnementale de Kuznets

écologique des procédés de fabrication. Les innovations consécutives permettent de substituer des machines toujours plus performantes à des équipements obsolètes et « sales ». Cet effet a beaucoup été étudié par les théories de la croissance endogène où il est d'ailleurs à la fois cause et effet de la croissance économique.

On comprend donc que l'existence d'une EKC suppose, qu'au-delà d'un seuil de revenu par tête, l'effet d'échelle est plus que compensé par les deux autres (surtout, le troisième).

B. *L'évolution de la demande*

Aux premiers stades de développement, les individus doivent s'assurer l'accès aux biens de première nécessité. Ils se focalisent sur l'amélioration de leur bien-être matériel en ne prêtant (prétention) que peu d'attention aux conséquences environnementales.

Avec le progrès des conditions de vie, l'argument écologique fait son entrée dans la fonction d'utilité. Autrement dit, les aménités environnementales doivent être assimilables à un « bien normal », c'est-à-dire que l'élasticité-revenu de la demande de qualité environnementale doit être supérieure à zéro [$\epsilon_R(\text{Env}) > 0$]. Si cette dernière est un « bien de luxe » [$\epsilon_R(\text{Env}) > 1$], la tendance est accentuée. Leurs préférences poussent les individus à acheter des biens plus « verts » (Rothman, [1998]).

A travers leur pouvoir de marché, ces consommateurs influencent de façon décisive l'évolution des structures économiques. Les industries sont incitées à améliorer leur procédé de fabrication, un marché pour l'agriculture biologique (ou raisonnée) émerge.

L'accès à l'information et la capacité de la traiter correctement jouent un rôle décisif. Or il est admis que, sauf exception, les sociétés riches sont plus démocratiques (ici, plus transparentes) et les agents qui la composent ont un niveau moyen élevé d'éducation.

C. *L'influence des revendications politiques*

Les citoyens agissent sur les gouvernements pour qu'ils intègrent la dimension environnementale dans leur politique. Les Etats créent des institutions pour mieux combattre les « faillites » environnementales de marché, érigent des taxes de type pollueur-payeur, distribuent les subventions pour encourager des modes de production soutenables, orientent les innovations par des normes réglementaires etc.

Pour satisfaire la volonté de ses électeurs, le gouvernement doit déjà avoir les moyens monétaires de ses réformes. Plus un pays est riche plus il lui est aisé de dégager une telle capacité de

financement. Soit une réorganisation des dépenses budgétaires suffit, soit de nouveaux impôts sont levés.

Les exemples récents d'attitude de dirigeants et d'institutions internationales nous montrent la distance qui nous sépare de ces Etats bienveillants (la PAC est un exemple des stratégies actives de maintien d'un *statu quo* malgré le large consensus autour de la nécessité d'une réforme) ! Cela démontre la nécessité du renforcement des organisations collectives (ONG, Réseaux d'action etc.) pour exercer plus de pression que le simple argument du bulletin de vote. Par ailleurs, certains mouvements populaires de défense de l'environnement dans les pays du Sud ont connu des victoires qui démontrent, s'il le fallait, que les pauvres sont aussi des défenseurs de l'environnement (J. Martinez-Allier, [2002]). Ne serait-ce parce qu'ils sont les premières victimes des pollutions.

2. Une revue des modèles empiriques

Au début des années 1990, plusieurs auteurs vont utiliser les premières bases de données suffisamment représentatives pour mener des études sur données de panel reliant les niveaux de revenus par tête et divers indicateurs de pollution. Ces travaux ont tout de suite connu un vif succès, notamment grâce aux conclusions optimistes qu'ils laissaient entrevoir. Il faut rappeler que cette période est marquée par une forte volonté de la communauté internationale de se saisir des défis environnementaux à venir. Le Protocole de Montréal (1989) sur les émissions de chlorofluorocarbones (CFC) fournissait un signal encourageant sur la crédibilité des initiatives concertées pour s'attaquer à des enjeux écologiques globaux. Le Sommet de la Terre (1992) devait être la réunion initiant une prise de conscience générale des enjeux auxquels l'humanité devait répondre dans les plus brefs délais. Dans ce contexte, un discours centré sur les synergies potentielles entre croissance économique et amélioration de l'environnement fut accueilli très favorablement.

A. *Les articles à l'origine du concept d'EKC*

Une des particularités du débat autour de l'existence d'une EKC tient aux conditions de son émergence. En effet, ce concept est né à partir d'études empiriques sans qu'il n'y ait de fondements théoriques préalables.

α. L'étude de Grossman et Krueger [1994] : les fondateurs

Le modèle de référence autour de la « croissance soutenable » est un article de Grossman et Krueger paru en 1994⁴ dans lequel ils affinent leur recherche parue dans leur article pionnier de 1993.

Leurs données proviennent d'un programme mondial de surveillance établi par le Global Environmental Monitoring System (GEMS), un projet co-dirigé par l'OMS et le PNUE. A l'époque, les observations retenues par les auteurs portent sur :

- 19 à 42 pays (19 pour les concentrations de poussière et 42 pour celles de SO₂) entre 1977 et 1988 pour la pollution de l'air. Trois types de polluants sont retenus : le dioxyde de soufre et les poussières (séparées en deux groupes selon leur taille : les particules lourdes et la poussière fine, ceci en raison de leur origine différente)

- 58 pays sur la période 1979-1990 pour la pollution de l'eau. Ne sont retenues que les mesures relatives à l'état des rivières (celles des lacs et des nappes phréatiques étant trop peu nombreuses, limite importante car ces dernières constituent une grande partie de l'approvisionnement en eau et les concentrations y sont plus stables). Trois types d'indicateurs sont utilisés : le régime d'oxygène, la contamination de pathogènes et les métaux lourds⁵.

Issus des données de Summers et Heston (1991), les revenus réels par tête sont en dollars 1985 et en parité de pouvoir d'achat.

Ils estiment, par les moindres carrés généralisés, un modèle de forme réduite :

⁴ Ces auteurs ne font prudemment aucune mention explicite à une courbe environnementale de Kuznets.

⁵ Pour l'oxygène, le raisonnement est le suivant : la vie aquatique nécessite un apport minimal en oxygène dissout pour le métabolisme des espèces. La contamination par l'écoulement des égouts humains et les déversements de déchets industriels accroît la population de bactéries. Plus celle-ci est importante, plus elle consomme l'oxygène disponible qui se raréfie pour les poissons. Au-delà d'un seuil, ils meurent. L'effet est similaire quand l'eau est saturée par les engrais.

$$D_{it} = y_{it}\beta_1 + y_{it}^2\beta_2 + y_{it}^3\beta_3 + \tilde{y}_{it}\beta_4 + \tilde{y}_{it}^2\beta_5 + \tilde{y}_{it}^3\beta_6 + X_{it}\beta_7 + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

Avec D_{it} , l'indicateur de la dégradation environnementale, ici les concentrations relevées par les stations ; y_{it} , le revenu réel par tête du pays i à la date t ; \tilde{y}_{it} , la moyenne du revenu réel par tête des trois années précédentes ; X_{it} , un vecteur de variables de contrôle et ε_{it} , le terme d'erreur.

La forme cubique est jugée suffisamment flexible par les auteurs pour décrire différentes relations entre les concentrations de polluants et le niveau de revenu par tête. Le premier terme (avec $\beta_1 > 0$) symbolise l'effet d'échelle de l'activité économique. Le terme quadratique (si $\beta_2 < 0$) représente les effets de composition et technique, c'est-à-dire qu'il donne cette forme de U inversé. Le terme cubique permet de garder la possibilité de détecter des types de courbe plus complexes. Ainsi, avec $\beta_3 > 0$, on peut, par exemple, constater un « re-couplage » entre la pollution et les revenus au-delà d'une certain seuil donnant à la relation l'aspect d'un « N ».

