

**Les enjeux autour de l'existence d'une courbe environnementale de Kuznets :  
développement soutenable et partage des richesses en Chine**

André Meunié  
Ifrede-CED, Université Bordeaux 4 Montesquieu

Premières journées du développement du GRES  
16-17 septembre 2004

## Section I-Introduction

Depuis 1978, la Chine est entrée dans une ère de réformes qui ont provoqué une croissance économique vertigineuse. Cette « longue marche vers le capitalisme » force l'admiration de la plupart des économistes du développement qui utilisent l'image du miracle pour décrire combien la réussite de ce pays est phénoménale. Pourtant, les sombres prédictions s'accumulent et les commentaires sont de plus en plus nuancés. Aggravation des inégalités, systèmes sociaux en déliquescence, surproduction manifeste, montée en puissance du chômage, urbanisation galopante sont autant de contradictions qui prennent de l'ampleur avec la stratégie de développement chinoise. Sur le plan environnemental, la dégradation alarmante des milieux naturels exacerbe le conflit entre l'industrialisation accélérée et la préservation des conditions de la reproduction de la vie humaine. Il est donc urgent de prendre la mesure de l'enjeu : comment améliorer les conditions de d'existence de la population alors même que les seuils de risques écologiques sont déjà largement dépassés. L'Organisation Mondiale de la Santé estime que parmi les dix villes les plus polluées au monde, cinq sont chinoises (Beijing, Shanyang, Xian, Shanghai et Guangzhou) avec des concentrations en particules de 2.5 à 6 fois au-dessus des seuils de l'OMS. Sur le fleuve Jaune (Huang), le rejet des eaux polluées par les entreprises situées le long des rives représente déjà plus de 5% du débit moyen journalier sur l'année mais cette proportion augmente jusqu'à 50% durant la saison sèche !

Comment est-il possible de remédier à cette tendance insoutenable sans saper les bases du développement économique ? Une stratégie attentiste est d'ores et déjà condamnée à l'échec car, en repoussant l'échéance d'une action de régulation, elle provoque non seulement des dégradations irréversibles mais aussi des décisions politiques ultérieures radicales. Par exemple, jusqu'au milieu des années 1990, 75% des zones de rivière du fleuve Huai étaient classés dans les catégories 4 et 5 (les pires). Des millions d'individus ne pouvaient plus boire ces eaux, si polluées qu'elles en étaient presque intraitables. En 1996, un plan de fermeture de *toutes* les usines aux activités polluantes a du être proclamé. Cette catastrophe montre la nécessité de réagir au plus vite car un recours général à ce type de solution est économiquement inenvisageable. Il faut ajouter que les autorités centrales n'ont pas des moyens de surveillance suffisants pour restreindre les mouvements d'équipement polluant. Il est probable que les petites firmes fermées ont été reconstruites ailleurs et que globalement, cette action s'est révélé écologiquement inefficace.

Pourtant, des recherches empiriques menées dans les années 1990 apportent une bonne nouvelle sur le front du développement soutenable. Au moins pour certains polluants locaux, les émissions diminueraient au-delà d'un certain seuil de revenu par tête. La croissance économique ne serait alors plus la source des dégradations écologiques mais, au contraire, la solution. Cette relation est connue sous le nom de courbe environnementale de Kuznets.

Nous pourrions alors espérer que la Chine atteindra ce palier le plus vite possible. Mais ce raisonnement repose hélas sur des bases pour le moins fragiles. Il ne tient pas compte des phénomènes d'irréversibilités. Si les émissions déclinent longtemps après avoir outrepassé la capacité de charge des écosystèmes, l'irréparable aura déjà été commis. Par ailleurs, de nombreux biais sont mis en évidence dans la construction des résultats économétriques et lorsque des études représentatives sont menées, l'évidence d'une courbe en forme de cloche entre les rejets polluants et le PIB par habitant est contredite.

Dans un premier temps, nous exposons les avancées des recherches pour nous concentrer ensuite sur le cas des régions chinoises sur 1990-1999 pour les émissions de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), gaz à l'origine des pluies acides et de graves maladies respiratoires. Ce polluant est en effet présenté comme le cas typique car ces coûts sont censés être

facilement internalisables du fait de leurs impacts locaux et de son caractère de produit non joint des processus de production (contrairement au CO<sub>2</sub>, par exemple).

## **Section II- La croissance, horizon indépassable du développement ?**

La crise écologique planétaire dont la société prend progressivement conscience depuis les années 1970 est le point d'achoppement d'un renouvellement profond des controverses sur les relations entre deux notions fondamentales : le développement et la croissance économiques.

Avec le processus de marchandisation de l'ensemble de la sphère sociale, l'amélioration des conditions de vie et la croissance de la somme des valeurs d'échange sont conçues comme des synonymes. La croissance du PIB devient une condition nécessaire et suffisante à l'augmentation du bien-être des individus. La distinction entre les deux concepts devient alors superflue ou, au mieux, la croissance est le pilier indispensable à tout espoir de développement, dogme qui, selon nous, est justifié dans le cas des PED mais doit être remis en cause à l'intérieur des pays riches (Harribey [2004]).

Au-delà même des remises en cause de la croyance en l'automatisme des vertus de la croissance du PIB, l'entropie caractéristique de tout processus productif oblige à tenir compte des contraintes naturelles qui s'imposent à tout système économique.

### **1- La contestation des « limites de la croissance »**

L'avènement du « productivisme agricole » et le formidable essor industriel dans les pays du Nord se sont accompagnés de dégradations environnementales très sévères qui remettent potentiellement en cause les conditions de la vie humaine sur Terre. Parallèlement, la pression démographique dans les PED et, pour quelques pays de l'Asie du Sud-Est principalement, le décollage économique très rapide produit des irréversibilités graves de leur milieu naturel. Alors même que, dans le meilleur des cas, le processus de rattrapage des niveaux de vie n'en est qu'à ses débuts, l'accumulation de richesses matérielles produit déjà des dégradations écologiques extrêmement dangereuses. La disparition de la barrière de corail, les immenses incendies de forêt en Indonésie, le grignotement accéléré de l'Amazonie, la chute de la biodiversité, l'air vicié des métropoles du Sud, l'importance croissante des PED dans les rejets de gaz à effet de serre sont quelques exemples parmi une multitude de l'insoutenabilité du développement des PED.

Au début du XXI<sup>ème</sup> siècle, la problématique de la soutenabilité économique dans les PED peut donc se résumer ainsi : *alors même que la lutte contre la pauvreté reste l'enjeu primordial, l'histoire récente de l'accumulation des richesses impose une contrainte environnementale de plus en plus forte à leur processus d'industrialisation (quand il existe)*. L'exemple par excellence de cette contradiction est la lutte contre l'aggravation de l'effet de serre. Produit joint de l'activité économique, les émissions de CO<sub>2</sub> sont d'ores et déjà bien au-delà du seuil d'assimilation de la biosphère, la responsabilité étant très largement imputable aux pays riches. L'émergence des pays du Sud se heurte ainsi au problème du changement climatique bien qu'à l'évidence ils seront pour un temps encore long dans la nécessité d'accroître leurs émissions (Meunié [2001] et [2004]).

Une limite similaire s'applique avec de plus en plus d'acuité dans le domaine de l'énergie. Les stocks de pétrole s'épuisent de façon accélérée. Selon les prévisions de l'Agence Internationale de l'Energie, ils pourraient disparaître d'ici moins de 40 ans. Mais des tensions dramatiques émergeront bien avant car, malgré des efforts en matière d'économie d'énergie et de substitution de sources d'approvisionnement, les économies restent dépendantes de l'or noir. Or, une étude de cette même institution (AIE [2004]) montre un très

net ralentissement des progrès réalisés sur l'intensité énergétique<sup>1</sup> qui, au sein des pays membres, diminue depuis 1991 de seulement 0,7% par an contre 2,5% entre 1973 et 1982. L'économie mondiale n'est donc pas sur la voie d'une résolution rapide et à moindres frais de l'épuisement des réserves de pétrole.

Mais si l'importance des activités agricoles et industrielles est insoutenable au point de mettre déjà en péril les équilibres écologiques assurant la pérennité de la vie sur Terre, comment la science économique peut-elle conceptualiser la lutte contre la pauvreté sans accroître davantage la pression des activités anthropiques sur le milieu naturel ?

Ce constat est cependant vivement contesté dans sa dimension déterministe par l'école néoclassique. L'architecture des constructions libérales s'articule autour d'une hypothèse essentielle quant au rôle du progrès technique. Les théoriciens ont une confiance absolue dans la capacité de l'intelligence humaine à trouver des issues technologiques aux défis écologiques. Ces auteurs supposent que, correctement orienté par les forces du marché, l'univers technicien invente des solutions au fur et à mesure de l'apparition des contraintes environnementales. Cette hypothèse fonde les modèles de « soutenabilité faible » dans lesquels les deux formes de capitaux manufacturé et humain sont substituables au capital naturel. A mesure qu'une ressource naturelle s'épuise, la rente de rareté (hotellinienne) obtenue par l'exploitant s'accroît. Si le montant de cette rente est investi dans la recherche de procédés de substitution, alors la disparition de la ressource n'a pas de conséquences sur le bien-être des générations suivantes car, par hypothèse, les ingénieurs auront su trouver des méthodes alternatives de production. En effet, grâce à cette règle d'affectation de la rente de rareté (dite règle HHS, du nom des trois auteurs Hicks, Hartwick et Solow)<sup>2</sup>, les niveaux de consommation réels par tête restent constants dans le temps.

Il faut insister sur l'importance des capacités que les néoclassiques attribuent au progrès technique pour résoudre les tensions qui sont issues de la raréfaction des ressources. Grâce à cette forte (voir parfaite) substituabilité des différentes formes de capital, ils peuvent affirmer *l'autonomie de la sphère des activités économiques vis-à-vis des équilibres et des logiques de la biosphère*. La contrainte naturelle est ainsi relativisée. Il est par la suite facilement envisageable de fournir les conditions d'une croissance à la fois infinie et soutenable.

