

**Commerce et
Environnement : une
Relecture de la Courbe
Environnementale de Kuznets**

par

Mokhtar HILALI *

&

Naceur BEN ZINA †

Unité de Recherches sur la Dynamique Economique et l'Environnement
(URDEE : UR/99/06-10)

*Faculté des Sciences Economiques et de Gestion
Sfax — Tunisie.*

Octobre 2007

* Doctorant ; [e-mail](mailto:mokhtar47@voila.fr) : mokhtar47@voila.fr

† Professeur et directeur de thèse.

Résumé

L'hypothèse de la Courbe Environnementale de Kuznets (CEK) a fait écouler beaucoup d'encre. Selon cette hypothèse, la tendance actuelle des pays du Sud à être plus ouverts leur permettrait de s'enrichir et d'être plus 'verts'. La validation de la CEK, ou sa réfutation, reste tributaire du bilan des effets du libre-échange. Elle dépend aussi des caractéristiques du pays sujet d'étude. Du côté écologique, il est fondamental que l'indicateur de qualité environnementale adopté devrait être compatible avec le stade de développement et reflétant le régime environnemental des pays du Sud. Parmi ces pays cinq ont constitué l'échantillon de validation empirique, pour deux types d'indicateurs. Les résultats restent épars.

Mots clés : Courbe environnementale de Kuznets ; Ouverture commerciale ; Pays du Sud ; Régime environnemental.

I – Introduction

Le courant de libéralisation des échanges commerciaux a souvent été associé à l'augmentation de la richesse économique globale, mais a également soulevé des inquiétudes chez plusieurs groupes, notamment les écologistes. Parmi ces inquiétudes se trouve la dégradation de l'environnement suite à l'augmentation de l'échelle de production et à la relocalisation des firmes polluantes dans les pays où la réglementation environnementale est peu stricte. Les pays du Sud sont considérés des havres à ces pollueurs. Selon ce point de vue la libéralisation des échanges risque de mener à une dégradation accélérée et prématurée de l'environnement écologique au niveau national et planétaire.

À l'opposé, l'idée d'existence d'une relation positive entre le libre-échange et la qualité environnementale, est parfois avancée. Ce débat prolonge les controverses autour de la notion de "croissance soutenable". Elle correspond à la justification, avancée en particulier par les économistes néoclassiques, et selon laquelle : la solution des problèmes environnementaux réside tout simplement dans la croissance. Les pays riches seraient, ainsi, moins pollueurs puisqu'ils disposaient des moyens financiers assez importants pour consacrer une partie à l'amélioration de l'environnement. En bref, il s'agit de la littérature basée sur l'hypothèse de la 'courbe environnementale de Kuznets'. Ainsi, le commerce international serait un facteur de croissance économique et de rétablissement de la qualité de l'environnement.

Admettons, qu'à partir d'un certain niveau de richesse la croissance va de pair avec l'amélioration de l'état de l'environnement, alors pour les P.E.D toute hausse du revenu par habitant permet de réduire leurs pollutions. Elle rend les individus en mesure de sacrifier une partie de leurs revenus monétaires en faveur de l'environnement. Cette relation stipule qu'au delà d'un certain seuil un peu plus de revenu par habitant vaut toujours mieux pour la qualité de l'environnement.

Les fondements théoriques de cette courbe réduisent, alors, les facteurs explicatifs possibles à un unique facteur : le revenu par tête. Dans ce travail on tente de faire une extension de cette hypothèse en cherchant à montrer si l'évolution de la qualité environnementale est liée au développement du libre-échange via la relation libre-échange–croissance. Cela permettra de répondre à une grande question : la politique commerciale du libre-échange dans les pays du Sud peut-elle être utilisée pour atteindre des objectifs environnementaux ?

On tend dans la section suivante de survoler, brièvement, la littérature mettant en évidence la relation entre la qualité environnementale et l'ouverture au commerce extérieur. En se focalisant sur le cas des pays du Sud, le tort des travaux théoriques, aussi bien, qu'empiriques en ce sujet est la non prise en considération de la spécificité du régime environnemental de ces pays. Lequel est formé de deux composantes : la pollution et la dégradation. Autrement, les

émissions polluantes en gaz ne doivent pas être l'unique indicateur de la qualité environnementale lors de l'examen de la relation de Kuznets dans le contexte des pays du Sud. Ce qui sera discuté dans la troisième section.

Le travail empirique, mené pour le cas de cinq pays en développement sur la base de deux indicateurs environnementaux, constitue la quatrième section. Qui sera achevée par quelques interprétations.

II – Libéralisation commerciale et soucis environnementaux

Le débat sur la 'globalisation' est apparu depuis longtemps. Actuellement il est plus vif, notamment avec la prise de conscience incessante des problèmes écologiques. De ce fait, l'affiliation ou l'opposition au libre-échange se détermine, entre autres, sur la base de la nature de ses effets sur l'environnement. L'économie libérale a admis la pertinence du libre-échange comme moyen d'accroître la production des richesses économiques. Il s'ajoute d'autres effets positifs comme l'élévation des niveaux de vie, et le transfert des technologies modernes permettant aux pays en développement de récupérer leurs retards.

Spécifiquement pour les pays en développement, un grand nombre des travaux ne cessent d'affirmer l'existence d'une corrélation positive entre le commerce extérieur et la croissance. Pour tels pays Balassa (1985), la Banque mondiale (1987), Edwards (1992) ont dégagé le même résultat : les économies tournées vers l'extérieur ont tendance à croître plus rapidement. De même, en considérant sept indices distincts d'ouverture commerciale, Harrison (1995) affirme que tous ces indices sont statistiquement significatifs. Ils indiquent une corrélation entre un régime de commerce extérieur libéral et la croissance du PIB. Ce lien de causalité est dans les deux sens.¹ Bref, à long terme, l'ouverture commerciale apparaît comme un ingrédient essentiel de la croissance économique.

Le risque imputé au libre-échange est que l'objectif de compétition et de croissance mènerait à sacrifier la nature. Les effets sur l'environnement restent encore peu déterminés. D'un côté, le commerce international est inculpé d'être l'une des causes de la dégradation de l'équilibre écologique, par les pollutions et l'épuisement des ressources naturelles. D'un autre côté, des effets positifs peuvent être mis en évidence, améliorant la qualité de l'environnement. Plus précisément, la théorie économique avance trois types d'effets de l'ouverture extérieure sur la qualité environnementale.

¹ Ces études sont récapitulées dans le rapport annuel 1998 de l'OMC, chapitre IV.

II -1 Décomposition des effets de libre-échange sur l'environnement

En stimulant la consommation et la production domestiques, le libre-échange commercial accélère l'activité économique. Il affecte, alors, négativement la qualité de l'environnement par ce qui est appelé *l'effet d'échelle*. Au contraire, un effet positif dit *l'effet technique* peut avoir lieu. Il correspond aux opportunités des technologies acquises, généralement moins polluantes, et au rôle du commerce extérieur permettant de renforcer les réglementations environnementales et de déployer des efforts de dépollution via l'accroissement des revenus. Grâce au commerce extérieur, être économiquement plus riche permet, ainsi, d'être écologiquement plus propre.

Un troisième effet apparaît lorsque l'échange extérieur engendre une modification de la structure économique dans le pays considéré : c'est *l'effet de composition*. Il a un signe, généralement, ambigu. L'effet net, du libre-échange sur la qualité de l'environnement dépend du bilan de ces trois effets.²

Empiriquement, Copeland et al. (1998) ont cherché à distinguer entre l'effet d'échelle et l'effet technique engendrés par l'échange international. Ils ont considéré une mesure des concentrations de dioxyde de soufre (SO₂) dans plus de cent grandes cités dans le monde. Les résultats dégagés stipulent qu'une libéralisation des échanges qui augmente l'échelle de l'activité économique de 1% augmente les concentrations de pollutions de 0,25 à 0,5 % via l'effet d'échelle. Toutefois, la hausse des revenus par tête, qui en découle, pousse ces concentrations vers le bas de 1,25 à 1,5% via l'effet technique.