Le niveau de revenu par tête correspondant au point de retournement de la courbe (le « pic ») est obtenu en dérivant l'équation par rapport à y .

$$y^* = -\beta_1/2\beta_2 \quad (2)$$

Les niveaux de revenus des trois années précédentes sont introduits avec l'idée qu'ils peuvent avoir eu une influence déterminante sur les normes environnementales de la période.

Les variables de contrôle servent notamment à tenir compte de certaines caractéristiques spécifiques de chaque station. Pour la pollution de l'air, les variables dichotomiques sont la situation à l'intérieur de la ville (au centre ou à la périphérie), l'utilisation de l'espace proche (industrielle, commerciale, résidentielle ou inconnue), le caractère côtier ou continental (le vent balayant mieux les émissions près de la mer), la proximité d'un désert (pour les concentrations de poussière). En ce qui concerne la pollution de l'eau, s'ajoute la température aquatique annuelle moyenne car celle-ci a une influence déterminante sur les processus chimiques, entre autres sur le taux de dissolution des polluants.

Enfin, sont introduits la densité de population ainsi qu'un trend temporel linéaire. La première peut agir dans deux directions : avec l'urbanisation (et notamment la mégalopolisation), les sources de pollution s'intensifient. Au contraire, il est possible qu'une population moins dense soit à l'origine d'une pression écologique accrue : les transports seront plus développés et l'incitation politique à réguler les dégâts serait amoindrie car les citoyens disposeraient de peu de moyens de pression. Dans cette étude, le coefficient n'est cependant pas significatif. Quant au trend temporel, il est utilisé pour introduire l'impact des progrès technologique (entre autres, cf. infra). Il doit être négatif pour exercer une pression à la baisse sur l'EKC. Ici, il n'est pas non plus significatif.

Pour la pollution de l'air, les variables de revenu sont significatives conjointement à 99%, alors qu'individuellement, les variables du revenu courant ne le sont pas. Les émissions de particules lourdes diminuent de façon monotone au fur et à mesure de l'élévation du revenu par tête. Les courbes du SO_2 et de la poussière fine suivent la forme d'un U inversé. Les sommets se situent aux alentours de 4 000 US\$ et 6 000 US\$ respectivement. Cependant, pour le dioxyde de soufre, les concentrations ré-augmentent aux alentours de 16 000 US\$. Les auteurs évacuent un peu rapidement le problème en considérant ce phénomène comme n'étant pas représentatif.

Quant à la pollution de l'eau, ils retrouvent aussi une EKC pour le régime d'oxygène et pour les concentrations de pathogènes mais avec un maximum plus élevé dans l'échelle des revenus : environ à 8 000 US\$. Pour les métaux lourds, leurs conclusions sont beaucoup plus prudentes car le nombre d'observations est assez restreint⁶.

Ils en concluent que l'inversion de la relation entre croissance économique et dégradation environnementale semble se confirmer empiriquement et qu'elle concerne les pays à revenus intermédiaires. Ils donnent d'ailleurs une estimation de la pente de la courbe à 10 000 US\$, négative dans la majorité des cas.

Mais ils se gardent d'afficher l'optimisme forcé de Beckerman. « Même pour les dimensions de la qualité environnementale où la croissance semble être associée à de meilleurs résultats, *il n'y a aucune raison de croire que ce processus a été automatique.* [...] Les exemples de diminution des

⁶ Sauf pour le cadmium, les courbes décrivent un N.

dégradations suggèrent que le lien le plus fort entre revenu et pollution s'effectue par une réponse politique induite [à la pression des citoyens] » (Grossman et Krueger [1995] p.19). De plus, ils évoquent brièvement la possibilité de délocalisation des industries les plus polluantes.

β. Shafik et Bandyopadhyay [1992] : les inspirateurs du Rapport de la Banque mondiale de 1992

Ces auteurs sont à l'origine du rapport annuel que la Banque Mondiale a publié en 1992 ayant pour thème central les rapports entre le développement et l'environnement. Ils travaillent sur un échantillon de 149 pays sur la période 1960-1990 mais avec une couverture très inégale, notamment en début de période et pour les PED (nous verrons plus loin le biais introduit par cette sous représentation des PED). Même si tous ces résultats sont à prendre avec circonspection, on trouve dans cette étude presque toutes les tendances empiriques qui seront analysées par la suite.

L'accès à une eau propre et la qualité du réseau sanitaire urbain croissent régulièrement avec le niveau de revenu et avec le temps. Par contre, l'état des rivières se dégrade continuellement. Une explication possible de cette tendance est que les coûts externes de cette détérioration sont de moins de moins ressentis à mesure que l'approvisionnement en eau potable s'améliore.

En ce qui concerne le SO₂ et les particules, les régressions aboutissent à une courbe de type EKC avec des pics entre 3 000 et 4 000 US\$. Quant aux déchets municipaux et aux émissions de carbone, ils augmentent sans ambiguïté avec le niveau de richesses.

γ. Selden et Song [1994] : une évaluation par les émissions plutôt que par les concentrations

Ils étudient le cas de quatre polluants aériens : SO₂, NO_x, CO et particules. Ils utilisent des tables du World Resources Institute (WRI) sur les émissions en termes de kilogrammes par tête. Sur 30 pays, 22 sont des nations industrialisées, seulement 6 sont des pays à revenu intermédiaire et 2 des PMA. Les données sont des moyennes pour les périodes 1973-75, 1979-81 et 1982-84. Ils développent un modèle de panel à effets fixes de la forme :

$$m_{it} = b_0 + b_1 y_{it} + b_2 y_{it}^2 + b_3 d_{it} + c_i + v_t$$

avec m_{it} les émissions par tête du pays i à la date t ; y_{it} les revenus par tête en \$PPA, d_{it} la densité de population et c_i les effets fixes spécifiques au pays i .

c_i , représente l'effet fixe spécifique au pays i . Il arrive que les conditions particulières d'une nation (climat, dotation naturelle etc.) affectent les émissions. Si ces variables omises sont aussi corrélées avec le niveau de revenu par tête, il s'en suit un biais dans les estimations. Par exemple, beaucoup de pays riches sont situés dans des zones où les besoins en chauffage sont importants, cette corrélation implique un biais vers le haut. La méthode classique est alors d'introduire une variable pour inclure cet « effet fixe spécifique ».

De même, v_t est l'effet fixe spécifique à la période t . Certains facteurs sont communs à tous les pays à une certaine période mais varient dans le temps. Ainsi, les prix des énergies fossiles exercent une influence sur les émissions de toutes les nations (en plus du progrès technologique précédemment évoqué).

Sauf pour le CO, les coefficients de la régression sont significativement différents de zéro. S'ils trouvent aussi une EKC, les pics sont par contre à des niveaux bien supérieurs à ceux obtenus par Grossman et Krueger (qui utilisent des mesures de concentrations) : 8 700 US\$ pour le SO₂, 11 200 US\$ pour les NO_x et 10 300 US \$ pour les particules. Ils avancent l'explication qu'il est plus aisé de diminuer le niveau des concentrations dans les zones urbaines⁷ que celui des émissions agrégées⁸. En effet, beaucoup d'activités polluantes sont localisées dans les campagnes ; et il est par ailleurs facile de construire de hautes cheminées entraînant une dispersion plus rapide et plus étendue des effluents.

⁷ Où sont généralement situées les stations qui relèvent les niveaux de concentrations

⁸ Estimées sur une base nationale.

B. *Les études contradictoires*

Nous pouvons d'ores et déjà constater que la relation en cloche semble pouvoir n'être détectée seulement pour une poignée de polluants. Cependant, même dans ce cas, de nombreuses limites méthodologiques sont soulignées par différents auteurs, jetant le doute sur la validité des résultats obtenus.