*« En d'autres termes, même des dommages importants infligés aux écosystèmes, tels que la dégradation de la qualité environnementale, la perte de biodiversité ou le changement climatique global, ne sont pas inacceptables. Le seul problème est de savoir si des investissements compensatoires pour les autres générations dans d'autres formes de capitaux ont été réalisés »* (Faucheux et Noël [1995], p.256).

Le traitement de la pollution est similaire puisque, soit par une fiscalisation adéquate soit par la création *ex-nihilo* d'un marché de droits de polluer, l'apparition d'un coût corrigeant cette externalité négative oriente le comportement des agents vers un sentier de croissance soutenable. Si l'incitation est adéquate, les techniques les plus efficaces sont alors retenues abaissant autant qu'il est nécessaire l'intensité en pollution du PIB. Et si jamais cela s'avère toujours insuffisant, la R&D se voit doter de fonds destinés à renforcer encore l'innocuité des processus productifs sur le milieu naturel. Et il ne fait pas de doute que les ingénieurs trouveront à temps ces nouveaux procédés, l'irréversibilité des dommages infligés étant écartée de l'univers newtonien du paradigme libéral.

---

<sup>1</sup> Quantité d'énergie nécessaire à la production d'un euro de PIB.

<sup>2</sup> Précisément, soit S le montant de l'épargne investi dans un fond de compensation, il faut qu'il soit tel qu'il permet de compenser la dépréciation du stock de capital global, soit :

$$S - \delta_m K_m - \delta_h K_h - \delta_n K_n \geq 0$$

avec  $K_m$ ,  $K_h$  et  $K_n$  respectivement le capital manufacturé, humain et naturel,  $\delta_i$  les taux de dépréciation.

Alors même que l'accumulation de richesses matérielles est à l'origine des crises environnementales, les auteurs libéraux s'emploient au contraire à transformer le problème en solution. Ils avancent en effet qu'une économie riche a les moyens et la volonté de financer des programmes de dépollution et de gains d'efficacité alors que les nations pauvres sont entièrement concentrées sur la lutte contre la pauvreté, bien loin de préoccupations environnementales qui restent un luxe inaccessible.

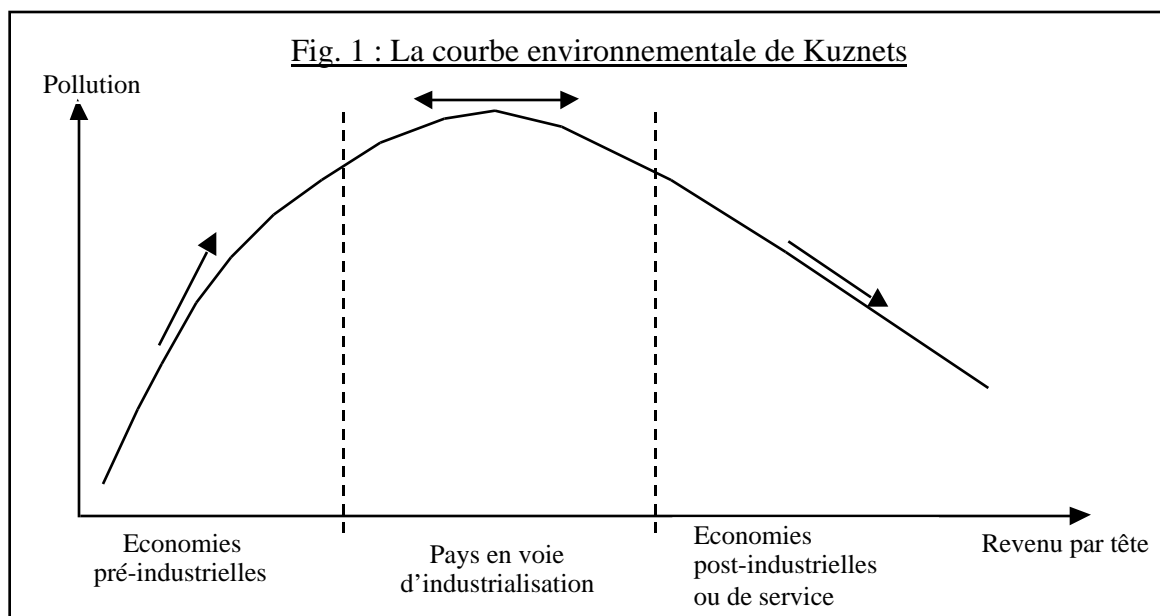
« Il y a une évidence claire que, bien que la croissance économique provoque normalement des dégradations environnementales aux premiers stades [de développement], à la fin le meilleur – et probablement le seul – sentier pour retrouver un environnement décent dans la plupart des pays est de devenir riche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

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.

C'est ce raisonnement que les néoclassiques tentent depuis une dizaine d'années d'ériger en fait stylisé de l'économie de l'environnement et du développement. Pour ce faire, ils s'appuient sur des études économétriques qui révéleraient l'existence d'une courbe en forme de cloche entre le niveau de pollution et le revenu par tête d'un pays. C'est la courbe environnementale de Kuznets.

## **2- Les déterminants de la courbe environnementale de Kuznets**

En 1955, Simon Kuznets décèle une relation en cloche entre le niveau de revenu par tête et les inégalités sociales<sup>3</sup>. 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 » (CEK).



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

<sup>3</sup> La validité de cette assertion est encore débattue. Voir Damian et al. [2001], p.43.

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<sup>4</sup> 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.

Nous pouvons décomposer les effets de l'évolution des structures productives au fur et à mesure de l'accroissement des richesses en trois effets structurels :

1- **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.

2- **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 PIB. Mais insistons sur le fait que ce raisonnement ne tient qu'en termes relatifs. En effet, la production de biens matériels continue de croître et, toutes choses égales par ailleurs, le niveau absolu des rejets polluants continue donc de croître. Cet effet de composition peut freiner le rythme d'accroissement de l'effet d'échelle mais n'a que peu de chances de l'inverser (sauf s'il pousse à délocaliser les secteurs polluants dans des PED).

3- **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 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. Il est à relier directement à l'hypothèse néoclassique de substituabilité des différentes formes de capital.

L'existence d'une CEK suppose, qu'au-delà d'un seuil de revenu par tête, l'effet d'échelle est ralenti suffisamment par l'évolution de la structure productive vers des secteurs de services pour que les gains en efficacité et les découvertes de nouveaux procédés de fabrication inversent le sens initial de la relation PIB par tête et pollution.

Une dimension essentielle du raisonnement se situe du côté 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 (prétend-on) que peu d'attention aux conséquences environnementales.

---

<sup>4</sup> C'est-à-dire la surface de terre et d'eau nécessaire pour soutenir la consommation moyenne par tête de chaque nation.

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.

Reste un dernier argument plus politique<sup>5</sup>.

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. De nouveaux impôts sont levés à moins que l'hypothèse du double dividende s'avère correcte auquel cas nous entrons dans une configuration « win-win » grâce à une réorganisation des prélèvements fiscaux<sup>6</sup>.

### **Section III- Examen critique des méthodes empiriques**

Dans cette section, nous exposons quelques-uns des articles de référence à partir desquels la notion de CEK s'est développée. Il apparaît que les résultats obtenus sont en fait très fragiles et que nous sommes très loin d'un fait stylisé. Très peu de polluants suivent une relation en cloche avec le niveau de revenu par tête et lorsque cela semble être le cas, comme pour le dioxyde de soufre, l'influence de la composition du panier est si importante qu'aucune conclusion générale ne peut être tirée. Pire, les modèles fondateurs sont exposés sans que les tests usuels de contrôle ne soient effectués, fragilisant davantage les arguments en faveur de la CEK.

#### **1- La forte diversité des relations entre le niveau de richesses et les polluants**

La forme générale de la régression testée est la suivante :

$$D_{it} = y_{it}\beta_1 + y_{it}^2\beta_2 + y_{it}^3\beta_3 + X_{it}\beta_4 + \epsilon_{it}$$

avec  $D_{it}$ , l'indicateur de dégradation environnementale dans le pays  $i$  à la date  $t$ ,  $y_{it}$  le revenu réel par tête et  $X_{it}$  un ensemble de variables de contrôle.

Le premier coefficient symbolise l'effet d'échelle de l'activité économique. Le signe attendu de  $\beta_1$  est positif, la pollution s'accroît avec l'augmentation des richesses. Le terme

---

<sup>5</sup> Généralement les arguments qui suivent sont classés dans le côté demande. Mais nous considérons qu'un citoyen est bien autre chose qu'un simple consommateur, ses moyens d'action (notamment collectifs) sont bien plus vastes et plus puissants et il n'a pas besoin d'être riche pour décider d'exercer des pressions. Et, surtout, un citoyen peut accepter de vrais sacrifices en termes monétaires sur la base de raisonnements éthiques et collectifs.

<sup>6</sup> A savoir une baisse des charges pesant sur le travail permises par les nouvelles recettes fiscales « vertes ».

quadratique (si  $\alpha_2 < 0$ ) représente les effets de composition et technique, c'est-à-dire qu'il donne cette forme de U inversé.

Le forme cubique<sup>7</sup> permet de garder la possibilité de détecter des types de courbe plus complexes. Ainsi, avec  $\alpha_3 > 0$ , la relation admet éventuel un « re-couplage » entre la pollution et les revenus au-delà d'un certain seuil donnant à la relation l'aspect d'un « N ». Si elle significative, l'avantage de cette spécification est double. D'une part elle évite l'écueil théorique d'une courbe conduisant à une pollution nulle voir négative à partir d'un niveau élevé de richesses, ce qui rend la forme quadratique simple absurde.