Donc, le commerce international intervient de diverses façons. Il s'accompagne, souvent, d'une augmentation des revenus, et alors d'une combinaison des effets précédents. Mais, et surtout, le commerce conduit les pays à se spécialiser. De telle spécialisation les effets du libre-échange sur l'environnement s'exacerbent et seront plus complexes. Et ils peuvent aller au-delà des émissions de polluants.

En contre partie, à travers la spécialisation, la libéralisation peut être favorable à l'environnement dans la mesure où elle tend à éliminer des distorsions susceptibles de dégrader l'efficacité d'allocation des ressources et de détériorer l'environnement. C'est le cas, notamment, des subventions à la production ou aux exportations agricoles, qui conduisent à une surexploitation des ressources du pays protégé. D'ailleurs, l'épuisement des ressources (forestières, halieutiques, ...), les dégradations de l'environnement provoquées par des techniques agricoles intensives, le menace de la faune et la flore,...

² Ces effets ont été distingués initialement par Gene Grossman et Alan Krueger (1993) qui sont à l'origine de la lecture de la relation entre libre-échange et environnement. Ils ont visé étudier les impacts environnementaux de l'ALENA (Association de Libre-Échange Nord Américaine créé en 1994 entre le Canada, les Etats-Unis et le Mexique).

peuvent aussi résulter de la spécialisation lors de la libéralisation commerciale³. Au delà de ces émissions, tous ces éléments sont importants à retenir lors de la prise en considération des effets de la libéralisation commerciale moyennant la courbe en U inversé.

II–2 Via le commerce : être plus riche *versus* être plus propre

Un mérite de l'étude de référence de Grossman et al. (1993) est qu'elle a mis en relief l'effet technique et l'effet d'échelle par le biais d'une seule variable : le PIB par tête. Gale et Mendez (1998) ont été des précurseurs à soulever ce point, en démontrant, dans leur modèle, qu'une augmentation du PIB par tête serait liée à une diminution du niveau de polluant quelque soit le niveau de revenu du pays⁴. Et pour déterminer l'effet de composition ils préconisent d'utiliser les forces qui déterminent le commerce (les dotations d'un pays en facteur travail, capital et terre cultivable), plutôt que l'intensité commerciale elle-même. Ainsi, la pollution augmente avec l'abondance en capital et diminue avec celle en travail et en terres cultivables. De ce fait, le Nord richement doté en capital, relativement au Sud, aura une spécialisation dans la production et l'exportation des biens polluants.

A cette approche théorique de Gale et Mendez, elle-même, des critiques ont été avancées. Elles sont formulées par le modèle de Antweiler et al. (1998), qui ont basé leurs estimations économétriques sur 2713 observations provenant de 293 sites d'observations répartis dans 111 villes de 44 pays. Le polluant utilisé pour refléter la qualité environnementale est uniquement le SO₂. Les auteurs aboutissent à la conclusion que si le commerce accroît le PIB total et le PIB par tête de 1%, alors l'effet net du commerce est de réduire les concentrations en pollution d'environ 1%. Leurs résultats indiquent également qu'il existe une relation négative entre le degré d'ouverture d'un pays et la concentration en SO₂. Autrement, plus de libre-échange implique plus de richesses économiques et mieux en qualité environnementale.

Encore plus récent, Frankel et Rose (2005) cherchent à déterminer l'effet du commerce extérieur sur l'environnement pour le cas de plusieurs pays. Ils considèrent trois types d'émissions polluantes le SO₂, le NO₂ (le dioxyde d'azote) et les particules suspendues. Ces variables endogènes sont expliquées par le revenu par tête, le taux d'ouverture au commerce extérieur, ainsi que deux autres variables non économiques: le régime politique et la surface du terrain par habitant.

³ Nordstrom H., Vaughan S., (1999) "Trade and Environment", WTO Special Studies 44, www.wto.org.

⁴ A ce niveau Beckerman (1992, page 491) conclut que « *in the longer run, the surest way to improve your environment is to become rich* ».

Les résultats dégagés des estimations économétriques, pour un grand nombre de pays, montrent que le commerce tend à réduire les trois mesures d'émissions polluantes : d'une manière plus significative pour le SO₂, moyennement pour le NO₂ et plus faiblement pour les particules. Les auteurs affirment, ainsi, que l'hypothèse des havres de pollution n'existe pas, et que l'hypothèse de spécialisation de certains pays dans la production sale se révèle incorrecte.

D'ailleurs, en étudiant les statistiques des échanges mondiaux depuis 1973 jusqu'à 1998, Smulders (2004) dégage des résultats intéressants aux avocats du libre-échange. Il montre que les exportations des marchandises totales ont progressé de 9 %, alors que, la part des biens polluants a baissé. Ainsi, plus d'échange ne signifie pas plus de pollutions. L'auteur affirme aussi que les pays ouverts ont moins de pollution par unité de PIB. Ils sont plus aptes à adopter rapidement les technologies propres. Il se révèle que le problème de pollution attribué au commerce extérieur s'exacerbe avec le protectionnisme. Smulders disait: «*Trade has significant effects on pollution, but often more trade implies a cleaner environment* », p. 59

Il en découle, alors, un consensus, qui est couramment adopté par la communauté des partisans du libre-échange. le commerce n'est pas le responsable des problèmes environnementaux, voir même que plus de libéralisation peut être un remède à de tels problèmes.

En résumé, les travaux théoriques et empiriques, mettant l'accent sur la relation entre le commerce international et l'environnement, sont nombreux aussi bien que différenciés. D'une part, les résultats dégagés s'accumulent, mais encore, loin de faire l'objet d'un consensus, entre toutes les parties concernées. Ce qui explique, en partie, l'antagonisme entre les environnementalistes et les supporteurs de la mondialisation. D'autre part, parmi cette abondante et éparpillée littérature, rares sont les études focalisées sur le cas des pays en développement.

III – Les pays du Sud : un commerce pour la croissance et une croissance pour l'environnement !

III–1 Spécificité du 'régime environnemental' des pays du Sud

Plusieurs facteurs sont au cœur de la relation entre l'équilibre écologique et le libre-échange. Des facteurs économiques et d'autres de nature écologique déterminent la nature de cette relation au sein de chaque pays. Parmi ces derniers facteurs on trouve la dotation initiale du pays en ressources naturelles et matières premières, la capacité d'assimilation de l'écosystème, les taux d'épuisement et de régénération de ces ressources,...etc. Ces éléments

déterminent la spécialisation à l'échange et les types de dégradation et de pollution qui auront lieu.

En d'autres termes, à l'égard des spécificités économiques (commerciales) et techniques du Sud par rapport au Nord, d'autres particularités écologiques doivent être prises en considération lors de l'examen de la relation entre libéralisation commerciale et qualité de l'environnement. Elles exigent une attention particulière et constituent le dit 'régime environnemental', spécifique à chaque groupe de pays.

Il correspond, pour chaque groupe de pays, à l'ensemble des externalités environnementales qui sont communément trouvées dans cette région, aussi bien que les réponses politiques qu'elles induisent (Raghbendra et Whalley, 2001). Dans le Sud, qui est encore en phase d'industrialisation, ou même pré-industrialisé, les émissions polluantes pourraient constituer uniquement une partie du coût total des externalités environnementales sur le bien-être. Il existe aussi des problèmes dits de dégradation qui peuvent avoir différentes interactions avec le commerce extérieur. Citons les effets d'érosion suite à la libéralisation commerciale de l'agriculture, les déplacements de la main-d'œuvre rurale vers les zones urbaines, d'où plus d'encombrement dans des villes à infrastructure insuffisante... etc. Ainsi, la prise en considération de la spécificité du régime environnemental dans les pays du Sud peut aboutir à des conclusions différentes, en étudiant les effets du libre-échange.