α. W. Harbaug, A. Levinson et D. Wilson [2000] : une infirmation des résultats de Grossman et Krueger

Il faut tout d'abord signaler le papier déroutant de ces chercheurs. Ils reprennent la base de données sur la pollution de l'air dont se sont servis Grossman et Krueger. Le GEMS vient d'effectuer un travail considérable d'amélioration de ses tables. Les données manquantes sont ajoutées. Trois pays et 25 villes sont incorporées dans la liste. La période d'observation porte sur 10 années supplémentaires (six avant et quatre après).

Ils comparent les résultats de régressions avec les mêmes villes et années puis avec la nouvelle base complète. Les coefficients sont bien plus significatifs et les relations entre le SO₂ et le niveau de revenu sont fondamentalement transformées. La courbe prend en fait la forme d'un N inversé, contredisant totalement les résultats de la première étude... Ceci risque d'accroître la confusion, puisque, par exemple, à des revenus égaux à zéro correspondent de hauts degrés de concentrations de SO₂ !

Ils testent ensuite différentes spécifications (moyenne des revenus sur les dix dernières années, introduction d'un trend temporel quadratique, une mesure de l'intensité nationale des échanges extérieurs, un indicateur de démocratisation, etc.). Si les tendances générales restent inchangées, les pentes et les points de retournement varient fortement.

Au total, l'existence d'une relation en U inversé entre pollution et niveau de revenu est, pour le moins, remise en cause⁹.

β. Stern et Common [2001] : l'importance cruciale de l'importance du nombre de PED dans l'échantillon

Ils critiquent l'idée selon laquelle le SO₂ serait un des polluants décrivant une EKC avec un pic correspondant au niveau de revenu des pays intermédiaires. Ils travaillent sur une nouvelle base de données produite par le département américain à l'énergie. Sur 73 pays, les deux-tiers sont des PED, point capital par rapport aux analyses précédentes. Ils comparent le résultat de régressions suivant trois ensembles de données : le monde entier, les pays de l'OCDE et les autres. Pour ces trois tests, apparaît une EKC. Dans le premier cas, le pic est à 100 000 US\$1990, bien au-delà des maxima observés. Par contre, en isolant les pays de l'OCDE, il n'est plus qu'à hauteur de 9 200 US\$, c'est-à-dire dans le même ordre de grandeur que celui de Selden et Song¹⁰. Ils en concluent que les divergences entre leurs résultats et ceux des études des années 1990 n'ont pas comme cause principale des différences de données¹¹. Enfin, le point de retournement, quand ne sont pris en compte que les pays « non-OCDE », est de plus de 900 000 US\$! Notons que pour cet échantillon, l'effet du trend temporel tend à exercer une forte pression à la baisse des émissions. L'effet haussier du revenu par tête est donc très puissant.

Un test de Chow confirme que l'hypothèse d'une EKC globale unique est rejetée.

La conclusion à retenir de cette étude est l'impact déterminant de la composition du panel. Il apparaît que les analyses empiriques des années 1990, dans lesquelles les pays de l'OCDE sont sur-représentés, sous-estiment ainsi largement le seuil de richesses à partir duquel croissance économique serait synonyme d'amélioration de l'état de l'environnement. Lorsque les PED sont mieux pris en compte, l'existence empirique d'une EKC est même remise en cause, le point de retournement étant

⁹ Ce qui n'empêchera pas les auteurs d'affirmer en conclusion que l'existence d'une EKC est tout à fait probable et que leur base de données est certainement trop peu représentative. Mais alors que dire de celle de Grossman et Krueger ?

¹⁰ Un peu en-dessous, une fois effectuée la conversion des US\$1985 en US\$1990.

¹¹ En effet, ils reprennent dans la dénomination « pays de l'OCDE » les mêmes nations que Selden et Song.

très largement au-delà des maxima. Enfin, il serait utile d'étendre cette correction aux autres catégories de polluants.

γ. De Bruyn et al. [1998] : la CEK inexistante même dans les pays riches ?

Pour quatre pays post-industriels (Pays-Bas, Allemagne, Grande-Bretagne et USA) sur 1960 - 1993, de Bruyn et al. [1998] ne détectent que des relations monotones à la hausse, sauf une exception (SO₂ dans les Pays-Bas). Il convient cependant de nuancer ces résultats. Le renforcement des marchés de droits à polluer pour les émissions de SO₂ aux USA dans les années 1990 a rencontré un certain succès. Si l'étude comprenait cette période, il est alors vraisemblable que la conclusion eût été modifiée.

δ. Une relation en cloche seulement pour les polluants locaux ?

D'une façon générale, les résultats empiriques sur les émissions de dioxyde de carbone réfutent l'hypothèse de l'existence d'une EKC. Lorsqu'elle semble s'appliquer, le pic est généralement situé à des niveaux extravagants (8 millions de US\$ par tête chez Holtz-Eakin et Selden [1995]). Les indicateurs en terme d'intensité carbone¹² montrent parfois une relation en U inversé avec le niveau de revenu par tête (avec beaucoup de réserves, cf infra) mais tous les pays ont une relation croissante lorsque les tests sont effectués à partir des émissions totales. La croissance économique est ici clairement en contradiction vis-à-vis de la lutte contre l'effet de serre.

Grimes et Roberts [1997] ont mené une étude sur 1962 - 1991 avec plus de cent pays. Ils constatent d'abord en ce qui concerne l'évolution des émissions agrégées : « la relation s'est quelque peu affaiblie depuis 1960 mais les émissions carbonées sont encore linéairement liées à la production nationale par tête (1960 : R² = 0.914 ; 1991 : R² = 0.734) » (Grimes et Roberts [1997], p.192). Ils examinent ensuite l'évolution annuelle de la relation avec « l'intensité nationale en carbone » (INC). Le coefficient du terme linéaire, toujours significatif, décroît de 0.66 à 0.418 alors que le terme quadratique, non significatif jusqu'en 1982, prend de l'importance, passant de -0.284 en 1982 à -0.488 en 1991. D'une relation linéairement croissante, les régressions indiquent l'émergence d'une courbe en U inversé à partir de 1982 (pendant une courte période aussi dans les années 1970).

Les auteurs montrent cependant que ce résultat ne confirme pas l'existence d'une EKC. Ils divisent leur panel en trois sous-groupes selon le niveau de revenu par tête: seuls les pays riches connaissent de nettes améliorations de leurs INC. Les deux autres sont au contraire de moins en moins efficaces. Loin d'être le reflet d'une évolution de type EKC, ils montrent que la forme en cloche provient des évolutions de plus en plus divergentes entre les pays industrialisés et les autres.