D'autre part, elle permet de mettre en avant un argumentaire original et plus réaliste. A partir d'un certain stade de développement, une économie accroît rapidement son efficacité productive, notamment par le remplacement des équipements obsolètes et par une amélioration importante du niveau de formation des travailleurs. Mais une fois réalisés, le rythme de ces gains diminue. Parallèlement, l'émergence d'une société de consommation de masse entraîne une augmentation de la production de biens physiques et une explosion de la quantité des gaspillages tels que la relation pollution-richesses redevient positive.

Enfin, 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  $y$ .

$$y^* = -\alpha_1 / 2\alpha_2$$

Nous allons maintenant très brièvement exposer les résultats obtenus dans les articles de référence<sup>8</sup>.

Le plus connu d'entre eux est l'étude de Grossman et Krueger [1995] utilisant la base de données d'un programme de l'OMS et du PNUE, le Global Environmental Monitoring System (GEMS). Il teste la relation pour le  $SO_2$  et les poussières ainsi que pour divers polluants de l'eau sur une période allant de 1977 à 1988 pour les premiers et de 1979 à 1990 pour les seconds. Leurs résultats confirment globalement l'existence d'une CEK avec un point de retournement aux alentours de 4000 US\$ mais, en ce qui concerne le  $SO_2$ , la relation redevient croissante après le seuil de 16000 US\$<sup>9</sup>.

Cependant, ils se montrent prudents sur leur résultat et se démarquent de tout optimisme inconsidéré. « *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 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, souligné par nous). De plus, ils évoquent brièvement la possibilité de délocalisation des industries les plus polluantes.

Il faut noter que leurs données sont des concentrations de polluants dans l'atmosphère. Or, dans les premiers stades de développement, les industries ont tendance à se concentrer dans de grands centres urbains dont la population se densifie. Par la suite, la saturation dans ces métropoles entraîne une certaine décentralisation des activités dans des villes secondaires exerçant ainsi un frein à la hausse des concentrations dans les métropoles. Par ailleurs, les autorités ont alors les moyens d'imposer la construction de hautes cheminées, la pollution se dispersant plus efficacement. Il est alors possible que les concentrations diminuent avec l'accroissement du revenu par tête alors même que les *émissions totales* continuent d'augmenter.

---

<sup>7</sup> Elle n'est pas systématiquement employée.

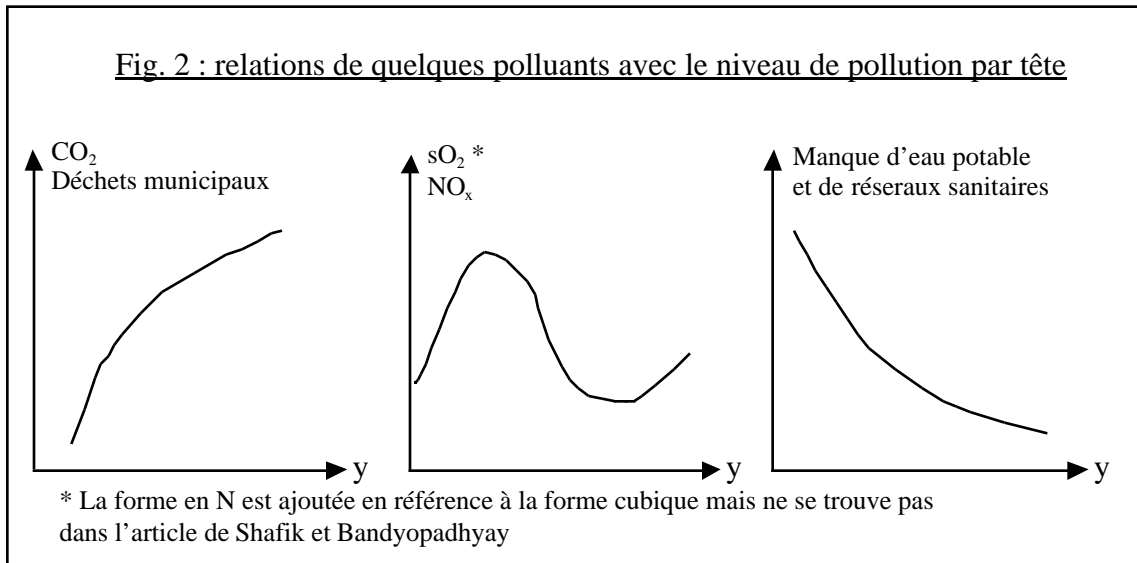
<sup>8</sup> Pour une revue détaillée de ces études, se reporter à Meunié [2004].

<sup>9</sup> Mais selon Stern ([2004], p.1422), il pourrait s'agir d'une approximation polynomiale d'une courbe logarithmique.



Par ailleurs, Harbaugh *et al.* [2002] reprennent la base GEMS complétée et obtiennent des résultats totalement différents de ceux de Grossman et Krueger. Les coefficients changent même de signes rendant déroutante l'analyse de la courbe.

Un article influent a été écrit par Shafik et Bandyopadhyay [1992] car leur étude a été utilisée dans le Rapport de la Banque Mondiale de 1992. Ils trouvent une relation résumée dans la figure 2. Les pics pour le SO<sub>2</sub> se situent aux environs de 4000 US\$.



Selden et Song [1994] utilisent une base de données dont l'essentiel est constitué des émissions dans les pays développés. S'ils trouvent aussi une CEK, les pics sont par contre à des niveaux bien supérieurs à ceux obtenus par Grossman et Krueger: 8 700 US\$ pour le SO<sub>2</sub>, 11 200 US\$ pour les NO<sub>x</sub> 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 urbaines<sup>10</sup> que celui des émissions agrégées<sup>11</sup>. Mais il semble qu'une autre explication très instructive puisse être avancée.

## 2- La fragilité des résultats économétriques

En effet, comme le relève Stern [2004], parmi les études utilisant les émissions, plus les PED sont représentés et plus haut dans l'échelle des revenus se situe le point de retournement.

A tel point que la régression de Common et Stern [2001], avec les émissions de SO<sub>2</sub> comme variable dépendante, (effectuée à partir de la base de données comprenant le plus grand nombre de PED et donc la plus représentative) situe le point de retournement à 100 000 US\$ par tête ! Autant dire que la relation est en fait croissante. Ils confirment ce résultat en donnant les résultats lorsque sont isolés les pays de l'OCDE : le pic n'est plus qu'à 9200 US\$, seuil comparable aux études précédentes. Lorsque l'échantillon ne contient que les PED alors il monte à 900 000 US\$. *L'impact de la composition du panel est donc déterminant.* 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.

Cette conclusion est aussi importante vis-à-vis de la dichotomie supposée entre pollutions aux effets locaux et celles aux conséquences globales. Conformément à l'analyse

<sup>10</sup> Où sont généralement situées les stations qui relèvent les niveaux de concentrations.

<sup>11</sup> Estimées sur une base nationale.

standard, les émissions de SO<sub>2</sub> ont en règle générale<sup>12</sup> un impact localisé. Elles sont donc *a priori* plus aisément internalisées car les bénéfices de la lutte antipollution sont mieux ressentis par la population (diminution de l'intensité des pluies acides). De plus, contrairement au CO<sub>2</sub>, le problème du dioxyde de soufre peut être traité plus aisément par l'installation de filtres, par la substitution de sources d'énergie fossile plus « propre » (passer du charbon au gaz, par exemple) etc. Bref, ce gaz est moins un produit joint de la production industrielle que le CO<sub>2</sub>. Or, d'après les résultats de Common et Stern, cette affirmation doit, pour le moins, être nuancée.

Par ailleurs, les analyses empiriques mentionnées font implicitement l'hypothèse qu'il n'y a pas de 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, les revenus dans les 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 développement, lorsque la dégradation de l'environnement augmente, peut s'avérer contre productif, c'est-à-dire insoutenable* » (Stern et al. [1996], p.1155). Une étude rigoureuse nécessiterait donc un test pour intégrer l'éventualité d'une présence de simultanéité.

### **3- Des conclusions différentes suivant le contenu de l'indice**

Le choix de l'expression de la variable dépendante doit toujours être gardé en mémoire lorsqu'il s'agit de tirer des conclusions sur l'impact écologique des activités humaines. On peut en effet choisir entre trois principales catégories de mesure : les émissions par tête (E / h), leur intensité (E / PIB) ou les émissions totales.

Dans une logique de respect des contraintes environnementales, le niveau absolu des rejets est l'unité pertinente. Pour estimer l'évolution de l'efficacité de l'industrie, il est préférable d'utiliser l'indicateur d'intensité. Cependant, il est alors incorrect de déduire directement d'une diminution de ce dernier une amélioration de la qualité de l'environnement<sup>13</sup>. Dans ce cas, nous ne devons pas analyser cet indice comme une mesure *stricto sensu* de la dégradation du milieu naturel. Quant aux variables par tête, elles sont utiles pour mener des comparaisons plus pertinentes entre pays ou régions de tailles différentes. Elles servent aussi à raisonner en termes d'égalité d'accès à un bien public comme, par exemple, dans le cas des émissions de CO<sub>2</sub>, dans le cadre de la lutte contre le changement climatique (Meunier [2001]).

De plus, chaque catégorie éclaire des aspects que les deux autres ne prennent pas en compte. Ainsi, pour le CO<sub>2</sub>, 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

---

<sup>12</sup> Si l'on fait abstraction des migrations transfrontalières.

<sup>13</sup> Par exemple, si l'indicateur d'intensité-PIB de la pollution devient constant alors les émissions croissent au même rythme que le PIB et elles tendent vers l'infini dans le long terme.

de l'intensité-matière du PIB, en revanche, les besoins par tête sont continuellement croissants.