Pour le régime environnemental du Sud, Raghbendra et Whalley (2001) montrent que ces externalités peuvent être classées au moins en deux groupes. D'une part, on a les polluants qui couvrent les émissions ménagères et industrielles et les différentes formes des déchets non traitées. Ce sont des externalités typiques à celles dans le Nord. D'autre part, on trouve la dégradation correspondant à l'érosion du sol, à l'encombrement (circulation routière mal définie, d'où perte de temps ; des risques d'accidents élevés ;...). Ajoutons aussi le libre-accès aux ressources, car les droits de propriétés sont mal définis dans les pays en développement, d'où une surexploitation des ressources (eaux, forêts, poissons,...). L'internalisation des externalités, basée sur la taxe pigouvienne et les travaux de Coase relatifs aux droits de propriété, est alors handicapée. En fait, pour chaque économie la dominance de la composante des polluants ou la dégradation est tributaire du degré de développement atteint par le pays en question.

La généralisation à travers tous les pays du monde des régimes environnementaux est injuste. La phase d'industrialisation à laquelle fait partie toute économie détermine la structure et la composition de ses secteurs et ses activités motrices. Ainsi, une discussion des problèmes environnementaux dans les PED qui ne tient pas compte de cette spécificité des indicateurs de qualité environnementale, reste une étude incomplète.

En outre, entre le Nord et le Sud on n'a pas les mêmes niveaux de revenus et pas les mêmes niveaux d'émissions polluantes par tête. Par conséquent, on

n'aura pas les mêmes aptitudes et disponibilités à les combattre. Sur la base de ces éléments spécifiques au contexte des pays du Sud, des détails pourraient affecter l'interprétation de l'hypothèse environnementale attribuée à Kuznets.

III–2 Examen de la courbe environnementale de Kuznets

Rappelons que les conséquences du libre-échange sur l'environnement peuvent être menées à partir des trois effets de la croissance : (i) effet d'échelle selon lequel la croissance signifie une augmentation des quantités produites et donc, à technologie donnée, plus de pollutions émises; (ii) effet technique : la croissance va de pair avec l'amélioration des techniques, les processus et les produits deviennent moins polluants ; (iii) effet de composition : la croissance s'accompagne d'une modification du panier des biens et services produits et des mutations dans les structures économiques. En général, elles sont dans le sens d'une plus grande dématérialisation de l'économie.

On considère que l'effet d'échelle et l'effet technique se combinent dans une courbe en U inversé : lorsqu'un pays a atteint un certain seuil de revenu par tête, les améliorations techniques l'emportent sur les effets d'échelle de la production. Toute croissance économique sera, ainsi, bonne pour la qualité de l'environnement. Quant à l'effet de composition, il reste généralement limité.

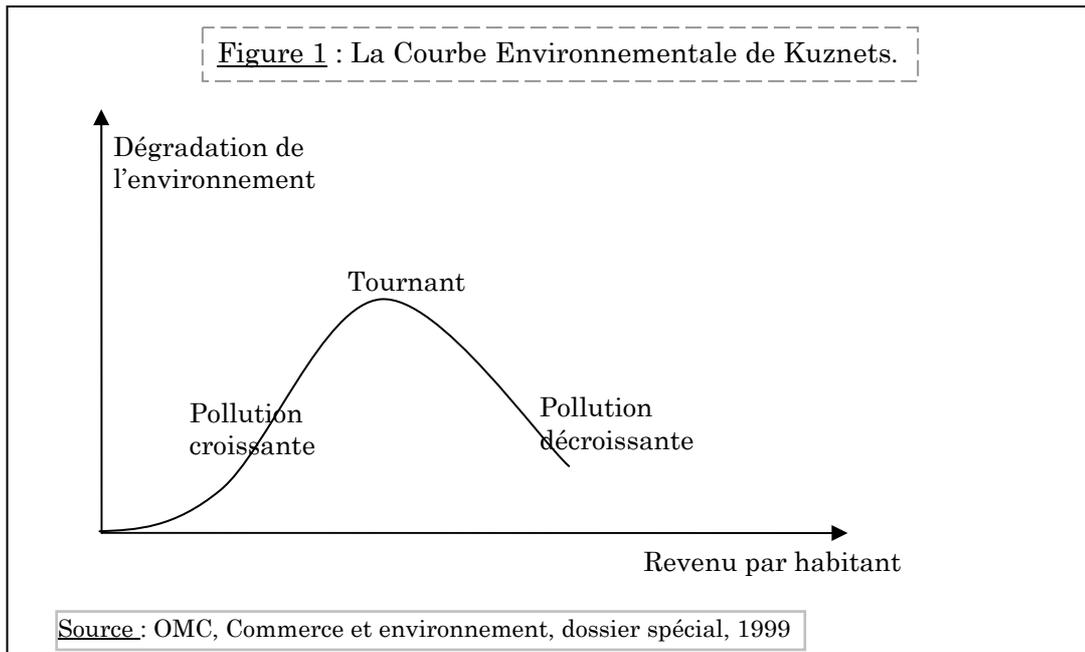
D'autres travaux confirment que le commerce et la croissance économique sont avantageux pour la qualité de l'environnement. En supposant que la qualité environnementale est un bien normal, la hausse du revenu par le commerce permet d'augmenter la demande de ce bien. Ainsi, plus d'efforts seront déployés, notamment par le gouvernement, pour atteindre un environnement plus salubre.

En fait, c'est au début des années 1990 que des études empiriques⁵ ont mis en évidence l'existence d'une relation entre divers indices de pollution et le niveau de revenu par tête. Cette relation se traduisait par une courbe en cloche. À laquelle on a attribué le nom de "courbe environnementale de Kuznets", à cause de la similitude avec les travaux de celui-ci sur les inégalités en fonction du revenu⁶.

Nous nous référons à cette littérature connue par la courbe environnementale de Kuznets (CEK), schématisée par la figure 1 ci-dessous.

⁵ Voir Shafik et Bandyopadhyay (1992) ; Hettige, Lucas et Wheeler (1992) ; Holtz-Eakin et Selden (1992) ; Panayotou (1993) ; Grossman et Krueger (1993) ;

⁶ Simon Kuznets (1901-1985) économiste et statisticien américain, d'origine ukrainienne. Il est lauréat du Prix Nobel en 1971 pour ses travaux empiriques en économie de croissance. La thèse classique de Kuznets S. (1955) correspond à la réduction des inégalités à partir d'un certain seuil de croissance économique.



La CEK indique qu'initialement la qualité environnementale se détériore avec la hausse du revenu. À partir d'un certain niveau de richesse la croissance économique s'accompagnerait d'une amélioration de l'état de l'environnement. C'est-à-dire que la société aura les moyens et la volonté de réduire le niveau de pollution. Deux phases composent, alors, cette courbe dont la première est attribuée aux pays en développement où le revenu par habitant n'a pas, encore, atteint un certain seuil.

Dans les pays développés la situation est opposée : une pollution décroissante en fonction du revenu par tête. C'est la situation de l'Europe, des États-Unis et du Japon, où l'effet technique l'emporte en même temps sur l'effet d'échelle et l'effet de composition, pour plusieurs polluants. Par contre c'est l'effet d'échelle qui domine dans les pays situés du "mauvais côté" de la courbe en U inversé (Fontagné, 2001)⁷. Ce sont les pays en développement où le revenu est jugé inférieur au seuil, d'où la pollution demeure croissante.

Des explications à cette relation ont été avancées. Au début, la croissance économique, qui est associée à l'avènement de l'industrialisation et la modernisation de l'agriculture, cause une dégradation de l'environnement au-delà des capacités d'assimilation des écosystèmes, et un taux d'épuisement des ressources naturelles au-delà de leurs taux de régénération. Par la suite la hausse du revenu et la qualité de l'environnement vont de pair. Une série des facteurs font en sorte que lorsqu'un certain niveau de développement est atteint, une amélioration relative de la qualité environnementale s'ensuit. Parmi ces facteurs⁸ :

⁷ Fontagné Lionel (2001) : "Protectionnisme: l'environnement à l'OMC ", lettre de CPII n° 206, Paris.

⁸ Selden, T.M. et D. Song, «Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 27, 1994, p.147-162.