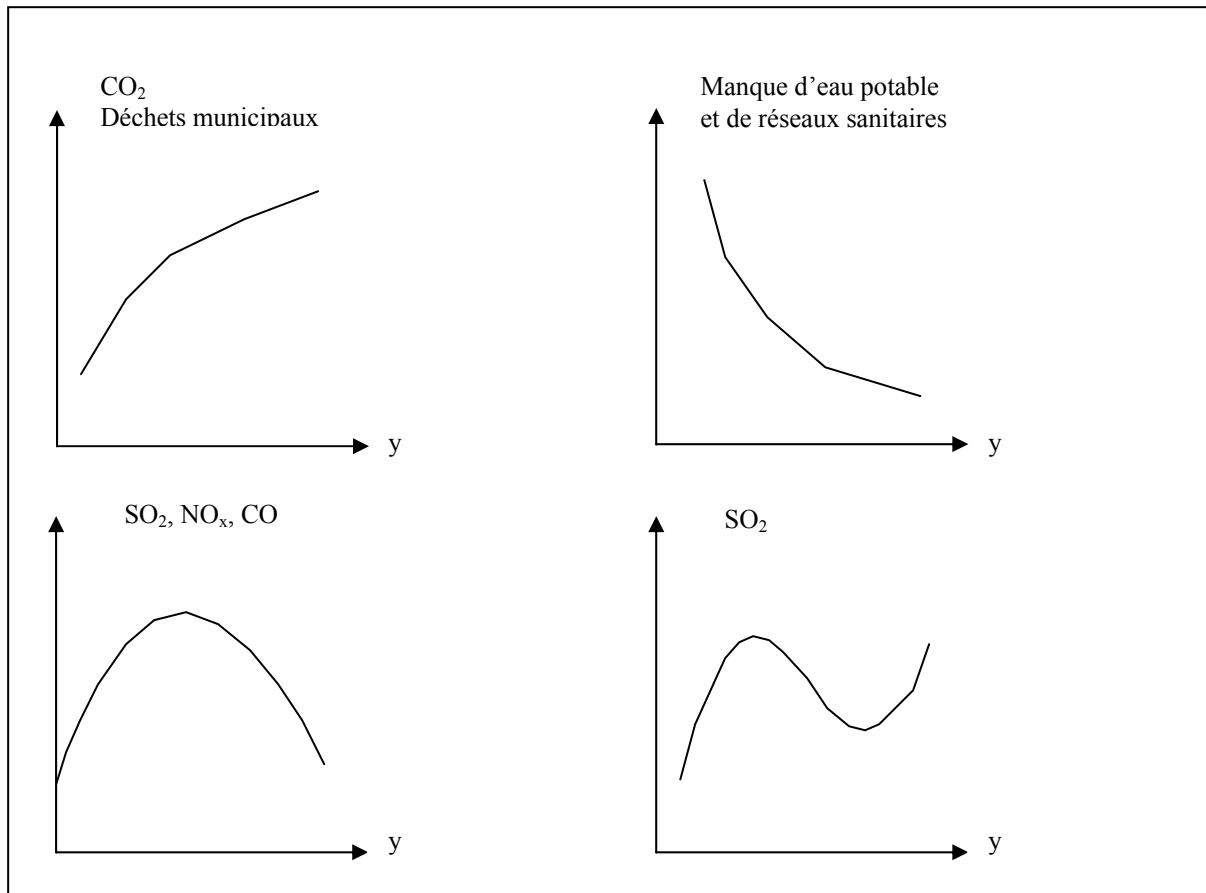
C. Premier état des lieux autour de l'EKC

Une première conclusion peut d'ores et déjà être tirée. Le manque d'évidences empiriques sur l'existence d'une courbe en forme de cloche contredit radicalement les affirmations de Beckerman sur les possibilités concrètes de « croître en-dehors » (to grow out of) des problèmes environnementaux.

Seules des observations pour quelques polluants soutiennent, et de façon non systématique, l'idée d'une EKC. En aucun cas, il ne peut donc y avoir de généralisation. « Bien que [certaines études empiriques] indiquent que la croissance économique peut être associée à l'amélioration de quelques indicateurs environnementaux, elles n'impliquent pas que la croissance économique suffit à améliorer l'état de l'environnement *en général* » (Arrow et al. [1995], p.92).

Quatre types d'évolution sont observés :

¹² C'est-à-dire le ratio « émissions de CO₂ / PIB », un indicateur d'efficacité des processus productifs.



3. Les impasses de l'analyse de l'EKC

La forme en U inversé de la relation entre le niveau de revenu par tête et la pollution engendrée a donc toutes les chances de n'être qu'anecdotique. Mais la critique ne peut s'arrêter là car l'engouement suscité par cette approche oblige à étayer plus encore les faiblesses de cette perspective.

1. Critique méthodologique

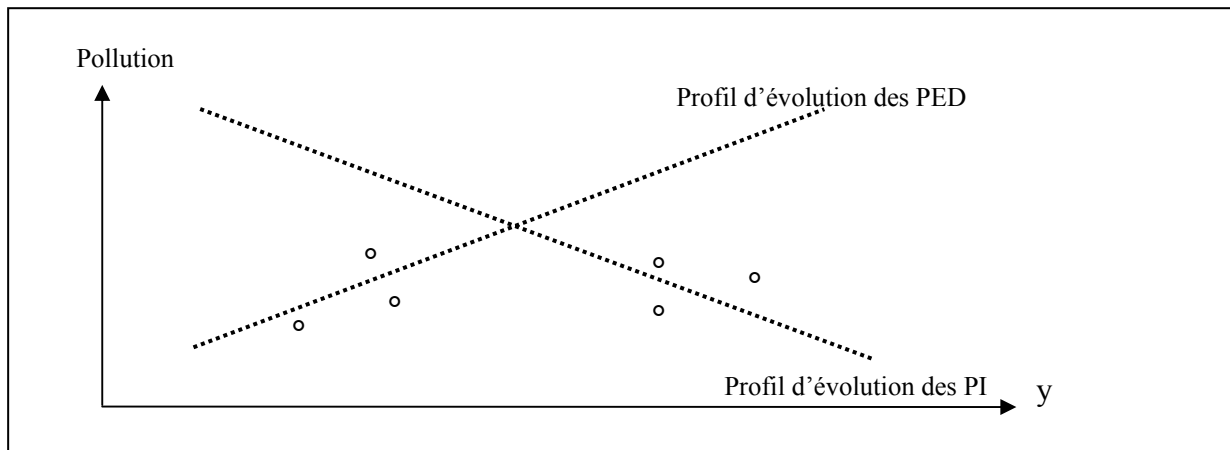
Nous avons déjà vu les conséquences majeures de la faible présence des PED dans les observations (Stern et Common [2001]). Mais l'influence de la composition du panel retenu n'est pas la seule limite qu'il faut souligner.

A. La simultanéité

Aucun de ces travaux ne tient compte d'éventuels feedbacks de la pollution sur la croissance économique. Les émissions n'auraient d'impacts négatifs que sur le bien-être et non sur la production. Or, plusieurs travaux démontrent le contraire. Ainsi, les revenus PED, aux structures économiques plus sensibles aux aléas, risquent de subir de plein fouet les effets d'une dégradation environnementale. Par exemple, si un pays est en situation de dépendance vis-à-vis de ses recettes à l'exportation de produits forestiers, les pluies acides représentent un véritable fléau. Les effluents toxiques déversés dans les rivières anéantissent les zones de pisciculture et condamnent à l'empoisonnement les personnes qui n'ont que cette possibilité d'approvisionnement en eau.

Les exemples de l'impact délétère des dégradations écologiques sur la formation des revenus abondent. A tel point que « préconiser une croissance rapide dans les premiers stades de

Figure 3. : Deux évolutions divergentes pour l'apparence d'une EKC



développement, lorsque la dégradation de l'environnement augmente, peut s'avérer contre productif, c'est-à-dire insoutenable » (Stern et al. [1996], p.1155).

En présence de simultanéité, les coefficients d'une régression par les moindres carrés sont biaisés, les résultats erronés.

B. Une juxtaposition de deux évolutions divergentes

Grimes et Roberts [1997] (cf. supra) montrent que la forme en U inversé est le résultat de deux évolutions divergentes et « non pas [la trajectoire de] pays individuels passant par différents stades de développement » (p.196).

Plus généralement, cette constatation interroge l'aspect déterministe de l'EKC. A l'instar des débats autour des stades de développement de Rostow, il est loin d'être évident que les économies vont suivre des sentiers de pollution similaires. Ainsi, Moomaw et Unruh [1998] examinent les fluctuations des émissions de CO₂ avec des systèmes dynamiques non-linéaires. Les trajectoires suivent des « équilibres ponctués », c'est-à-dire qu'elles ont un comportement régulier jusqu'à l'apparition d'un choc qui entraîne l'émergence d'un autre attracteur¹³. Les transitions sont brutales, contemporaines à des chocs exogènes et elles surviennent simultanément dans des pays à niveaux de richesses très différents.