Parfois, certains auteurs tentent d'évaluer la dégradation des milieux naturels dans son ensemble plutôt qu'un polluant particulier. Au-delà des difficultés liées à la construction d'un tel indicateur, ces travaux renforcent l'intuition que la croissance économique s'accompagne d'une pression sans cesse accrue sur l'environnement. Par exemple, Wackernagel et al. [1997] choisissent de tester l'hypothèse d'une CEK avec le concept d'empreinte écologique. Sans ambiguïté, la relation est linéairement croissante (le terme quadratique n'étant jamais significatif).

#### **4- L'influence de variables alternatives**

Devant la fragilité de la relation entre émissions de polluants et revenu par tête, beaucoup d'économistes ont testé d'autres spécifications.

Au-delà du niveau moyen de richesses par habitant, leur distribution peut avoir une influence majeure sur les dégradations environnementales. Les populations les moins aisées sont aussi celles qui disposent du moins de poids dans les rapports de force sociaux. Lorsqu'il y a des conflits dans l'aménagement d'un territoire, les ménages pauvres se voient ainsi souvent imposer la localisation d'activités toxiques dans leurs zones d'habitation. Gawande *et al.* [2001], dans une étude empirique sur l'emplacement des sites de déchets dangereux aux Etats-Unis, découvrent que, derrière l'apparence d'une CEK, se cache en fait la capacité des ménages aisés à s'installer hors de ces périmètres. De plus, il est probable qu'à l'intérieur même d'une nation, les riches sont les bénéficiaires des activités polluantes<sup>14</sup> alors même qu'ils n'en subissent pas les conséquences environnementales. Sauf mobilisation très décidée des victimes (voir Martinez-Alier [2002] pour des exemples), il y a donc peu de chances que le gouvernement mette en place une politique active de lutte contre ces pollutions au risque de se mettre à dos les classes aisées.

Enfin, le commerce international est un paramètre incontournable dans l'étude de la relation entre développement et environnement. Celui-ci donne les moyens à la consommation d'une nation d'évoluer différemment de sa production. Il est ainsi possible que les entreprises d'un pays dans lequel les normes écologiques se durcissent décident de délocaliser leurs activités dans une nation moins regardante sur les émissions polluantes. C'est la fameuse hypothèse des « havres de pollution ». 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 leur environnement proche et à la consommation (marginale) de produits « biologiques ». Le consommateur se contenterait de n'être pas pleinement conscient des effets de ses actes sur les milieux naturels de continents lointains (une sorte de « myopie paresseuse »). Rothman [1998] conclue ainsi « *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). Cette idée a d'autant plus de chances d'être pertinente que la libéralisation accrue du commerce international sous l'égide de l'OMC accentue la concurrence sur les prix que se livrent les nations. Internaliser les coûts écologiques de l'essor industriel représente alors un véritable risque de pertes de parts de marché pour les pays émergents.

Suri et Chapman [1998] se sont intéressés au problème en examinant la consommation d'énergie commerciale. Ils relèvent tout d'abord le défaut des papiers publiés sur le sujet qui évaluent l'impact de l'ouverture au commerce international [(M + X) / PIB] alors que ce qui

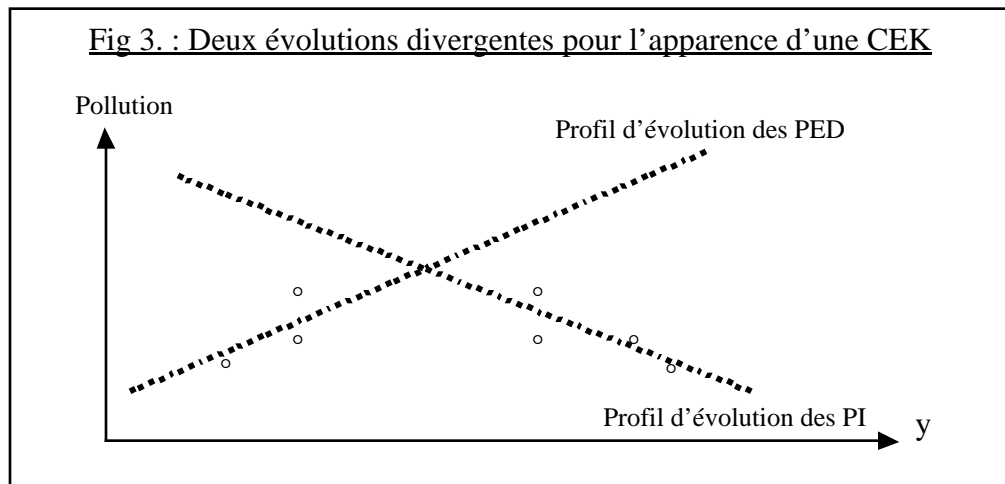
---

<sup>14</sup> En tant que consommateurs solvables qui disposent d'un panel élargi de choix de biens et en tant que capitalistes engrangeant les bénéfices de ces activités.

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'CEK 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. Dans le même ordre d'idée, Mani et Wheeler [1999] ont mis en évidence que les périodes d'augmentation rapide d'importations 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.

En tout, il apparaît que l'idée d'une relation en U inversé entre les dégradations environnementales et le niveau de revenu par tête repose sur des bases très fragiles. Il n'existe en fait pas de rapport déterministe, de sentier universel le long duquel les pays évolueraient

Grimes et Roberts [1997], dans une étude sur le CO<sub>2</sub>, exposent une thèse intéressante. Ils 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).



Cette remarque montre 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 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 la CEK. Or, aucun des polluants (de l'air et de l'eau) ne montre une relation en cloche avec l'élévation des revenus.

En tout, Stern avance que « *la seule conclusion robuste de la littérature sur la CEK semble être que les concentrations de polluants pourraient diminuer à partir de niveaux intermédiaires de revenus alors que les émissions tendraient à croître de façon monotone. [...] Elles déclinent simultanément dans le temps dans des pays dont les niveaux de vie sont très différents.* » (Stern [2004], p.1426) Moomaw et Unruh [1998] examinent les fluctuations des émissions de CO<sub>2</sub> 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 attracteur<sup>15</sup>. Les transitions sont brutales, contemporaines à des chocs exogènes et elles surviennent simultanément dans des pays à niveaux de richesses très différents.

Ainsi, pour des gaz comme le CO<sub>2</sub> et même le SO<sub>2</sub>, la relation serait monotone mais se décalerait vers le bas à certaines périodes pour la plupart des pays, quel que soit leur niveau de PIB par tête.

Nous proposons maintenant de tester économétriquement cette relation dans le cas des régions chinoises sur la période 1990-1999.

#### **Section IV- Développement durable et émissions de SO2 dans les régions chinoises**

La course à la croissance impulsée par les autorités politiques aggrave les inégalités en même temps qu'elle détériore l'environnement naturel de façon inquiétante.

##### **1- L'obsession d'une croissance maximale**

Depuis 1978, la croissance chinoise est la plus forte de l'histoire mondiale sur une si longue période : 9,2% par an selon les chiffres officiels. Tous les dix ans, le PIB fait plus que doubler.

Selon les spécialistes, il convient cependant de relativiser ce chiffre en le diminuant d'environ deux points (Lemoine [2003]<sup>16</sup>) sur l'ensemble des années 1990. Il est même probable qu'à partir de 1998, au lendemain de la crise asiatique, ce biais s'accroît très fortement. Suivant plusieurs indices concordants et reprenant les investigations de nombreux spécialistes, Rawski [2001] montre les incohérences entre le relevé des évolutions de plusieurs variables macroéconomiques et les statistiques gouvernementales du PIB. A tel point que « *la [vraie] croissance cumulée du PIB sur 1997/2001 ne représente pas plus du tiers des chiffres officiels et peut-être encore moins* » (Rawski [2001], p.347, souligné par nous). Selon cet auteur, la cause de ces larges erreurs de mesure serait à chercher du côté de l'obsession des autorités pour la croissance économique. Les agents du Bureau National des Statistiques subiraient de vives pressions et les données publiées reflètent certainement plus les objectifs du gouvernement que la situation réelle.

**Tableau 1 : Croissance du PIB officielle et estimée par Rawski sur 1998-2001**

PIB réel	1998	1999	2000	2001	Croissance cumulée
Officiel	7,8	7,1	8,0	7,9	34,5
Alternatif	-2,0/2,0	-2,5/2,0	2,0/3,0	3,0/4,0	0,4/11,4

Source : Rawski [2001], p.349

Ceci nous contraint à fortement relativiser la suite de notre étude puisque nous nous basons sur les données officielles (faute de mieux).

En parité de pouvoir d'achat, le PIB chinois représente 11% du PIB mondial en 2001, c'est-à-dire le second derrière les USA. La politique graduelle menée par le gouvernement s'est appuyée sur une montée en puissance rapide du secteur non étatique (60% du PIB en 1998) et sur l'ouverture à l'extérieur pour attirer les capitaux étrangers et promouvoir les exportations. L'adhésion de la Chine à l'OMC confirme cette orientation et son succès. Le

<sup>15</sup> 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.

<sup>16</sup> Sauf mention contraire, les données économiques proviennent de cet ouvrage.

processus de rattrapage est donc lancé à un rythme accéléré mais les besoins sont encore gigantesques.

La population serait d'environ 1 milliard 300 millions d'habitants, soit plus du cinquième de l'humanité. La croissance démographique semble contrôlée depuis les années 1980 pour tomber en dessous de 1% par an<sup>17</sup>, marquant ainsi l'achèvement de sa transition démographique. Ce déclin a permis au niveau de vie moyen d'augmenter considérablement pour atteindre 3900 US\$<sub>PPA</sub> en 2000, c'est-à-dire au-dessus de la moitié de la moyenne mondiale mais encore bien en deçà des Dragons<sup>18</sup>. Les conditions de vie d'une grande partie de la population se sont largement améliorées. L'alimentation s'est diversifiée avec le doublement de la consommation moyenne de viandes par personne. Dans les villes et dans une bien moindre mesure dans les campagnes, les biens durables et l'acquisition de logements ont fait une percée notable.