- ◆ Une élasticité–revenu positive pour la qualité de l’environnement.
- ◆ Des changements dans la composition de la consommation et de la production (exemple : ‘verdissement’ de la demande ; augmentation de la part du secteur des services, c’est-à-dire tendance vers une économie immatérielle ;...).
- ◆ Une amélioration du niveau d’éducation et de sensibilisation environnementale.
- ◆ Les systèmes politiques soient plus ouverts et les lobbies environnementaux exercent plus de pression.

Outre tous ces éléments nécessaires à la décroissance de la courbe en cloche, O’Connor (1994)⁹ a mis l’accent sur les mesures adéquates prises par les pouvoirs publics, en particulier les réglementations environnementales « le renforcement de la réglementation qui, souvent, reflète les préférences du public pour un environnement propre, joue peut-être le rôle le plus important dans les améliorations de l’environnement liées à l’augmentation du revenu par habitant » pp.22-23.

Pour le cas des pays en développement, l’auteur cite un autre facteur permettant la résolution des problèmes environnementaux. Ces pays peuvent bénéficier des expériences des voisins, notamment des pays développés, et de tirer les enseignements de leurs erreurs passées en matière de pollution, d’aménagement du territoire et d’exploitation des ressources.

Une stratégie économique consisterait, ainsi, à atteindre dans les meilleurs délais le seuil de la CEK pour continuer à s’enrichir “proprement”. Une ouverture au commerce international permettrait, alors, une croissance plus rapide du revenu, d’où un passage plus vite au niveau de la partie ascendante de la courbe.

En effet, cette théorie connue par la CEK a fait l’objet de plusieurs études et travaux empiriques. Certains auteurs ont affirmé son existence en présence du commerce extérieur. Grossman et Krueger (1993) montrent que les gains de l’échange, en d’autres termes l’effet richesse de la libéralisation, deviennent la condition permissive de l’amélioration de l’environnement. Ils prouvent que pour différents polluants et en particulier le dioxyde de soufre la pollution augmente avec la croissance du PIB par habitant, jusqu’à atteindre un maximum aux alentours de 5000 \$ en 1985. Par suite l’émission de ce polluant (SO₂) commence à diminuer à mesure que le PIB par habitant continue à croître. A des résultats assez proches ont abouti aussi les travaux de Selden et Song (1994) ; Cole et al. (1997)¹⁰, etc. Par contre certains d’autres affirment que la relation de kuznets est une utopie. Ils montrent l’existence d’une monotonie croissante ou décroissante entre la pollution et le revenu par tête. Voir Torras et Boyce (1998) et aussi

⁹ O’Connor D. (1994) : « La gestion de l’environnement dans les pays en voie d’industrialisation rapide : leçons tirées de l’Asie de l’Est », Centre de Développement de l’OCDE, Paris.

¹⁰ Parmi 10 indicateurs environnementaux considérés, les auteurs montrent qu’à l’exception des déchets municipaux et du méthane, la CEK est confirmée..

Lekakis (2000) selon qui la littérature de la CEK n'est qu'une « arme dans l'arsenal des théoriciens qui défendent la croissance par la libéralisation des marchés mondiaux », p.140.

D'après une étude récente de Meunié A. (2004) on note que « non seulement cette courbe n'est décelée que pour quelques polluants aux effets localisés, mais même dans ce cas, de nombreuses critiques méthodologiques fragilisent sa portée ». La relation de kuznets est, généralement, vraie pour des polluants aux effets locaux, c'est le cas de dioxyde de soufre¹¹. Par contre pour les polluants aux effets globaux sur l'environnement on dispose de moins de preuves. A titre d'exemple l'occupation ou l'exploitation de la terre, l'usage des ressources naturelles, la fertilité des sols et la pêche,... ne se réduisent pas avec l'augmentation du revenu. En plus, certains problèmes écologiques correspondent à des effets qui sont irréversibles comme les changements climatiques, la disparition d'espèces et la perte de biodiversité.

En fait, la détérioration de la qualité de l'environnement dans la première phase de la courbe (phase ascendante) et son rétablissement au cours de la deuxième phase, sont relatifs à l'indicateur environnemental considéré. Il n'y a aucune raison pour que tous les indicateurs environnementaux suivent conjointement la même tendance. A titre d'illustration, l'industrialisation d'un pays se manifeste par le passage d'une économie agraire à une dominance des activités industrielles. Le résultat sera une hausse des émissions de gaz par la combustion des énergies fossiles et une hausse des déchets solides et liquides par la transformation des matières premières dans les unités industrielles. Toutefois, le recul de la part de l'agriculture sera suivi par une baisse des problèmes environnementaux attribués à ce secteur. Donc, tous les indicateurs de la qualité de l'environnement n'ont pas la même tendance simultanée d'évolution. La baisse d'un indicateur peut être au détriment d'une augmentation de l'autre. Au total, pour chaque pays et à chaque stade de développement certains indicateurs de qualité d'environnement sont en hausse et d'autres sont en baisse. Par exemple les problèmes d'érosion du sol peuvent être réduits suite à la croissance qui sera suivie par un rétrécissement du secteur agricole. Mais, elle peut s'accompagner d'une urbanisation et des problèmes de congestion. Lesquels, eux-mêmes, peuvent s'atténuer après une période de transition quand, avec plus de croissance, une nouvelle infrastructure est prise en compte.

Il s'avère, ainsi, incorrect de saisir l'évolution de la qualité de l'environnement juste par un type donné de polluant. En réalité, cette difficulté peut être surmontée soit par le dressage d'une courbe en cloche pour chaque polluant, spécifique à l'étape de développement en cours¹². Chaque polluant est

¹¹ On peut se référer à Shafik et Bandyopadhyay (1992) qui ont considéré plusieurs indicateurs environnementaux. Toutefois, ils montrent que la CEK n'est vraie que pour deux polluants, le CO₂ et le SO₂ avec deux points d'inflexion à revenu entre 3000\$ et 4000\$. Voir aussi pour le cas de SO₂ Kaufmann et al. (1998) ou Antweiler et al., (1998).

¹² On peut se référer ici aux cinq étapes de croissance économique connues dans la littérature, et qui sont déterminées par Rostow W.W. (1916–2003). Dans son ouvrage « Les étapes de la croissance économique : un manifeste non communiste » il affirme que toute société passe par cinq phases successives : la société traditionnelle, la mise en place des conditions préalables au

loin d'être exhaustif et de refléter toute la qualité environnementale. Soit que la solution sera la détermination d'un indicateur environnemental agrégé. Il est composite des polluants et des problèmes de dégradation, précisément c'est la prise en compte de tout le régime environnemental du pays¹³. De ce fait, la généralisation du résultat à des pays ayant des niveaux de développement différents s'avère incorrecte. Autrement dit, à chaque stade de développement économique l'évolution de la qualité de l'environnement doit être saisie par un (ou des) indicateur(s) précis.

III–3 Aux pays du Sud le commerce extérieur fait-il partie du problème ou de la solution ?

La théorie classique du commerce international, précisément le théorème HOS, détermine la spécialisation des pays sur la base de leurs dotations relativement abondantes. Le Nord relativement doté en capital se spécialise dans la production et l'exportation des biens intensifs en capital. Au Sud les entreprises concentrent leurs productions dans des activités nécessitant beaucoup plus de main-d'œuvre. Or, se sont les industries à forte intensité capitalistiques qui seront fortement polluantes. La conclusion est que le Sud serait le moins polluant au niveau de sa production et son exportation.