Ces remarques montrent la nécessité de conduire des études sur des pays individuels. Hélas, la disponibilité de telles données fait grandement défaut. Parmi les quelques tentatives, Vincent [1997] s'est penché sur le cas de la Malaisie sur une quinzaine d'années (fin des années 1970 – début des 1990's). L'intérêt particulier de cette recherche est que, malgré la très courte période prise en compte, la plupart des analystes s'accordent à penser qu'elle se situe en plein dans la phase de transition de ce pays, autrement dit dans la zone théorique de retournement de l'EKC. Or, aucun des polluants (de l'air et de l'eau) ne montre une relation en cloche avec l'élévation des revenus.

C. Le choix de l'indicateur de la dégradation environnementale

Les conclusions des analyses empiriques sont très sensibles au type d'échelle adoptée pour estimer l'impact écologique des activités humaines. On peut en effet choisir entre trois principales catégories de mesure : les émissions par tête (E / t), leur intensité (E / PIB) ou les émissions totales.

Par exemple, il est souvent supposé qu'il existe un niveau minimal, k, de pollution. Après un certain niveau de revenu, la partie décroissante de la courbe s'aplanit et ne passe pas en-dessous de cette frontière. L'indicateur de pollution devient donc constant. S'il s'agit des émissions totales, alors

¹³ Ce raisonnement peut tenir intuitivement pour bien d'autres cas. Par exemple, le choix allemand (soudain) du pot catalytique pour lutter contre les pluies acides, la découverte du trou dans la couche d'ozone pour les émissions de CFC, etc.

elles le sont aussi. Mais si l'axe des ordonnées est en termes d'intensité alors les émissions croissent au même rythme que le PIB et elles tendent vers l'infini dans le long terme.

De plus, chaque catégorie éclaire des aspects que les deux autres ne prennent pas en compte. Ainsi, pour le CO₂, les mesures par l'intensité révèlent de très forts taux pour l'ex-Union Soviétique dans les années 1990 alors qu'en termes d'émissions par habitant ce sont les pays producteurs de pétrole qui surpassent tout le monde.

Adriaanse et al. [1997] étudient l'évolution des besoins totaux en matières premières sur 20 ans pour les USA, le Japon, les Pays-Bas et l'Allemagne. S'ils constatent une baisse de l'intensité-matière du PIB, en revanche, les besoins par tête sont continuellement croissants.

Wackernagel et al. [1997] choisissent de tester l'hypothèse d'une EKC avec le concept « d'empreinte écologique »¹⁴. Sans ambiguïté, la relation est linéairement croissante (le terme quadratique n'étant jamais significatif).

D. *L'impact de la croissance économique en tant que telle*

Une des recommandations politiques faites par les tenants d'une généralisation de l'hypothèse de l'EKC appelle à des commentaires vigilants. L'idée est d'une simplicité déroutante : puisque la solution à l'aggravation des dégradations environnementales consiste à dépasser un certain seuil de richesses, il faut créer les conditions d'une **croissance économique accélérée** afin de franchir ce palier le plus rapidement possible. C'est faire peu de cas des problèmes d'irréversibilité des dégradations écologiques.

L'extrême gravité des atteintes écologiques dans les Nouveaux Pays Industrialisés et en Asie d'une façon générale démontre clairement le contraire. En ce qui concerne le stock des ressources renouvelables, il est évident que des ponctions supérieures à leur capacité de renouvellement conduit inévitablement à leur disparition. Quant aux ressources non renouvelables, plus leur utilisation est rapide plus l'horizon de leur disparition se rapproche¹⁵, ce qui amenuise davantage le laps de temps disponible pour inventer des substituts¹⁶. En particulier, un tarissement accéléré des ressources d'énergie fossile rend encore plus improbable l'avènement de la miraculeuse « backstop technology », c'est-à-dire la source ultime, inépuisable et universelle d'énergie (la fusion nucléaire).

La diffusion d'éléments polluants a souvent des effets décalés dans le temps. Un taux de croissance économique élevé s'accompagne d'émissions importantes dont les effets catastrophiques (eu égard à leur masse) ne seront ressentis que lorsqu'il sera trop tard (hypothèse du décalage). Enfin, un développement industriel accéléré crée inévitablement de multiples sources de gaspillage, des goulets d'étranglement. Ces impasses sont d'autant plus graves que les populations concernées sont de l'ordre de plusieurs milliards d'individus. Cette dernière remarque doit donner la mesure de l'échelle des problèmes posés.

2. Une fausse bonne nouvelle

Même si l'on admet l'existence de l'EKC, l'échelle et l'urgence des solutions à trouver risquent d'anéantir définitivement l'espoir qu'une telle tendance serve à quoi que ce soit.

A. *L'hypothèse du « recouplage »*

Lorsque les analyses admettent une forme cubique (plutôt que simplement quadratique), le β_3 de Grossman et Krueger est souvent positif et significatif. A partir d'un certain seuil, la relation entre dégradation environnementale et création de richesses repart à la hausse. La courbe prend la forme d'un N. L'impact positif de la croissance économique ne serait donc qu'un phénomène transitoire. Quand les richesses matérielles deviennent « abondantes », l'effet d'échelle ne peut plus être

¹⁴ C'est-à-dire la surface de terre et d'eau nécessaire pour soutenir la consommation moyenne par tête de chaque nation.

¹⁵ Les évolutions actuelles font craindre l'épuisement des réserves de pétrole d'ici 35 – 40 ans, autant dire demain. Il faut tout de même une sacrée dose d'optimisme pour penser que la transition vers d'autres modes d'approvisionnement énergétique se déroulera sous l'orchestration magistrale de la main invisible relayée par des gouvernements bienveillants.

¹⁶ C'est-à-dire qui n'aboutissent pas à une situation pire qu'avant. Il suffit d'imaginer un monde basé sur l'énergie nucléaire ! Ou bien, la substitution du charbon au pétrole.

compensé (Borghesi [1999]). Emerge alors la thématique de la surconsommation. Le raccourcissement programmé du cycle de vie des équipements ménagers pour soutenir la consommation ainsi que la généralisation du « jetable » est une des explications plausibles.

Une autre hypothèse pour expliquer ce « recouplage » consiste à mettre en avant des **limites technologiques** au contrôle de la pollution (Dinda et al. [2000]). Il pourrait aussi exister des « cycles technologiques » : une innovation améliore l'efficacité environnementale des processus productifs jusqu'à un certain seuil au-delà duquel les opportunités de progrès sont épuisées (de Bruyn et al. [1998]) ou trop coûteuses. En termes d'abattement, la technologie aurait des rendements décroissants.

B. La distinction entre polluants locaux et globaux

Une régularité peut être dégagée des études qui concluent à l'existence d'une EKC : les indicateurs choisis ont systématiquement des répercussions immédiates et locales. Les coûts externes de ces polluants ont la particularité d'être vite détectés par la population vivant aux abords des zones d'émissions¹⁷ (« local short-term costs », Arrow et al. [1995]). Les possibilités d'abattement sont par ailleurs relativement aisées à promouvoir. Par exemple, le dioxyde de soufre provoque des pluies acides et des irritations respiratoires même à de faibles concentrations. Or, ses sources sont principalement la combustion des énergies fossiles. Le charbon étant de loin le plus émetteur. Des progrès peuvent ainsi être rapidement réalisés par la substitution des énergies (du charbon au pétrole par exemple), par l'achat de filtres etc.

L'incitation est grande pour les gouvernements locaux à prendre des mesures dont l'efficacité est immédiatement ressentie et ce à moindres frais (Cole [2000]).

Par contre, les autres polluants (notamment le CO₂ et les ordures municipales) ont des effets diffus sur l'environnement, tant au niveau spatial qu'au niveau temporel. Par ailleurs, ils sont à la fois plus faciles à externaliser et fortement aux rythmes de consommation. Réguler ces émissions nécessiterait de profonds changements dans les comportements des consommateurs. La tentation de stratégies de type « cavalier libre » a donc toutes les chances d'être irrésistible pour les gouvernements. Or cela peut avoir des effets redoutables car l'accumulation de ces polluants accroît sans cesse le risque de catastrophes futures majeures. La croissance des revenus ne fait donc, en elle-même, qu'aggraver le problème.