Mais, en 2000, encore près de 20% de la population (soit 240 millions d'individus) vivent avec moins d'un dollar PPA par jour. Si la pauvreté a fortement diminué dans les années 1990 (division par deux), elle a dorénavant tendance à stagner voir à s'aggraver de nouveau (Lemoine [2003], p. 74).

La stratégie de modernisation économique depuis vingt ans s'est ainsi accompagnée d'un coût social considérable et d'énormes déséquilibres entre régions et à l'intérieur de celles-ci.

La libéralisation, la détérioration des conditions de vie dans les zones rurales et l'essor vertigineux du PIB des régions côtières ont provoqué une urbanisation extrêmement rapide. La part de la population urbaine dans la population totale passe de 19% en 1980 à 36% de la population totale en 2000. Ce phénomène est à l'origine d'effets d'encombrement préoccupants (voir World Bank [2001]).

Les inégalités se sont très fortement aggravées à tous les niveaux. Nous ne pouvons en faire ici une revue détaillée mais elles assombrissent considérablement le tableau (voir par exemple l'article de Jean-Claude Chesnais dans Attané [2002]). Les différences les plus criantes se développent entre les villes et les campagnes. Ainsi, les campagnes comptent 25% de pauvres selon les critères internationaux en 2000 et 11% en milieu urbain. Cette situation a provoqué « *des émeutes rurales [qui] se comptent par milliers chaque années* » (Jean-Luc Domenach in Attané [2002], p. 9). Un phénomène unique à la Chine est l'accroissement rapide d'une « population flottante » qui pourrait être de 130 millions de personnes (Cai Fang in Attané [2002], p. 185) ! Ce sont des migrants illégaux qui vont de villes en villes au gré des besoins de l'économie et dont il est difficile de saisir l'extrême dénuement.

Qui plus est, en ville, la situation de l'emploi se détériore du fait, notamment, de la mise en concurrence des travailleurs urbains légaux avec la population flottante. Les vagues de licenciement du secteur public sont gigantesques : 45 millions de salariés sur 1998-2002 (Hale et Hughes [2003]). Le taux de chômage urbain se situerait autour de 10-15%, soit 35 à 45 millions d'individus, phénomène qui pousse le taux de pauvreté urbain aux environs de 11% (37 millions de personnes).

La déliquescence des systèmes de sécurité sociale est donc en Chine le problème prioritaire. Or, jusqu'à aujourd'hui, les autorités ne parviennent pas à construire un nouveau modèle social cohérent qui assurerait la marche vers le *xiaokang* (concept d'une société idéale proche de l'utopie utilitariste). Une approche sociale du développement soutenable devrait donc analyser la situation chinoise avec circonspection. D'un côté la pauvreté a reculé mais d'un autre les inégalités explosent. La tendance ne semble pas être à l'amélioration. Il s'agit d'assurer la satisfaction pour tous des besoins essentiels. Au-delà des grandes déclarations de principe au cœur de la rhétorique des cadres du Parti, il faut s'interroger sur la capacité des

---

<sup>17</sup> Mais 20% des naissances ne seraient pas enregistrés ! (Attané [2002], p. 16)

<sup>18</sup> Plus de 17000 US\$ PPA pour la Corée du Sud, par exemple.

autorités publiques à orienter les bénéficiaires de leur politique de développement en priorité vers les catégories les plus défavorisées. Le pays traverse en effet une crise profonde de légitimité provoquée par la corruption généralisée aggravant l'opacité du système politique. Et la main mise des membres du PCC sur le système productif met en contradiction la gestion efficace des intérêts privés et la nécessité sociale d'une redistribution équitable des richesses.

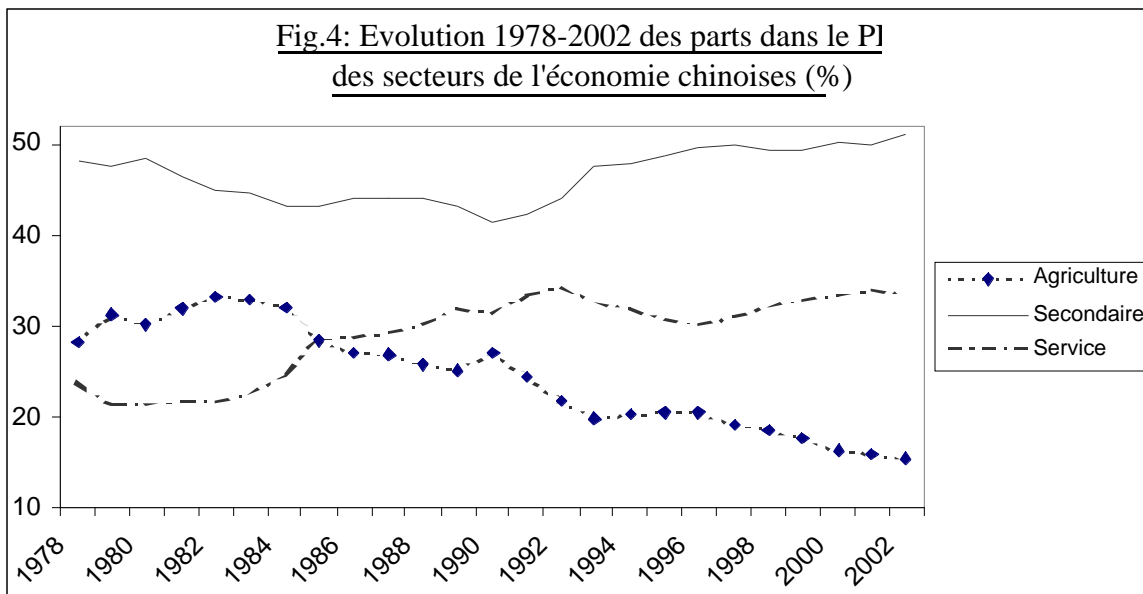
*La seule réponse apportée est la croissance économique maximale.* Ceci montre à quel point les autorités chinoises sont réticentes à toute mesure qui risquerait de contenir ce « miracle » quantitatif dans des limites environnementalement soutenables car elle mettrait en péril la légitimité du Parti Communiste et donc son existence même.

Nous sommes donc loin d'une prise de conscience par le gouvernement<sup>19</sup> qu'une telle croissance économique ne peut qu'engendrer des goulets d'étranglement et une détérioration accélérée de l'environnement.

## **2- Résultats des tests sur la courbe environnementale de Kuznets**

Les données que nous avons récoltées sont issues, sauf mention contraire, du CD-ROM<sup>20</sup> diffusé par le China Energy Group de l'Environmental Energy Technologies Division au sein du Lawrence Berkeley National Laboratory. David Fridley en est l'éditeur. Son équipe a réuni des statistiques publiées soit dans des annuaires chinois (principalement le China Statistical Yearbook et le China Environmental Yearbook), soit par des spécialistes ayant effectué une étude empirique sur un sujet précis.

Nous allons mener une étude en données de panel sur les 30 régions chinoises<sup>21</sup> pour la période 1990-1999. Nous avons conscience que cette durée est relativement restreinte mais elle se situe dans une période intéressante du développement chinois. Voilà déjà plus de dix ans que le pays est entré dans l'ère des réformes vers l'économie de marché. Les mutations du système économique sont bien entamées et cette décennie accentue ce mouvement par l'affirmation de la Chine comme puissance exportatrice majeure, attirant des flux d'investissements directs étrangers toujours plus importants.



Source : CED v6.0

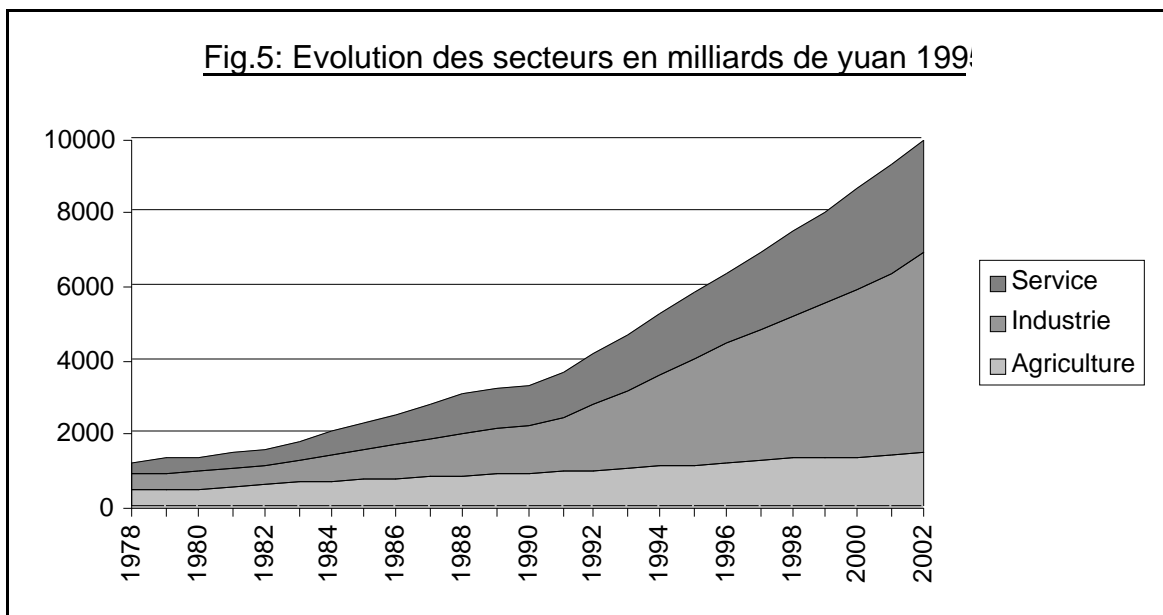
<sup>19</sup> Et la société en général avec une aspiration sans égale à rejoindre les standards occidentaux.