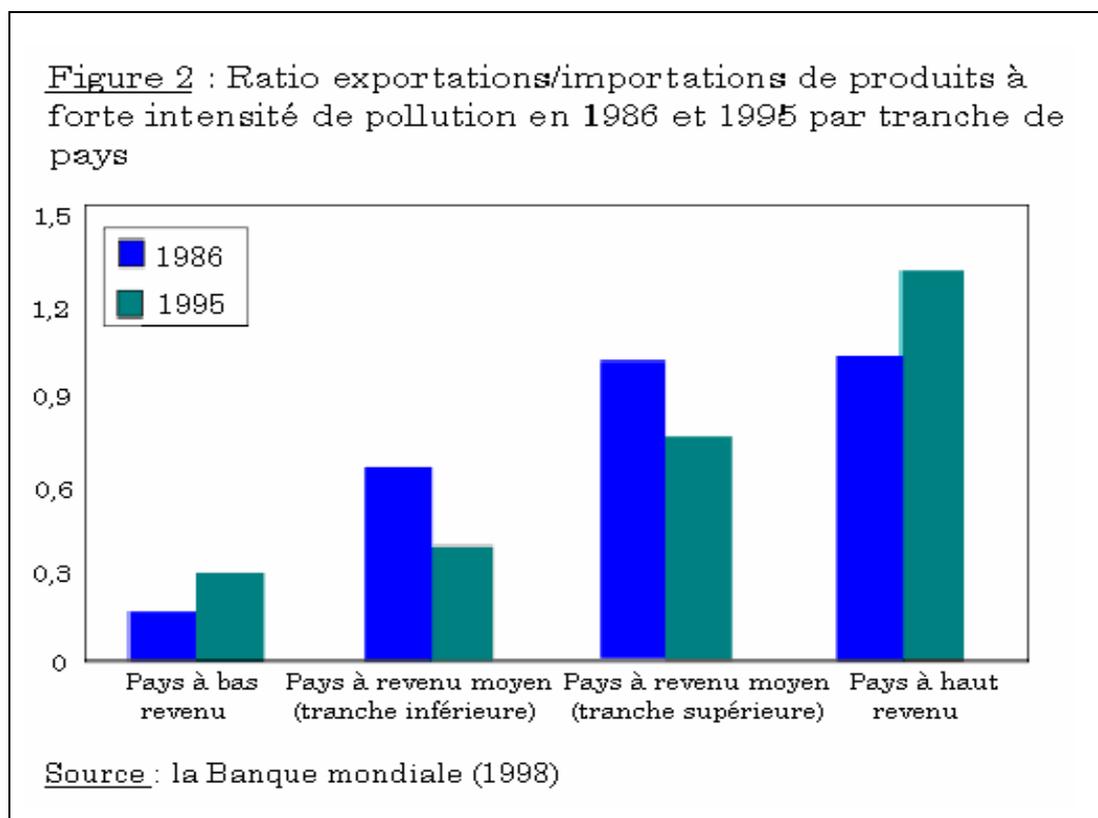
Sur le plan des faits, cette explication théorique est confirmée au niveau international par une étude de la Banque mondiale (1998)¹⁴. Elle indique l'évolution du ratio des exportations par les importations des produits à forte intensité de pollution entre 1986 et 1995 pour quatre groupes de pays. La figure 2 ci-dessous montre que ce ratio déjà élevé pour les pays riches est aussi entrain d'augmenter durant cette période. Pour les pays pauvres le ratio est faible, malgré sa tendance à la hausse entre 1986 et 1995. Par contre pour les pays à revenu moyen (tranches supérieure et inférieure), par rapport aux importations domestiques, leurs exportations deviennent de moins en moins polluantes. Autrement dit, les pays à haut revenu sont exportateurs nets de produits polluants. Leur ratio dépassant l'unité, est encore en hausse. Cependant, les pays en voie de développement sont non seulement des importateurs nets de ce type de produits, mais le sont davantage qu'ils ne l'étaient en 1986. Ils ont un ratio en baisse.

décollage (transition), le décollage (take off), la marche vers la maturité et enfin l'ère de la consommation de masse. Chacune de ses étapes admet des caractéristiques spécifiques, d'où des indicateurs environnementaux seront plus intensifs que d'autres.

¹³ Ekins (1997) montre que le type des émissions ou les polluants d'air qui sont sélectionnés n'indiquent pas l'impact environnemental. Subséquemment, il examine un indicateur agrégé de l'impact environnemental développé par l'OCDE. En étudiant la relation entre cet indicateur et le revenu par tête, Ekins montre que la CEK est utopique.

¹⁴ Banque mondiale : « Indicateurs du Développement mondial », 1998.

A ce groupe des pays en voie de développement, où le ratio a reculé, fait partie l'échantillon des pays considérés par la validation empirique dans la section suivante.



Ceci contredit les résultats de Baumol et Oates (1998), qui stipulent que les caractéristiques du pays pauvre lui mènent à se spécialiser dans la production des biens polluants. La faible internalisation de l'externalité environnementale réduit le prix du produit en deçà du niveau de l'optimum social. La demande mondiale sera stimulée et alors le pays pauvre sera encouragé à produire et exporter davantage en biens sales.

Le commerce extérieur détermine, ainsi, la qualité de l'environnement dans un pays selon plusieurs voies. D'une part, il agit en fonction du revenu qu'il permet de dégager. Via ses trois effets, la libéralisation des échanges pourrait aboutir à une CEK. Lorsque c'est l'effet d'échelle qui domine c'est la phase ascendante de la courbe. Par contre si l'effet technique l'emporte, la pollution commence à se réduire avec la hausse du revenu.

D'autre part, le commerce international donne les moyens à la consommation d'une nation d'évoluer différemment de sa production domestique. À son tour, l'objectif de croissance économique appelle des mesures de promotion des exportations. D'où, une production de masse aura lieu et l'effet d'échelle s'intensifie. Il pourrait contrecarrer l'effet technique ou retarder le pic de la CEK.

Empiriquement, parmi les études introduisant des variables de commerce extérieur pour juger l'existence de la courbe en U inversé, un consensus n'est pas établi. La chose confirmée est que la nature de la relation et le revenu

correspondant au point d'inflexion, en cas d'existence de la courbe, dépendent des variables commerciales. Par exemple en incorporant la quantité des biens manufacturés importés comme une variable explicative additionnelle, Suri et Chapman (1998) montrent que le niveau de revenu seuil sera plus élevé que celui dans le cas autarcique. Le problème est que les deux valeurs de revenu sont trop élevées, voir même à l'extérieur de l'échantillon relatif aux données des 33 pays considérés.

Plus récemment, et en utilisant les données en séries temporelles de la Grande Bretagne, Hannes E. (2002) tend à étudier la relation entre plusieurs polluants et le niveau de revenu pour ce pays. Il part de l'hypothèse que la dégradation de l'environnement ne peut pas être expliquée uniquement par le revenu par tête. Ainsi, il a introduit d'autres variables explicatives comme la part du secteur industriel dans le PIB, le taux de croissance du revenu ou aussi des variables indicatives du commerce extérieur. Précisément, il s'agit des importations et des exportations des biens de la production intensivement polluante par rapport au produit intérieur brut.

Ce modèle montre que, sur la période 1960–2000, l'hypothèse de la CEK n'est pas définitivement vérifiée lorsqu'on prend en considération juste le niveau de revenu pour expliquer la dégradation de la qualité environnementale. Cependant, la prise en compte d'une estimation à trois dimensions a permis de mettre en évidence l'existence d'une CEK. Les trois variables considérées simultanément, sont le revenu, le niveau d'un polluant (à savoir l'oxyde de nitrogène NO_x et l'ammoniac NH_3) et le commerce extérieur correspondant aux importations et exportations des biens où la production est intensivement polluante par rapport au PIB. Ainsi, pour ces deux polluants et en présence d'une variable d'ouverture commerciale la théorie de la CEK est confirmée. Les estimations dans ce modèle aboutissent aussi à une différence entre le court et le long terme. Certains polluants ne peuvent suivre une relation en forme de U inversé en fonction du revenu qu'à long terme.

En résumé, il semble que la relation entre la libéralisation commerciale et le dommage environnemental, via la croissance économique, est plus complexe qu'un portrait indiqué par une courbe en cloche. La pollution ou les autres problèmes environnementaux ne se réduisent pas 'mécaniquement' avec le développement économique du pays étudié (Barbier, 1997). Toutefois, certains éléments permettent de clarifier l'image. D'abord, la prise en compte du commerce extérieur, facteur de développement économique, suggère les effets justificatifs de la manière d'évolution de la qualité de l'environnement. Ensuite, pour les pays du Sud à régime environnemental spécifique, les conclusions sont plus robustes une fois les effets de dégradation sont ajoutés. Enfin, diverses raisons justifient que les études basées sur des données de panel sont douteuses. Seule l'étude en série temporelle à base individuelle est utilisable, Vincent et al. (1997) ; Hannes E. (2002) et Carson et al. (1997). En ce qui nous concerne et afin d'affiner les résultats dégagés nous tiendrons compte de tous ces éléments dans la section suivante relative au travail de validation empirique.