3. Les irréversibilités

Une des limites essentielles aux raisonnements induits par l'EKC est l'émergence d'irréversibilités dans les dommages environnementaux. Une fois franchie la capacité de charge d'un écosystème, il n'y a plus de retour possible à l'ancien équilibre. La physique de Newton, la mécanique de l'horloge universelle ne peut plus être le modèle de référence pour la construction des théories économiques (Passet [1996], Maréchal [1997], Georgescu-Roegen [1979]). Emergent les enseignements de la thermodynamique et de la complexité.

Pour l'objet de cet exposé, je me limite à l'étude des irréversibilités.

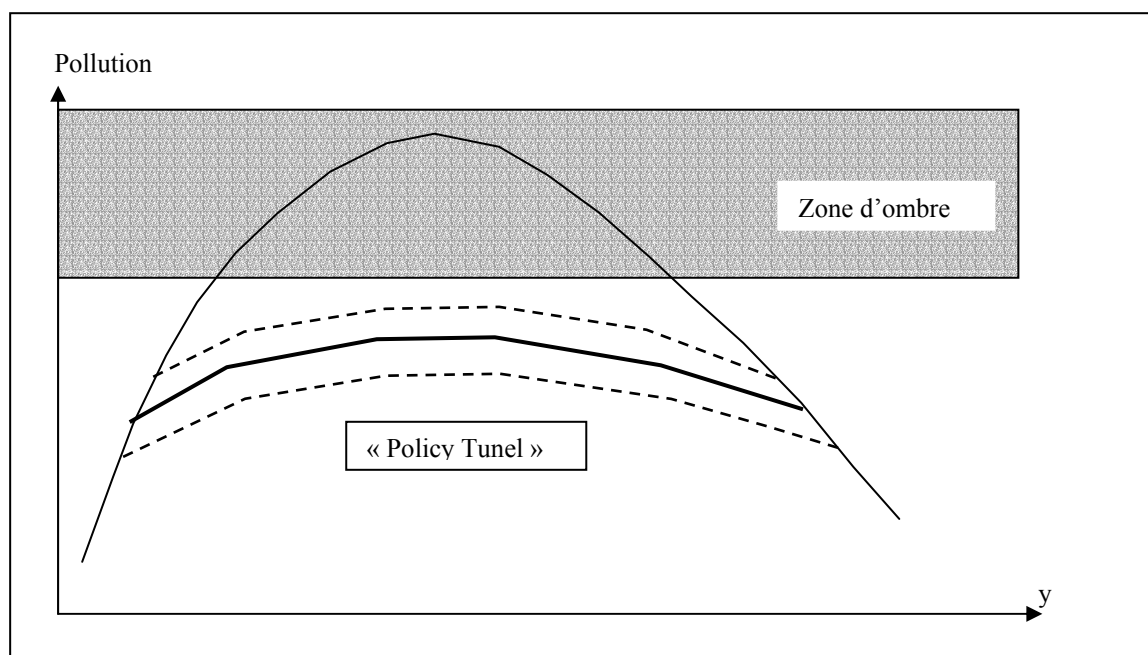
A. La notion de résilience et le principe de précaution

La résilience est la « mesure de l'ampleur des perturbations que peut absorber un système centré sur un équilibre localement stable avant de passer à un autre équilibre. [...] [Un tel changement] peut être associé à une perte soudaine de productivité biologique et donc à une capacité réduite pour supporter la vie humaine » (Arrow [1995] p.93).

Les activités économiques ne sont soutenables que si elles préservent la résilience des écosystèmes dont elles dépendent. Or celle-ci est imprévisible car on ne peut évidemment la tester « grandeur nature ». Le principe de précaution intervient alors pour justifier que face à l'inconnu associé à un risque majeur, la seule attitude raisonnable est de prendre garde à ne pas dépasser les limites de la résilience.

¹⁷ Même si le SO₂ est un polluant qui peut étendre ses effets bien au-delà des frontières du pays émetteur, la population locale en subit aussi les effets.

Figure 4 : Aplatir l'EKC par la politique économique



Accepter les risques extrêmes que fait courir l'augmentation vertigineuse de la pollution dans les PED en prétextant que la situation s'arrangera ensuite devient intenable. D'ailleurs, une telle position attentiste oublie de préciser qu'avec l'accumulation des dégradations, les coûts d'abattement deviennent prohibitifs, ajoutant une irréversibilité économique à une irréversibilité écologique.

Il faut tenir compte d'un phénomène cumulatif : une fois franchi le seuil de la capacité de charge, la nouvelle limite écologique à ne pas dépasser va s'établir à un niveau inférieur. En effet, quand un écosystème a été dégradé au-delà de ses possibilités « d'auto-épuration », il est irrémédiablement fragilisé. A la période suivante, sa capacité d'assimilation des déchets industriels est donc moindre.

Naît alors un cercle vicieux qui éloigne à chaque période le système économique des conditions de sa soutenabilité. Même si la pression diminue à partir d'un certain stade, l'écosystème est devenu si fragile que les niveaux de richesses restent trop élevés pour améliorer l'état de la nature car sa capacité de charge est dorénavant bien trop réduite.

Autrement dit, la pente de l'EKC aura beau devenir négative, la dégradation de l'environnement continuera à cause des irréversibilités produites antérieurement.

B. *Le « tunnel » de la soutenabilité*

Une solution avancée est de ne pas laisser les émissions de polluants dépasser un tel niveau. Munasinghe [1995, 1999] propose de définir des politiques qui permettraient d'aplatir la cloche pour éviter d'entrer dans la « zone d'ombre » (figure 4).

C. *L'externalité de stock*

Dans le cas du changement climatique, la mesure pertinente de l'impact environnemental est le stock de CO₂ plutôt que les émissions actuelles. En effet, le phénomène de l'effet de serre provient de l'aptitude du CO₂ à « emprisonner » les émissions infra-rouges dans l'atmosphère. Or, ce gaz a une longue durée de vie (plus de cent ans) avant d'être recyclé. Ainsi, c'est la quantité globale de dioxyde de carbone qui est à l'origine du réchauffement planétaire, le flux annuel des émissions n'y participant qu'à travers l'augmentation induite du stock existant.

L'accumulation passée des gaz à effet de serre exerce donc une contrainte décisive sur les possibilités contemporaines d'émissions au sein des PED. Graphiquement, l'EKC se déplace vers le haut.

Concrètement, les pays entamant leur industrialisation ont ainsi une contrainte environnementale renforcée par rapport à ceux qui les ont précédés¹⁸. Il est alors de plus en plus improbable que le sentier de croissance d'un pays se situe sur une trajectoire soutenable.

4. Commerce international et EKC

Jusqu'ici, j'ai analysé l'hypothèse de l'existence d'une courbe environnementale de Kuznets en faisant abstraction du commerce international. Quelle dynamique celui-ci est-il censé impulser dans la relation entre accumulation de richesses et état de l'environnement ? Il ne s'agit ni de nier les bénéfices environnementaux qui peuvent être tirés du commerce international ni d'en exagérer les effets positifs.

A. *Des effets ambivalents*

Par exemple, l'ouverture aux échanges extérieurs va souvent de pair avec une augmentation des IDE dont on attend qu'ils permettent l'importation de technologies plus propres. Mais l'utilisation d'équipements modernes par des travailleurs globalement moins qualifiés limite l'efficacité environnementale des processus de production bien en-deçà des niveaux théoriques. Parfois même, le manque de maîtrise des travailleurs locaux s'est avéré être l'une des causes de catastrophes majeures (Bhôpal). La CNUCED considère en fait que « savoir si la propriété autochtone ou étrangère des industries fait une différence significative en matière de performance environnementale demeure une question non résolue » (citée par Damian [2001] p.31).