<sup>20</sup> Le China Energy Databook (CED v.6.0).

<sup>21</sup> Nous laissons Chongqing intégrée au Sichuan après son accession en 1997 au rang de municipalité autonome.

L'économie chinoise entre alors dans une phase de croissance très forte de son industrie. En effet, dans les années 1980, sa part dans le PIB décroît légèrement (cf. Fig.4). Les réformes rurales entamées dès la fin des années 1970 provoquent une augmentation rapide de la production agricole. Le dynamisme paysan permet une élévation de la part de ce secteur jusqu'au milieu des années 1980 avant d'entamer un déclin régulier pour chuter de 27% du PIB en 1990 à 15,4% en 2002. La part des services connaît une évolution plus hachée mais, globalement, elle se renforce : 21,4% en 1980, 31,3% en 1990 et 33,5% du PIB en 2002. C'est donc le secteur secondaire qui connaît l'essor le plus rapide dans les années 1990 en grim pant de 41,6% en 1990 à 51,1% en 2002.

L'industrie est la source majeure d'émissions de dioxyde de soufre et, en étudiant la période 1990-1999, nous nous situons dans un moment crucial en ce qui concerne les rapports environnement-développement. La croissance très vive du secteur secondaire implique deux effets opposés. D'une part, elle accélère la rotation du capital, modernisant ainsi l'appareil productif. Les équipements obsolètes et très polluants sont mis au rebut plus vite et l'efficacité du système se renforce considérablement, phénomène très net dans le cas de la Chine lorsque nous analysons l'évolution des gains en intensité-PIB des émissions de SO<sub>2</sub> (cf. infra). Mais d'autre part, l'effet d'échelle de l'augmentation de la production est à la hauteur de la vigueur du secteur industriel. La croissance de ce dernier en termes absolus est si forte (Fig. 5) que les gains relatifs d'efficacité, à eux seuls, ne peuvent que freiner l'augmentation de la pollution. Or, les pluies acides concernent aujourd'hui plus de 40% du territoire chinois ! Cela signifie que, sur ce point comme sur de très nombreux autres sujets (voir World Bank [2001]), la croissance industrielle chinoise est d'ores et déjà écologiquement insoutenable alors même que le gouvernement affirme l'objectif de la poursuivre à ce rythme sur encore au moins 50 ans afin de rattraper le niveau de vie des occidentaux.



Source : CED v6.0

Avant de présenter notre régression, signalons que, pour éviter des problèmes d'échelle, nous transformons les données de SO<sub>2</sub> et du PIB par habitant en logarithme. Les différences sont en effet très grandes entre les situations qui prévalent, par exemple, au Tibet et à Shanghai.

Nous utilisons un modèle à effets fixes individuels pour tester une régression dont la structure est inspirée de celle de Stern [2004] :



$$\ln SO_2 h_{it} = \alpha_i + \beta_1 \ln(PIB h_{it}) + \beta_2 \ln^2(PIB h_{it}) + \sum_{k=1}^K \beta_k x_{k_{it}} + \epsilon_{it}$$

où  $SO_2 h_{it}$  représente les émissions annuelles de  $SO_2$  de la  $i^{\text{ème}}$  région à la date  $t$ ,  $PIB h_{it}$  le PIB par habitant,  $x_{kit}$  un ensemble de  $K$  variables de contrôle et  $\epsilon_{it}$  une perturbation idiosyncratique.

Les  $\alpha_i$  varient suivant les régions ce qui est censé permettre la prise en compte de l'influence de variables non mesurables. Ils sont constants dans le temps et spécifiques à chaque région. Pour que la forme de la relation soit similaire à l'hypothèse de la CEK, il faut que  $\alpha_1 > 0$  et  $\alpha_2 < 0$ . Le point de retournement est alors égal à :  $\exp[-\alpha_1 / 2\alpha_2]$ .

Nous introduisons plusieurs variables de contrôle dans la régression. Il s'agit de tenir compte de caractéristiques influençant directement les émissions de  $SO_2$  et qui risqueraient de biaiser la relation avec le niveau moyen de richesses individuelles.

Premièrement, nous introduisons l'importance relative de l'industrie lourde vis-à-vis de l'industrie légère. Un secteur secondaire composé d'une grande proportion d'industrie lourde, héritée de la planification maoïste, handicape ces régions en termes de pollution. Il convient donc de tenter d'en neutraliser l'effet.

Ensuite, nous contrôlons l'importance de la production d'électricité thermique<sup>22</sup>. En effet, 75% des capacités en électricité en Chine sont générées par des centrales thermiques<sup>23</sup> qui fonctionnent au charbon pour 80% d'entre elles (Sinton et Fridley [2003], p.3). Ainsi, plus de la moitié des émissions de  $SO_2$  en 2002 (55%) provient de ces centrales. Au fur et à mesure que la région s'enrichit et se modernise, elle investit de plus en plus dans la construction de centrales électriques fournissant ainsi de l'énergie plus propre. Nous pouvons alors supposer qu'à revenus égaux, une zone pauvre en capacité hydroélectrique est défavorisée. Il convient cependant de relativiser cet indice. Une caractéristique essentielle de la répartition de la ressource n'est pas intégrée dans notre étude : la qualité du charbon. Elle varie en effet fortement entre le Centre et le Nord avec une teneur faible en soufre alors que le Sud-Ouest (le Sichuan notamment) a un charbon de très mauvaise qualité. Ainsi, alors même que cette zone a des énormes ressources en hydroélectricité, elle est aussi une de celles où les pluies acides sont les plus fortes. Mais il n'existe pas un indice régional annuel retraçant l'évolution de la teneur moyenne en soufre et nous ne pouvons pas introduire de variables dichotomiques qui ne varient pas sur la période dans un modèle à effets fixes. C'est une des limites majeures de notre étude.

Enfin, nous devons tenir compte du fait que trois des zones géographiques retenues sont des villes : Beijing (Pékin), Tianjin et Shanghai<sup>24</sup>. Nous approximons cette caractéristique par l'évolution de la densité démographique (nombre de personnes au kilomètre carré). L'idée est qu'une ville a toutes les chances de concentrer en son sein les activités de service et d'organiser la production industrielle dans les provinces environnantes. Il y a donc une hétérogénéité entre villes et régions qui biaise l'influence du PIB par habitant en faveur des métropoles.

Les résultats des régressions sont présentés dans le tableau ci-dessous. L'hétéroscédasticité est systématiquement corrigée par la méthode de White. Les estimations d'autocorrélation permettent de supposer raisonnablement qu'il n'y a pas<sup>25</sup>.

<sup>22</sup> Nous n'utilisons pas la consommation car les données régionales manquent sur 1991-1995.

<sup>23</sup> Le reste allant à l'hydraulique (24%) et à peine plus de 1,5% au nucléaire. Les autres sources de production d'électricité sont insignifiantes. Par ailleurs, si nous nous intéressons au taux de réalisation de ces capacités, le poids de l'électricité thermique augmente encore.

<sup>24</sup> Comme nous l'avons déjà signalé, nous laissons Chongqing dans le Sichuan malgré son accession au rang de municipalité autonome en 1997.

<sup>25</sup> Le RHO calculé par Limdep ne dépasse pas 0,25.

Tableau 2 : La courbe environnementale de Kuznets 1990-1999

	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3	Modèle 4
LnPIBh	2,119** (4,08)	2,036** (3,84)	1,484** (3,11)	1,717** (4,05)
(LnPIBh)?	-0,117 ** (-3,86)	-0,116** (-3,76)	-0,0929** (-3,36)	-0,102** (-4,21)
Ln(Part indus lourde)		0,399** (3,33)	0,149 (1,21)	0,228* (1,99)
Ln(Elec Thermique)			0,298** (3,37)	0,395** (4,42)
Ln(Densité pop)				-1,78** (-3,21)
<b>Pic (yuan 1995)</b>	<b>8566</b>	<b>6476</b>	<b>2943</b>	<b>4522</b>
N (nbre d'obs.)	236	236	234	234
Hausman <sup>a</sup>	3,71 (0,16) <sup>b</sup>	9,65 (0,02)	17,2 (0,00)	27,85 (0,00)
R? ajusté	0,96	0,96	0,96	0,96
R? sans les á <sub>i</sub>	0,08	0,24	0,48	0,48
F test (Prob.)	200 (0,00)	201 (0,00)	192 (0,00)	196 (0,00)
Akaïke	-0,925	-0,954	-1,074	-1,118

<sup>a</sup> La valeur H de la statistique du test d'Hausman (distribué selon la loi du Chi-deux à K degrés de liberté) indique qu'il est préférable de choisir un modèle à effets aléatoires si elle est grande. La probabilité associée est entre parenthèse (probabilité de rejeter à tort le modèle à effets fixes).

<sup>b</sup> Le modèle à effets aléatoires (MEA) est préféré pour le modèle 1 (et seulement ici). Les coefficients restent significatifs et presque constants dans le MEA. Nous ne nous attardons pas sur cette exception car la spécification avec le seul PIBh en polynôme a un pouvoir explicatif très faible.

Entre parenthèse, sous les coefficients, sont indiqués les t de student. \* les coefficients sont significatifs à 5% et \*\* à 1%.