IV – La CEK pour des pays ouverts du Sud

IV -1 Cadre d'étude et description du modèle

L'utilisation des estimations en données de panel à base multi-pays ne répond pas convenablement à la question d'existence d'une courbe en U inversé. L'argument est qu'une courbe mise en évidence par des estimations en multi-pays ou en données de panel, reflète simplement la juxtaposition de deux relations : une relation positive entre la pollution et le revenu par tête dans les pays en développement et une relation négative dans les pays développés et non pas une unique relation qui s'applique aux deux catégories de pays (Vincent et al., 1997 ; Hannes E., 2002). En fait, à cet argument un autre du côté environnemental peut être ajouté. Comme a été expliqué plus haut le régime environnemental varie d'un pays à l'autre, surtout ayant deux stades de développement distincts.

Notre étude empirique porte sur un échantillon de cinq pays, faisant encore partie des pays du Sud. Ils sont par ordre alphabétique : l'Algérie, la Colombie, la Thaïlande, la Tunisie et la Turquie. Tous ces pays sont ouverts au commerce extérieur, et tout en étant géographiquement éloignés (faisant partie de quatre Continents différents), ils sont économiquement assez proches¹⁵. Soit-disant, cette 'homogénéité' du groupe des pays permet de renforcer la fiabilité lors de la vérification de la CEK pour tel groupe de pays.

Avec ce travail on vise avancer une réponse à la question d'existence d'une CEK en présence du commerce extérieur pour le cas d'un pays du Sud, dont l'indicateur d'environnement est relatif à son stade de développement. Plus précisément, le régime environnemental est composé des polluants et un facteur de dégradation. Il s'agit de l'émission de dioxyde de carbone (CO₂) l'indicateur de pollution, et de la déforestation comme indicateur de dégradation.

Le modèle s'inspire de l'approche adoptée par certaines études telles que Cropper et Griffiths (1994) ; Cole, Rayner et Bates (1997) ou Suri et Chapman (1998). Il correspond à la spécification d'une relation entre l'indicateur environnemental (E), le revenu par habitant (y) et la variable indiquant le libre-échange dans le pays, soit l'intensité commerciale (T). Ses variables sont observées pour une période allant de 1970 à 2002. L'indice (t) indique le temps, c'est-à-dire l'année d'observation. Comme a été mentionné, il s'agit d'une étude en série temporelle spécifique à chaque pays, et non un empilement des pays. L'équation à estimer est alors :

$$E_t = C + \beta_1 y_t + T_t + \varepsilon_t$$

¹⁵ En 2000 le revenu national brut par tête dans les cinq pays a été compris entre 5,46 et 6,77 \$ international courant selon la PPP, (WDI, 2003). Selon la même source ces pays ont aussi certains indicateurs d'environnement semblables. Ils ont en 1999 des quantités d'émissions de CO₂ par tête assez proches.

Notons que la détermination de la courbe environnementale sous la forme d'un U inversé nécessite d'estimer la forme quadratique de cette fonction, dans laquelle on ajoute le terme du revenu par tête au carré (y_t^2).

Pour déterminer la possibilité d'existence d'une CEK, la règle de décision consiste à estimer les deux relations : la forme linéaire et la forme quadratique¹⁶. En comparant les résultats des estimations, notamment le coefficient de significativité global du modèle, on retient la forme la plus appropriée des deux cas suivants :

$$\begin{cases} E_t = C + \beta_1 y_t + T_t + \varepsilon_t & (1) \\ E_t = C + \beta_1 y_t + \beta_2 y_t^2 + T_t + \varepsilon_t & (2) \end{cases}$$

Dans un premier temps la variable dépendante représente les émissions de CO₂¹⁷ à l'année t dans le pays considéré. La base des données correspond pour chaque pays aux quantités de CO₂ en tonnes métriques par tête. Elles sont issues de la publication de la Banque mondiale dans « *World Development Indicators 2003* ». Des données par habitant permettent d'éliminer l'effet de la différence dans les tailles des populations pour l'échantillon des pays considérés.

Dans un deuxième temps la qualité environnementale est saisie par la déforestation¹⁸. Elle peut être interprétée différemment. Une destruction massive des forêts reflète le manque des droits de propriété. Elle indique aussi la structure économique d'un pays basée encore sur les ressources naturelles et les biens agricoles et non sur des secteurs à hautes technologies. En donnant une idée sur le degré de développement, cette déforestation est, elle-même, une origine à d'autres problèmes écologiques. Les érosions des sols s'aggravent, des inondations, une biodiversité affaiblie, un écosystème fragilisé, augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère à cause de la réduction de son absorption végétative,... etc.

La variable dépendante (notée E_t) est expliquée par deux types de variables indépendantes, dont la plus connue est le revenu par tête. C'est la principale variable explicative avancée par la majorité des études s'intéressant à la courbe en U inversé. Pour chaque pays on considère le revenu national brut par habitant converti en \$ des USA courant (noté Y_t) et calculé selon la méthode Atlas de la Banque mondiale. Cette méthode permet de faire le lissage des

¹⁶ On laisse tomber la forme cubique, correspondant à une CEK de la forme N. Cette troisième forme est rarement prouvée, ou même discutée, dans la littérature.

¹⁷ Ce polluant, tout comme les autres gaz à effet de serre, absorbe les radiations infrarouges de la terre. Par conséquent, il se crée une couche autour de la planète qui emprisonne la chaleur et l'empêche de quitter l'atmosphère. On estime qu'au cours du dernier siècle la température de la planète a augmenté de 0,3 à 0,6 degré Celsius. Des catastrophes naturelles commencent à apparaître. La combustion du charbon, du pétrole et du gaz naturel, soit dans les usines soit par les moyens de transport sont les principales sources de ce polluant. Afin de faire face aux problèmes résultant de CO₂, le Protocole de Kyoto a été adopté en décembre 1997. Il vise une réduction des gaz à effets de serre de 5,2 % en moyenne d'ici 2012 par rapport au niveau de 1990.

¹⁸ Comme indicateur environnemental, la déforestation a été déjà considérée par certaines études, voir Shafik (1994) ou Xepapadeas et Amri (1998).

fluctuations des prix et des taux de change. Les données correspondent aux comptes nationaux chez la Banque mondiale publiés dans les rapports annuels.

A l'instar des modèles prototypes, la deuxième variable indépendante prise en considération est un indicateur d'ouverture au commerce extérieur. Or, cette variable toute seule est insatisfaisante pour saisir impact sur la qualité de l'environnement. Elle est ajoutée au revenu par habitant. L'argument est que, comme a été expliqué plus haut, les effets du libre-échange passent à travers la croissance. Explicitement, la spécialisation du pays détermine sa production et ses exportations, alors que c'est la consommation domestique qui indique les importations. Cette variable explicative (notée T_i) est, alors, saisie par l'indice d'ouverture au commerce international, donné par le ratio de la somme des exportations et des importations au PIB de chaque année. Les valeurs de celles-ci sont données en \$ courant des USA, et publiées dans les rapports de l'Organisation Mondiale du Commerce durant les années considérées. Coffee

Enfin, les équations à estimer contiennent, aussi, une constante indiquant des effets fixes individuels. C'est-à-dire les caractéristiques spécifiques à chaque pays. En plus, il figure un terme d'erreur (ε_i) de bruit blanc.

IV -2 Résultats empiriques et interprétations

IV -2-1 Cas des émissions de CO₂

Pour chaque pays on procède à l'estimation de deux équations (1) et (2) ci-dessus¹⁹. La règle de décision consiste à comparer le pouvoir explicatif de l'équation à forme linéaire par rapport à celui de la forme quadratique. On recourt, tout d'abord, au test ADF (*Augmented Dickey-Fuller*) pour résoudre le problème de stationnarité de certaines variables du modèle.