Dans le même ordre d'idée, les pays qui ont connu les plus forts taux de croissance sont aussi ceux qui ont mis en place une politique efficace de promotion des exportations. Cependant le rôle de l'Etat a été d'une importance cruciale dans la réussite de cette stratégie extravertie (remontée de filières contre le « gel » des spécialisations). Mais ils se sont parallèlement énormément exposés aux fluctuations de l'économie mondiale et on connaît les ravages sociaux et environnementaux de la crise de 1997. Par ailleurs, la liste des pays ayant bénéficié de cette réorientation partielle des flux d'investissements internationaux est limitée.

Plus généralement, si le commerce international peut participer à un développement soutenable global, il n'est pas vrai qu'il y participe « automatiquement ». Comme il est promu aujourd'hui, il n'obéit qu'à sa propre logique et se développe bien au-delà des proportions qui seraient raisonnable d'un point de vue environnemental¹⁹. C'est le fameux exemple des pommes de terre allemandes qui sont exportés en Italie pour y être traitées puis réexportées en Allemagne pour être vendues. Et ce genre d'aberrations, uniquement dictées par la logique économique du profit maximal, est extrêmement fréquent. Certes le PIB s'accroît mais au prix de gaspillages de ressources (notamment pour les transports) parfaitement inutiles et il devient difficile de comprendre où se situe l'amélioration environnementale induite par la croissance des flux internationaux de biens et services.

L'effet de la spécialisation sur les ressources naturelles doit être aussi envisagé avec circonspection. Non seulement son effet sur le développement est toujours discuté mais surtout, cette stratégie conduit systématiquement à la surexploitation des réserves et donc à leur disparition rapide. Et ce, au bénéfice de populations éloignées qui ne prennent que peu conscience du problème, d'autant qu'elles en sont largement les bénéficiaires. On est loin de la notion de soutenabilité des sentiers de développement.

Pour revenir plus directement à la discussion sur l'EKC, certains auteurs remarquent que les polluants pour lesquels certaines études empiriques concluent à la pertinence de l'EKC sont issus de processus productifs aisément délocalisables. Sous-entendu les pays riches dans leur souci de vivre

¹⁸ Ceci fait partie des débats autour de la « dette écologique » des pays développés envers le Sud.

¹⁹ Daly a d'ailleurs une formule assez efficace (rapportée par Damian [2001] p.46) : « Les américains importent des biscuits sucrés danois et les Danois des biscuits sucrés américains. Pourquoi ne pas échanger simplement les recettes ? »

dans un environnement plus sain chercheraient non pas à réguler la pollution mais plutôt à l'éloigner de chez eux.

B. *L'hypothèse du déplacement*

Contrairement aux conclusions hâtives de certains auteurs, il faut se méfier de l'évolution en U inversé de la relation entre dégradation environnementale et revenu par tête, même là où elle semble exister. En effet, les causes de l'effet de composition amènent à relativiser la réalité du retournement de la courbe. Il est parfaitement envisageable que les évolutions dans la structure du système productif d'un pays (i.e. l'augmentation de la part relative des industries moins polluantes, par exemple les services) soient obtenues par des délocalisations vers des nations aux normes environnementales moins strictes. Se constituent alors des « havres pour les industries polluantes ».

Les conséquences du comportement des consommateurs des pays riches seraient donc ambivalentes. Enfin soucieux de l'état de la nature, leur bienveillance s'arrêterait pour l'essentiel à la consommation (marginale) de produits « biologiques ». Les nécessaires sacrifices dans le rythme et le contenu de leurs achats ne seraient absolument à l'ordre du jour. Pour satisfaire leurs besoins (au moindre coût), les gouvernements édicteraient des normes strictes et les industriels s'adaptent... en délocalisant. Le consommateur moyen se contenterait de n'être pas pleinement conscient des effets de ses actes (une sorte de « myopie paresseuse »).

Rothman [1998] examine les évolutions de la consommation des différentes catégories de biens suivant le niveau de revenu par tête. Si les dépenses en termes relatifs sont conformes à la loi d'Engel, c'est grâce à des croissances relatives différenciées et non par le déclin de la consommation d'un bien. En termes de quantités, seule la catégorie « nourriture, boisson et tabac » décrit une forme de type EKC. Et encore, en décomposant ce poste, seul le sous-ensemble « grains et féculents » (le moins polluant) décroît à partir d'un certain niveau de revenu.

Or, le commerce international donne les moyens à la consommation d'une nation d'évoluer différemment de sa production. L'auteur en conclut que « ce qui ressemble à des améliorations sont en réalité des indicateurs de la capacité accrue des consommateurs des nations propres à éloigner les dégradations environnementales associées à leur consommation » (p.177).²⁰

Suri et Chapman [1998] se sont intéressés à ce problème en examinant la consommation d'énergie commerciale (dont ils déduisent un niveau de pollution par la détermination d'un « coefficient d'émissions par unité d'énergie »). Ils font un rapide survey des articles précédant qui se concentrent tous sur l'impact de l'ouverture au commerce international $[(M + X) / PIB]$. Ils insistent sur les résultats contradictoires et surtout sur la faiblesse de ces analyses. Ce qui importe, d'un point de vue environnemental, c'est le contenu en pollution des biens échangés.

En testant plusieurs spécifications, ils montrent que lorsqu'on tient compte du contenu en énergie des biens internationaux, le pic de l'EKC passe de 55 000 US\$ (ce qui est déjà en-dehors de l'échantillon) à plus de 220 000 US\$. Ceci montre que les exportations des NPI ont un fort contenu en énergie, ce qui, parallèlement, a permis aux pays industrialisés (leurs principaux destinataires) de freiner leurs besoins d'énergie grâce à ces importations.

Stern et al. [1996] (p.1155) rappellent par une étude du Congrès américain de 1990 qu'une des stratégies de réduction de l'intensité énergétique US après les chocs pétroliers a consisté à accroître celle des importations.

Mani et Wheeler [1999] ont mis en évidence que les périodes d'augmentation rapide des exportations de produits polluants coïncident avec les périodes d'accélération de la hausse des coûts de réduction de la pollution au sein des économies de l'OCDE.

Ces résultats sont en phase avec l'analyse de Baumol et Oates [1988]. Je ne rappelle ici que leurs conclusions. Le pays pauvre à la régulation environnementale moins stricte et utilisant un processus productif plus « sale » se spécialise dans la production du bien très polluant. Le prix de ce dernier se situe alors en-deçà du niveau de l'optimum social donc la production du bien « sale » est au-dessus (la demande mondiale étant encouragée).

²⁰ En admettant que l'effet technologique n'est pas assez puissant pour résoudre à lui seul les pressions sur l'environnement exercées par l'effet d'échelle.

Cette théorie constitue la base du concept de « paradis de pollution ». Quand un pays prend des mesures de contrôle de la pollution, les industries polluantes délocalisent leurs activités vers ces « havres ». Si ce processus de délocalisation s'avère exact, certains auteurs se demandent ce que pourront faire les pays en bout de chaîne puisqu'ils ne pourront reproduire ce mouvement faute de candidats.

De plus, les asymétries dans les relations économiques internationales empêchent les PED d'internaliser les coûts environnementaux dans le prix de leurs exportations (d'où le concept d'échange écologiquement inégal). Ce phénomène est accentué par la concurrence entre pays toujours plus vive, induite par l'élargissement du commerce mondial.

Face à ces constats, une réponse consiste à chercher quelles pourraient être les conditions des effets positifs de l'ouverture (principalement la diffusion des technologies les plus avancées). Mais cette démarche peut amener à la recherche d'une plus grande autosuffisance. En effet, non seulement les gaspillages évoqués seraient annulés (ne subsistant que les échanges nécessaires) mais aussi cela pourrait amener à mieux responsabiliser les acteurs économiques en rapprochant le consommateur des conditions de production. Cependant, la question reste ouverte car cet équilibre entre autosuffisance et commerce international est loin d'avoir été examinée dans le détail.