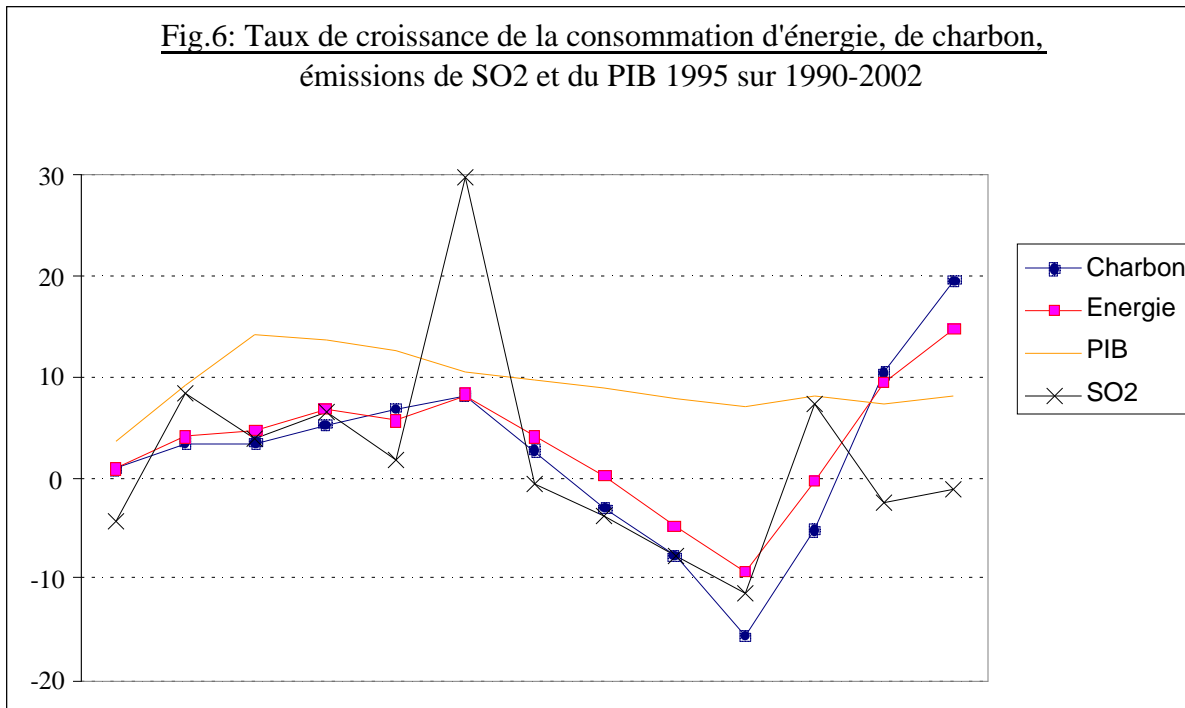
Pour les quatre modèles,  $\beta_1$  et  $\beta_2$  sont significatifs au seuil de 1% et ont les signes attendus. Nous remarquons tout d'abord l'extrême variation des pics qui apparaissent donc très sensibles à la spécification du modèle<sup>26</sup>. Ce phénomène constitue un premier indice de la prudence dont nous devons faire preuve dans les commentaires vis-à-vis de l'apparente validation de l'existence dans les régions chinoises d'une CEK. Notons que les variables de contrôle ont le signe attendu, avec une forte influence à la baisse pour la densité de population et une action haussière systématique sur la valeur du pic.

L'analyse des émissions de SO<sub>2</sub> doit se concentrer sur l'histoire de la consommation de charbon (Fig. 6). Cette énergie fossile est extrêmement abondante et facilement récupérable. Il existe des milliers de petites mines à ciel ouvert dans lesquelles les Chinois vont se procurer de quoi se chauffer et faire la cuisine. Le système productif dispose d'une source d'énergie quasi inépuisable et très bon marché. Selon Paul-Henri Bourrelier (1997), les réserves prouvées de la Chine sont de l'ordre de 1.000 milliards de tonnes dont 300 seraient effectivement récupérables. Au rythme actuel de consommation, la Chine n'épuisera pas cette ressource avant quelques centaines d'années.

La consommation de charbon représente plus des deux tiers de la consommation totale d'énergie. Or, le pays connaît une diminution impressionnante de son intensité énergétique (Zhang [2000]). Cet indicateur d'efficacité révèle en effet un grand retard de la Chine vis-à-vis non seulement de l'OCDE mais aussi de pays avec le même niveau de revenu. Par

<sup>26</sup> Et ils semblent très faibles, au moins pour les modèles 3 et 4. D'après le premier modèle, trois régions ont dépassé le seuil (Beijing, Tianjin et Shanghai) ; d'après le second, elles sont 7 ; d'après le troisième, elles sont 26 et enfin elles sont 12 dans le dernier.

exemple, la consommation d'énergie primaire commerciale rapportée au PIB en US\$,<sub>1995</sub> passe de 5,18 à 1,46 tec/1000US\$,<sub>1995</sub><sup>27</sup> (soit en indice de 1 à 0,28) contre 2,15 à 1,5 tec/1000US\$,<sub>1995</sub> (de 1 à 0,69) pour l'Inde, 0,54 à 0,36 tec/1000US\$,<sub>1995</sub> (de 1 à 0,67) pour les Etats-Unis et 0,15 à 0,13 (de 1 à 0,87) pour le Japon. La Chine est en pleine phase de rattrapage du niveau d'efficacité qu'elle devrait réaliser vu son niveau de richesses par habitant. Ce pays a donc un gisement important de progrès à réaliser ce qui lui permet de contenir la croissance de ses émissions.



Source : CED v6.0

Note : Le pic de croissance des émissions de SO<sub>2</sub> en 1995 provient d'une modification des estimations avec l'incorporation des rejets des « entreprises de bourg et de village ».

Mais la Chine fait encore mieux sur la période que nous étudions. Les émissions baissent de façon absolue. Face aux problèmes d'approvisionnement, de retard de progression de l'offre vis-à-vis de la demande et face à la gravité des dégradations environnementales, le gouvernement chinois a pris des mesures drastiques pour accélérer la rationalisation de la consommation d'énergie. Il a notamment entrepris la construction de grandes centrales thermiques et imposé la fermeture (officielle) de plusieurs milliers de petites mines. A partir de 1997, la consommation agrégée de charbon diminue et ce sur quatre ans. Les émissions en font autant (avec un décalage d'un an d'avance). Ainsi, la croissance chinoise aurait été de 7-8% sur ces années en même temps que la consommation d'énergie diminuait de presque 10%. A n'en pas douter, nous avons affaire à des exagérations statistiques manifestes. Cette remarque nous renvoie à l'article de Rawski [2001] relaté plus haut. Les fortes erreurs de mesure sont donc certainement l'une des toutes premières causes de la significativité de la forme polynomiale ou, au moins, de la petitesse du point de retournement induit. Cependant, selon Sinton et Fridley [2000 et 2003], les efforts des autorités chinoises sont bien réels et ont rencontré quelque succès (mais dans une bien moindre mesure que celle rapportée par les annuaires statistiques). Ainsi, « la direction des tendances enregistrées pour la consommation d'énergie est crédible, même si leur amplitude ne l'est pas. » (Sinton et Fridley [2003], p.2)

<sup>27</sup> Tec = Tonne équivalent charbon

Il est probable que sur 1996-2000, la consommation de charbon a baissé au moins de 2 ou 3%. Mais il faut surtout ne pas perdre de vue que la tendance est de nouveau haussière depuis 2001. Du creux de l'an 2000 (998Mt contre le record de 1996 à 1396 Mt), la production croît de nouveau et très vite pour atteindre 1667 Mt en 2003. La conclusion s'impose alors : la CEK que nous croyions détecter dans notre étude n'est en fait qu'une illusion provoquée par les caractéristiques de la période étudiée. En effet, consommation de charbon et PIB croissent de concert sur 1990-1995 puis, sur 1996-1999, le PIB par habitant continue son augmentation rapide alors que la première diminue et ceci pour l'ensemble des régions. Au-delà des exagérations statistiques du phénomène, nous obtenons une courbe en forme de cloche. Les émissions de  $SO_2$  étant très liées à l'évolution de la consommation de charbon, les tendances sont les mêmes. Si nous disposions des données régionales pour 2000-2003, les résultats en seraient sans doute profondément modifiés (remarquons que les émissions continuent de baisser d'après la figure 6 jusqu'en 2002 ce qui paraît là aussi peu vraisemblable vu la rapidité de la croissance de la consommation de charbon et de toutes façons, tendanciellement, le taux de croissance des émissions se rapproche de zéro).

Enfin, la baisse des émissions a lieu dans toutes les régions à la même date. Le retournement de la courbe n'est donc pas lié dans notre échantillon à un seuil hypothétique de revenu par tête mais à une année clé (1996). A partir de cette date, que la région soit riche ou pauvre, elle voit ses émissions diminuer.

Nous procédons à un test de Chow pour savoir si notre hypothèse est confortée par l'analyse empirique. Nous séparons l'échantillon en deux parties (1990-1995 et 1998-1999)<sup>28</sup>. Au vu des résultats statistiques<sup>29</sup>, il semble pertinent d'estimer une relation pour chaque sous-période. Au seuil de 1%, l'hypothèse  $H_0$  selon laquelle les coefficients sont stables est rejetée. De plus, les estimations vont dans le sens de notre raisonnement puisque, pour 1998-1999, les coefficients des logarithmes du PIBh restent significatifs et changent de signe.

Nous pouvons donc raisonnablement avancer que l'existence d'une courbe environnementale de Kuznets est démentie sur notre échantillon mais qu'il existe plutôt une courte période durant laquelle l'économie chinoise a su accélérer la rationalisation de ses comportements en matières de consommation d'énergie grâce à des gisements inexploités d'efficacité. Les émissions de  $SO_2$ , intrinsèquement liées à la combustion du charbon, ont suivi le mouvement. Mais cette tendance ne doit pas faire illusion et l'effet d'échelle l'emporte donc largement, sauf période exceptionnelle.