Les résultats des estimations économétriques montrent, par la suite, que pour chacun des cinq pays, la forme quadratique est plus acceptée que la forme linéaire. Ceci argue, a priori, en faveur de l'existence d'une courbe en U inversé pour un pays du Sud. En effet, sur la base des paramètres de significativité globale du modèle (R^2 et F-statistic), l'hypothèse de la courbe s'avère vérifiée uniquement pour les cas d'Algérie, Colombie et Thaïlande. Le tableau 1 ci-dessous récapitule les principaux résultats de l'estimation de la forme quadratique retenue pour chaque pays.

¹⁹ Les estimations sont réalisées à partir du logiciel Eviews.

Le tableau 1 : Résultats d'estimation de la forme quadratique des cinq pays.

Pays Explicatives	Algérie	Colombie	Thaïlande	Tunisie	Turquie
C	1,197 (2,885)*	1,525 (51,154)	0,0808 (3,547)	0,0588 (1,636)	0,0493 (1,809)
Y	0,0017 (3,224)	-0,0011 (-1,601)	-0,0002 (-0,433)	0,0010 (1,020)	0,00032 (0,594)
Y²	-3,59E-07 (-2,318)	4,20E-07 (2,223)	1,78E-07 (1,698)	-5,36E-07 (-1,497)	-2,66E-08 (-0,269)
T	0,0011 (0,0008)	-0,3057 (-0,307)	0,3583 (1,204)	-0,0256 (-0,052)	0,3179 (0,463)
R²	0,4488	0,2468	0,6020	0,1107	0,1170
F-statistic	7,6014	3,0589	14,1195	1,1617	1,1926
Durbin- Watson	1,269	0,531	1,470	2,613	1,958

* Les chiffres entre parenthèses sont les t-student.
Significatifs pour $\alpha = 5 \%$

L'acceptation de la forme quadratique par rapport à la forme linéaire ne signifie pas automatiquement l'existence de la CEK. Le pouvoir explicatif du modèle reste encore faible, surtout pour le cas de la Tunisie et la Turquie. En outre, l'intensité commerciale représentée par le taux d'ouverture n'explique pas d'une manière significative la variable endogène, correspondant aux émissions de CO₂. Ce résultat reste sous réserve, même qu'il est en accord avec les constatations de Grossman et Krueger (1993) ou Gale et Mendez (1998), pour certains autres polluants.

En effet, la validation de l'hypothèse d'une CEK exige un coefficient significatif de y^2 . Ceci n'est confirmé que pour le cas de deux pays : l'Algérie et la Colombie. En valeur absolue, ce coefficient faible indique un rythme lent d'évolution de la courbe pour les deux pays. La différence de signe est déterminante pour la forme de la courbe (U ou U inversé).

Pour ce cas, où le CO₂ est l'indicateur environnemental, la CEK est provisoirement acceptée pour le cas des deux pays : l'Algérie et la Colombie. On procède par le calcul mathématique ci-dessous pour déterminer le point d'inflexion correspondant à chaque cas et le niveau de revenu respectif.

Pour le cas d'Algérie on peut écrire :

$$E_t = 1,197 + 0,0017 y - 3,59 \cdot 10^{-7} y^2 .$$

Cette forme quadratique se traduit graphiquement par une parabole ayant pour sommet le point donné par les deux conditions suivantes :

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dE_t}{dy} = 0 \\ \text{et } \frac{d^2 E_t}{dy^2} < 0 \end{array} \right. \quad (3)$$

La deuxième condition est bien vérifiée, et la première nous donne :

$$0,0017 = 2 * 3,59.10^{-7} y \Rightarrow \underline{y^* = 2367,69}.$$

Pour le cas de la Colombie la relation est :

$$E_t = 1,525 - 0,0011y + 4,20.10^{-7} y^2 .$$

Cette forme mathématique traduit une courbe convexe par rapport l'origine du repère. Elle est une forme de U et non de U-inversé. Le calcul du minimum de la courbe aboutit au revenu: $\underline{y^* = 1309,52}$.

Le cas algérien confirme l'hypothèse de la CEK mais le cas colombien l'infirmes. Ce dernier cas a été déjà démontré par certaines études empiriques antérieures, Shafik et Bandyopadhyay (1992) pour le cas de CO₂ ; Grossman et Krueger (1994) pour le cas des particules suspendues.

En effet, dans certaines études empiriques validant l'hypothèse de la CEK, le sommet de la CEK correspond à des niveaux de revenu aberrants. Ils dépassent largement les valeurs observées dans l'échantillon considéré (Cole, Rayner et Bates, 1997 ; Suri et Chapman, 1998). Par contre, dans cette étude les deux revenus seuils, font partie du revenu de la catégorie des pays en développement, selon les classifications internationales. Ces deux valeurs du revenu seuil, de l'Algérie et la Colombie, ont été atteintes par les deux pays respectivement en 1984 et en 1993 (Banque mondiale, WDI 2003).

Cela permet de dire que l'Algérie a entamé la phase décroissante de sa courbe en cloche depuis une vingtaine d'années. Selon tel résultat empirique, il est devenu un pays post-industriel, poursuivant sa croissance propre. Au contraire, la Colombie depuis plus d'une décennie sa qualité environnementale se détériore de plus en plus avec le revenu par tête. La phase d'amélioration de la qualité environnementale, appréciée par les émissions de dioxyde de carbone, est achevée depuis 1993.

Ainsi, ni l'existence de la courbe en cloche en présence du libre-échange, ni le niveau de revenu relatif à son sommet ne font l'objet d'entente. Ces divergences montrent les larges controverses sur la littérature de la CEK. Quant au commerce extérieur les résultats suggèrent qu'il n'y a aucune relation avec l'évolution des émissions de CO₂. Cela remet en cause l'idée que la libéralisation commerciale dégrade la qualité environnementale. En conséquence, on argue qu'il est prématuré qu'une réponse définitive et généralisée ne soit avancée, sachant la diversité des indicateurs environnementaux.

IV-2-2 Cas de la déforestation

La déforestation fait partie de l'exploitation des ressources naturelles dans les pays du Sud. C'est une composante de leur régime environnemental, et elle peut être une cause du déséquilibre écologique. Elle est la variable exogène servant à vérifier l'hypothèse de la CEK ; tout en étant expliquée par le revenu par tête (y) et l'intensité du commerce extérieur (T). La comparaison des résultats des estimations, notamment du pouvoir explicatif global des deux équations, permet de retenir la forme la plus appropriée : la forme linéaire ou la forme quadratique. La base des données correspond à celle des pays cis-mentionnés, durant la période 1970-2001. Ces données sont fournies par les mêmes sources indiquées ci-dessus.

A l'instar de l'indicateur environnemental précédent, un problème de stationnarité des variables peut avoir lieu. Une application du test de *Dickey-Fuller* augmenté (ADF) a permis de se servir des séries temporelles stationnaires. Par la suite l'estimation économétrique des équations (1) et (2) montre que la forme quadratique, correspondante à la CEK, est la plus appropriée. Son pouvoir explicatif est plus important en Algérie et en Tunisie, soit un R^2 respectivement de 0,93 et 0,54. En Thaïlande il est plus faible, soit $R^2 = 0,37$. Par contre en Colombie et en Turquie le groupe des variables exogènes n'explique pas la variable endogène. Le tableau 2 ci-dessous récapitule les principaux résultats.

Le tableau 2 : Résultats d'estimation de la forme quadratique des cinq pays.