4. Conclusion

Une « courbe environnementale de Kuznets », reliant par une forme en cloche les dégradations de l'environnement et le niveau de revenu par tête, a (parfois) été détectée pour quelques polluants aux effets locaux. Cependant, elle est infirmée pour des polluants globaux et aucune généralisation ne peut être sérieusement envisagée. Il y a, sans ambiguïté, une limite écologique globale à la quantité de richesses matérielles accumulables et elle est d'ores et déjà largement dépassée.

La croissance économique au niveau planétaire risque d'être condamnée alors même qu'elle reste incontournable dans les PED. La maîtrise de son contenu matériel dans les pays riches, voir une réflexion sur le thème de la « décroissance », devient alors un axe central de l'intégration de la contrainte environnementale si l'on accepte de prendre au sérieux les problèmes de pollution en même temps que l'on reste prudent sur les capacités du progrès technologique. Ce dernier doit être utilisé en priorité à réduire au maximum l'impact environnemental du développement des pays du Sud.

Parallèlement, dans tous les pays, la lutte contre les inégalités sociales doit devenir la priorité car cela permettrait de minimiser la quantité de biens nécessaires pour la satisfaction des besoins fondamentaux de l'ensemble des populations.

En Occident, il faut (ré-)apprendre que « le plus n'est pas le mieux ». A la lumière des travaux empiriques décrits, il apparaît que transformer l'EKC en fait stylisé des rapports entre environnement et développement n'est pas une hypothèse raisonnée (et raisonnable) mais plutôt comme une tentative (idéologique) pour le moins osée de justification de la surconsommation des pays riches.

« J'avoue que je ne suis pas enchanté de l'idéal de vie que nous présente ceux qui croient que l'état normal de l'homme est de lutter sans fin pour se tirer d'affaire, que cette mêlée où l'on se foule aux pieds, où l'on se coudoie, où l'on s'écrase, où l'on se marche sur les talons et qui est le type de la société actuelle, au lieu d'être simplement une des phases désagréables du progrès industriel » John Stuart Mill [1848] (p.297).

Références bibliographiques

Adriaanse, A. et al. 1997, *Resource Flows: the Material Basis of Industrial Economies*, WRI

Agras, J. et Chapman, D. 1999, A Dynamic Approach to the EKC Hypothesis, *Ecological Economics*, n°28, p.567-277

Arrow, K. et al. 1995, Economic Growth, Carrying Capacity and the Environment, *Science*, n°268, p.520-521

Ayres, R. 1995, Economic Growth: Political Necessary but *not* Environmentally Friendly, *Ecological Economics* n°15 (Forum), p.97-99

Banque Mondiale 1992, *Rapport sur le développement dans le monde, Le développement et l'environnement*, Washington D.C.

—. 2000, *La qualité de la croissance*, Oxford University Press

Baumol, W. et Oates, W. 1988, *The Theory of Environmental Policy*, Cambridge University Press

Beckerman, W. 1992, Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment?, *World Development*, Vol.20, p.481-496

Borghesi, S. 1999, *The EKC: a Survey of Literature*, European University Institute

CMED (Commission mondiale sur l'environnement et le développement) 1987, Rapport Brundtland, *Notre avenir à tous*, Fleuve

Cole, M. 2000, *Trade Liberalisation, Economic Growth and the Environment*, Edward Elgar Publishing

Common, M. et Stern, D. 2001, Is there an EKC for Sulfur?, *Journal of Environmental Economics and Management*, n°41, p.162-178

Damian, M. et al. 2001, *Commerce international et développement soutenable*, Economica

De Bruyn, S. M. et al. 1998, Economic Growth and Emissions : Reconsidering the Empirical Basis of Environmental Kuznets Curves, *Ecological Economics* n°25, p.161-175

Dinda et al. 2000, Air Quality and Economic Growth : an Empirical Study, *Ecological Economics* n°34, p.409-423

Ezzati, M. et al. 2001, Towards an Integrated Framework for Development and Environment Policy: the Dynamics of EKC, *World Development*, Vol. 29 n°8, p.1421-1434

Georgescu- Roegen, N. 1979, *La décroissance économique*, Sang de la Terre

Grimes, P. et Roberts, J. 1997, Carbon Intensity and Economic Development 1962-1991 : a Brief Exploration of the EKC, *World Development*, Vol. 25 n°2, p.191-198

Grossman, G., Krueger, A. et Alan, B. 1993, Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement, in P. Garber, ed., *The US-Mexico Free Trade agreement*, MIT Press, pp. 13-56

Grossman, G. et Krueger, A. 1994, Economic Growth and the Environment, *NBER*, WP n°4634

Han, X. et Chatterjee, L. 1997, Impacts of Growth and Structural Change on CO₂ Emissions of Developing Countries, *World Development*, Vol. 25, n°3, p.395-407

Harbaugh, W., Levinson, A. et Wilson, D. 2000, Reexamining the Empirical Evidence for an EKC, *NBER*, WP n°7711

Harribey, J.-M. 2003, *La démence sénile du capital, fragments d'économie critique*, Editions du Passant, Bordeaux

Holtz-Eakin, D. et Selden, T. 1995, Stoking the Fires? CO₂ Emissions and Economic Growth, *Journal of Public Economics*, n°57, p.85-101

Illich, I. 1973, *La convivialité*, Seuil, coll. Points, Paris, 159 p.

Jayadevapp, R. et Chharte, S. 2000, International Trade and Environmental Quality : a Survey, *Ecological Economics* n°32, p.175-194

Maréchal, J.-P. 1997, *Le rationnel et le raisonnable*, Presses Universitaires de Rennes

- Martinez-Alier, J. 2002, *The Environmentalism of the Poor*, Edward Elger Publishing, 312 p.
- Meadows, D. 1972, *Halte à la croissance ?*, Fayard Paris, 315 p.
- Mill, J. S. 1848, *Principes d'économie politique*, Dalloz
- Moomaw et Unruh 1998, An Alternative Analysis of Apparent EKC-Type Transitions, *Ecological Economics* n°25, p.221-229
- Munasinghe, M. 1995, Making Economic Growth more Sustainable, *Ecological Economics* n°15 (Forum), p.121-124
- . 1999, Is Environmental Degradation an Inevitable Consequence of Economic Growth: Tunneling through the EKC, *Ecological Economics* n°29, p.89-109
- Panayotou, T. 1993, Empirical Test and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development, *Working Paper* du BIT
- . 2003, *Economic Growth and the Environment*, Paper for the Spring Seminar of the UN Economic Commission for Europe
- Passet, R. 1996, *L'économie et le vivant*, Economica
- Rock, M. 1996, Pollution Intensity of GDP and Trade Policy: can the World Bank be Wrong?, *World Development*, Vol. 24 n°3, p.471-479
- Rothman, D. 1998, EKC – Real Progress or Passing the Buck? A Case for Consumption-Based Approaches, *Ecological Economics* n°25, p.177-194
- Selden, T. et Song, D. 1994, Environmental Quality and Development : is there an EKC for Air Pollution ?, *Journal of Environmental Economics and Management* Vol. 27 p.147-162
- Shafik, N. et Bandayopadhyay 1992, *Economic Development and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence*, Background Paper for the World Development Report 1992
- Stagl, S. 1999, Delinking Economic Growth from Environmental Degradation?, *Wirtschaftsuniversität Wien*, WP n°6
- Stern, D. 2002, Explaining Changes in Global Sulfur Emissions: an Econometric Decomposition Approach, *Ecological Economics* n°42, p.201-220
- Stern, D. et al. 1996, Economic Growth and Environmental Degradation: the EKC and Sustainable Development, *World Development*, Vol.24 n°7, p.1151-1160
- Wackernagel, M. et al. 1997, *Ecological Footprints of Nations : how much Nature do they Use? How much Nature do they Have?*, The Earth Council