La tendance risque de s'aggraver car la solution efficace qui consisterait à substituer au charbon d'autres sources d'énergie moins soufrées sera difficile à mettre en pratique. L'émergence de la demande chinoise sur le marché du pétrole ne ferait (ou fera) qu'accélérer la hausse des prix et les tensions internationales. La Chine, loin d'être autosuffisante dans cette source d'énergie alors même qu'elle dispose d'une ressource nationale abondante et bon marché, n'a pas intérêt à accroître sa dépendance pétrolière. En ce qui concerne l'énergie nucléaire, elle est décidée à accélérer le rythme des constructions de centrales mais la soutenabilité de cette orientation est discutable. Reste l'électricité hydraulique. Le Barrage des Trois-Gorges montre que Beijing est décidée à exploiter cette ressource qu'elle possède aussi en abondance mais des obstacles sérieux nous font douter de la portée de cette solution. Ainsi, couvrir le territoire chinois d'un réseau capable de transporter l'électricité hydraulique des zones à fort potentiel vers celles de développement industriel rapide est une gageure. D'autre part, la demande croît à une allure que ce type d'offre n'a aucune chance de suivre. Et, il y a

---

<sup>28</sup> Nous rappelons que nous ne possédons pas les données pour les années 1996-1997.

<sup>29</sup> Nous calculons  $F_c = 6,48$  que nous comparons au  $F_{1\alpha} = 1,0$  donc  $F_c > F_{1\alpha}$  avec une probabilité de 1%.

peu de chances qu'une solution hybride soit assez efficace pour diminuer rapidement les émissions de dioxyde de soufre.

Mais, au moins, il est possible de contenir l'aggravation du phénomène. Par exemple, à peine plus de 15% du charbon est lavé et l'augmentation de cette proportion pourrait atténuer significativement les émissions par tonne de charbon. Le conditionner sous forme de briquettes et l'application d'autres procédés iraient dans le même sens. Par contre, la solution qui consisterait à acheminer le charbon de bonne qualité du Nord vers le Sud-Ouest et le Sud-Est est hélas peu crédible étant donné que le réseau ferroviaire est déjà saturé par ce type de transport (presque 50% des capacités, cf. Bourrellet [1997]).

### Section V- Conclusion

A l'évidence, l'existence d'une courbe environnementale de Kuznets pour les émissions de SO<sub>2</sub> en Chine est contredite. La formidable croissance économique de ce pays s'accompagnera, dans ce domaine comme dans d'autres, de dégradations environnementales de plus en plus graves. Les signes avant-coureurs des menaces qui pèsent sur l'Asie doivent être médiatisés le plus possible pour que la communauté internationale prenne conscience de l'enjeu. Par exemple, les scientifiques ont détecté depuis 1996 un nuage de poussières issu de l'essor industriel des NPI. Epais de trois kilomètres, il stagne six mois par an au-dessus d'une zone s'étendant de l'Afghanistan au sud du Japon !

La profondeur des défis appelle à un nouveau modèle de développement, plus économe en ressources et plus égalitaire. La croissance chinoise, dans une optique de soutenabilité, doit, en effet, déjà être contrainte. Il faut donc qu'un niveau de richesses donné satisfasse les besoins essentiels d'un maximum de personnes afin de minimiser les conséquences environnementales de l'essor économique des PED. Il s'agit en définitive d'un renversement de logique. Tant que l'économie du développement s'attachera à définir les conditions d'une croissance maximale, les discours sur la durabilité resteront des vœux pieux. L'évolution des rapports de l'homme à la nature restera prométhéenne et destructrice. Les sociétés doivent apprendre à devenir économes en ressources, à utiliser les gains de productivité non pas à l'élargissement perpétuel des débouchés mais à la diminution de la pression anthropique sur les écosystèmes. Il faut faire mieux avec moins, apprendre la sobriété. Une répartition juste et équitable des richesses est le thème central de toute politique soutenable. Cette problématique se pose d'ailleurs tant à l'intérieur des sociétés qu'au niveau des relations internationales.

L'émergence des risques écologiques peut constituer l'une des bases de la refonte de l'ordre économique international. Connaissant les énormes besoins de croissance économique indispensables pour satisfaire les besoins essentiels des peuples du Sud, les pays de l'OCDE doivent accepter une coopération financière et technologique la plus large possible sous peine d'une augmentation phénoménale de la pollution. L'exemplarité des nations du Nord est la première condition à remplir pour que les PED acceptent eux aussi de réaliser des efforts. Les pays riches doivent reconnaître leur responsabilité dans l'apparition des crises écologiques. A cet égard, le thème de la dette écologique développé par Anil Agarwal peut être mis en avant. Enfin, le monde occidental prend progressivement conscience du gigantesque gaspillage matériel et humain provoqué par la logique capitaliste de maximisation du profit. Il est urgent de réinventer le concept de développement en intégrant l'idée d'une diminution progressive des richesses matérielles produites jusqu'à une quantité soutenable.

## Bibliographie

- Agras, J. et Chapman, D. [1999], A dynamic Approach to the EKC hypothesis, *Ecological Economics*, n°28, p.567-277
- AIE [2004], *Oil crises and climate challenges : 30 years of energy use in IEA countries*, www.iea.org
- Arrow, K. et al. [1995], Economic Growth, carrying Capacity and the Environment, *Science*, n°268, p.520-521
- Attané, I. ss la dir. [2002], *La Chine au seuil du 21<sup>ème</sup> siècle. Question de population, question de société*, Les Cahiers de l'INED n°148, 601 p.
- Ayres, R. [1995], Economic Growth: political necessary but *not* environmentally friendly, *Ecological Economics* n°15 (Forum), p.97-99
- 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
- Bonnevault, S. [2003], Développement insoutenable, pour une conscience écologique et sociale, Editions du Croquant coll. Turbulences, 252p.
- Borghesi, S. [1999], *The EKC: a Survey of Literature*, European University Institute
- Bourrelrier, P-H. [1997], Le charbon est-il une chance pour la Chine ?, *Revue de l'Energie* n°488, p. 411-417
- Cling, J.P. et Cogneau, D. [2002], Quel lien entre croissance et inégalités ?, *Alternatives Economiques* Hors-Série n°53, p.52-54
- Cole, M. [2000], *Trade Liberalisation, economic Growth and the Environment*, Edward Elgar
- 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
- Gawande, K., Berrens, R. et Bohara, A. [2001], A consumption-based theory of the environmental Kuznets curve, *Ecological Economics* n°37, p.101-112
- 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 if the EKC, *World Development*, Vol. 25 n°2, p.191-198
- Grossman, G. et Krueger, A. [1994], Economic Growth and the Environment, *NBER*, WP n°4634
- Hale, D. et Hughes, L. [2003], China takes off, *Foreign Affairs* Vol. 82 n° 6
- Han, X. et Chaterjee, L. [1997], Impacts of Growth and structural Change on CO<sub>2</sub> Emissions of Developing Countries, *World Development*, Vol. 25, n°3, p.395-407
- Harbaugh, W. et al. [2000], Reexamining the empirical Evidence for an EKC, *NBER*, WP n°7711
- Harribey, J.-M. [2003], *La Démence sénile du Capital, Fragments d'Economie critique*, Editions du Passant
- \_\_\_\_\_ [2004], Développement ne rime pas forcément avec croissance, *Le Monde Diplomatique* (juillet) p. 18-19

- Holtz-Eakin, D. et Selden, T. [1995], Stoking the Fires? CO<sub>2</sub> Emissions and Economic Growth, *Journal of Public Economics*, n°57, p.85-101
- Illich, I. [1973], *La Convivialité*, Seuil
- Jayadevappa, R. et Chharte, S. [2000], International Trade and environmental Quality : a Survey, *Ecological Economics* n°32, p.175-194
- Kuznets, S. [1955], Economic growth and income inequality, *American Economic Review* vol. 49, p. 1-28
- Lemoine, F. [2003], *L'économie chinoise*, Coll. Repères, La Découverte, 124 p.
- Maréchal, J.-P. [1997], *Le Rationnel et le Raisonnable*, Presses Universitaires de Rennes
- Martinez-Alier, J. [2002], *The environmentalism of the poor, A study of ecological conflicts and valuation*, Edward Elgar, 312p.
- Meunié A. [2001], Quelles règles de partage de la charge pour la réduction des émissions de carbone d'origine anthropique?, *Colloque V<sup>èmes</sup> Journées Scientifiques de l'Agence Universitaire de la Francophonie*
- Meunié A. [2004], Controverses autour de la courbe environnementale de Kuznets, *DT du CED*, à paraître
- Mill, J. S. [1848], *Principes d'Economie 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'Economie et le Vivant*, Economica
- Rawski, T. [2001], What's happening to China's GDP statistics ?, *China Economic Review*, n°12, p.347-354
- 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
- Sinton, J. et Fridley, D. [2000], What goes up in China : recent trends in energy consumption, *Energy Policy*
- Sinton et Fridley [2003], Comments on recent energy statistics from China, *LBNL*, 8p.
- 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. [2004], The rise and fall of the environmental Kuznets curve, *World Development*, vol. 32 n°8, p.1419-1439
- 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 the use? How much Nature do they have?*, The Earth Council  
World Bank [2001], *China : Air, Land and Water*  
Zhang, ZX [2000], Can China afford to commit itself an emission cap ? An economic and political analysis, *Energy Economics* Vol. 22, p. 587-614

## Table des matières

Section I- Introduction	p. 2
Section II- - La croissance, horizon indépassable du développement ?	p. 3
1- La contestation des « limites de la croissance »	p. 3
2- Les déterminants de la courbe environnementale de Kuznets	p. 5
Section III- Examen critique des méthodes empiriques	p. 7
1- La forte diversité des relations entre le niveau de richesses et les polluants	p. 7
2- La fragilité des résultats économétriques	p. 9
3- Des conclusions différentes suivant le contenu de l'indice	p. 10
4- L'influence de variables alternatives	p. 11
Section IV- Développement durable et émissions de SO <sub>2</sub> dans les régions chinoises	p. 13
1- L'obsession d'une croissance maximale	p. 13
2- Résultats des tests sur la courbe environnementale de Kuznets	p. 15
Section V- Conclusion	p. 21
Bibliographie	p.22