Pays Explicatives	Algérie	Colombie	Thaïlande	Tunisie	Turquie
C	0,2741 (122,318)*	-0,0016 (-0,357)	-0,0083 (-4,058)	0,2539 (151,892)	-0,0295 (-1,180)
Y	-2,25E-05 (-7,923)	-1,33E-07 (-0,001)	-0,0002 (-3,661)	0,0003 (5,465)	0,0005 (1,108,)
Y²	3,19E-09 (3,784)	-1,56E-08 (-0,584)	3,11E-08 (3,404)	-9,03E-08 (-5,484)	-8,74E-08 (-0,999)
T	-0,0044 (-0,064)	-0,0472 (-0,331)	0,0616 (2,349)	-0,0277 (-1,231)	0,4768 (0,760)
R²	0,9292	0,1382	0,3763	0,5414	0,0568
F-statistic	118,1431	1,4432	5,4301	10,6250	0,5220
Durbin - Watson	0,904	2,494	2,320	1,018	2,629

* Les chiffres entre parenthèses sont les t-student.
Significatifs pour $\alpha = 5 \%$

La théorie de la courbe en cloche s'avère acceptable pour le cas de l'Algérie, la Thaïlande et la Tunisie. C'est-à-dire que la déforestation est expliquée par le revenu par habitant. Toutefois, le coefficient de l'indicateur d'ouverture commerciale n'est significatif que pour le cas du pays asiatique. Les équations spécifiques seront :

$$\underline{\underline{\text{Cas d'Algérie}}} : E_t = 0,274 - 2,25 \cdot 10^{-5} y + 3,19 \cdot 10^{-9} y^2 .$$

$$\underline{\underline{\text{Cas de Tunisie}}} : E_t = 0,254 + 2,55 \cdot 10^{-4} y - 9,03 \cdot 10^{-8} y^2 .$$

$$\underline{\underline{\text{Cas de Thaïlande}}} : E_t = -0,0083 - 1,58 \cdot 10^{-4} y + 3,11 \cdot 10^{-8} y^2 + 0,0616 T.$$

Ces fonctions de second degré expriment deux courbes à formes inverses. Le cas tunisien correspond à une véritable CEK, mais pour les deux autres pays il s'agit d'une courbe en U. Les valeurs extrema des revenus seront données par les conditions mathématiques du système (3) présenté plus haut. En Tunisie le sommet de la courbe est atteint pour $y^* = 1411,96$. Par contre le minimum de la courbe convexe d'Algérie et de Thaïlande correspond, respectivement, à un revenu $y^* = 3526,65$ et $y^* = 2540,19$.

Ces valeurs de revenu semblent être conformes aux contextes réels des pays étudiés. Plus précisément, la Tunisie a atteint le sommet de sa courbe depuis longtemps : vers l'année 1981. Pour Thaïlande la valeur obtenue du revenu par tête correspond au revenu actuel de l'économie (2540 \$USA est le revenu de 2004). Le pays est, alors, à nos jours au minimum de sa courbe en forme de U. C'est-à-dire il est au point de départ d'une phase de détérioration de la qualité environnementale, après sa partie descendante de la courbe de déforestation.

Avec cette même forme, la courbe obtenue en Algérie continue encore à décroître, car le revenu 3526 reste un espoir. On prévoit qu'il sera atteint en 2009 si le taux de croissance annuel moyen de ce revenu, réalisé durant 2000 –2004 s'étale jusqu'à la fin de cette décennie, et si toutes choses égales par ailleurs²⁰.

Bref, avec la poursuite de la hausse de revenu par habitant la qualité environnementale, saisie, par la déforestation évolue différemment d'un pays à un autre. Quant à l'indicateur de libéralisation commerciale l'effet n'est significatif que pour le cas thaïlandais, où il agit positivement. C'est-à-dire plus d'ouverture commerciale stimule la déforestation dans ce pays. Le commerce extérieur de tel pays contribue, alors, à la dégradation de sa qualité environnementale.

²⁰ La prévision est basée sur notre calcul de ce taux de croissance du revenu par habitant, en utilisant les données de la Banque mondiale, WDI 2005.

IV -3 Dédutions et commentaires

Pour un pays en développement ouvert à l'extérieur, et où le régime environnemental est spécifique, l'examen de l'hypothèse environnementale de Kuznets doit tenir compte de telle particularité. Les résultats épars dans la littérature focalisée sur ce sujet, les sont aussi dans ce travail empirique. Un consensus sur l'existence de la CEK est loin d'être établi.

En effet, elle n'est vérifiée que dans deux cas : en Algérie pour le cas de CO₂ et en Tunisie pour le cas de la déforestation. Dans trois autres cas la relation se traduit par une courbe en forme de U. C'est-à-dire que l'amélioration de la qualité environnementale n'est que transitoire, au delà d'un certain niveau de revenu la détérioration se déclenche. Les autres cas montrent que le revenu par habitant et l'ouverture commerciale n'expliquent pas l'indicateur de qualité environnementale.

A l'exception du cas de la déforestation en Thaïlande, l'effet du commerce extérieur est partout non significatif. Il n'est pas la cause de détérioration de la qualité environnementale, comme il n'est pas aussi le remède à de tels problèmes. Donc, l'objectif d'un commerce international libre n'entrave pas celui d'un équilibre écologique.

A ce niveau on comprend que rien n'est évident sur ce sujet. La CEK ne peut pas être une simple relation 'mécanique' valable pour tout indicateur environnemental considéré, et/ou dans le contexte de n'importe quel pays. À ce propos Beghin, Roland-Holst, et van der Mensbrugghe (1994) disaient : « Il n'est pas évident que chaque pays suive la séquence des étapes qu'implique la courbe en U inversé. La simplicité de l'argumentation impliquée par la courbe est séduisante mais peut très bien se révéler fallacieuse en définitive comme la prédiction de Kuznets sur l'équité et la croissance », p.178.

Après une décennie, Smulders (2004) affirme que les résultats de vérification de la CEK sont chevauchants²¹. Autrement, cette courbe n'est pas une solution 'magique' des problèmes environnementaux. Plutôt, d'autres éléments de natures diverses sont aussi des facteurs déterminants, permettant de réduire la pollution. En plus des facteurs explicatifs présentés un peu plus haut dans ce travail, Smulders cite un autre qui relève de nature socio-politique. Il peut justifier l'existence de la CEK dans un pays et non pas dans un autre même si on utilise le même indicateur environnemental et que les deux pays sont économiquement assez proches. Il s'agit des libertés civiles et politiques permettant de faciliter et accélérer la résolution des problèmes écologiques avec la hausse de revenu. Par contre dans les pays à haut niveau de corruption ces problèmes s'exacerbent. Donc, l'existence d'une CEK est le bilan de l'interaction

²¹ Il disait dans l'encyclopédie de l'énergie « *The evidence is mixed: the EKC shows up, but only for some pollutants and not in all countries... when comparing emissions of different pollutants in a particular country, some may rise and other may fall with income. That is, the Kuznets curve overlap* », p.56

des facteurs de diverses natures. Elle n'est pas une relation à concrétisation automatique.

En fait, à chaque étape de développement l'activité économique sera caractérisée par une structure et une composition spécifiques. On peut penser au passage historique de l'économie agraire à l'économie d'un pays industrialisé, à la suite des révolutions industrielles, jusqu'à la tendance actuelle vers la prépondérance des activités de services. D'où, on parle d'une dématérialisation de l'économie. Entre ces trois grandes stations de l'évolution de l'activité économique, ni les branches motrices, ni les formes des richesses créées ne sont identiques. De même, les effets induits lors de chacune de ces étapes de développement sont spécifiques à chacune d'elles. Ils sont multiples. Et ils peuvent être infligés à la sphère sociale (esclavage, des inégalités, des types de discrimination, chômage,...) ou à la sphère écologique (l'épuisement des ressources naturelles, les pollutions, ...). Au niveau social, écologique et même éthique tous ces impacts varient d'une étape de développement à l'autre. Ils n'ont pas la même ampleur ou la même incidence sur la vie humaine. Ils sont appréciés différemment. Déjà, ces problèmes écologiques sont par définition des externalités négatives affectant le bien-être social. Or, le caractère évolutif des sociétés se répercute sur l'évolution de la notion de bien-être. Ainsi, le poids de la qualité environnementale, dans les préférences des agents économiques, est plus élevé actuellement par rapport aux sociétés d'autrefois.

Au lieu de ces trois phases générales de développement on peut penser à la succession d'étapes de Rostow W. W.(1960). Ce découpage en cinq étapes permet de savoir quelles sont les forces qui orientent et soutiennent la croissance économique du pays à chaque étape. Plus précisément, le souci envers les défis environnementaux pour une société à l'ère de consommation de masse est différent de celui d'une société traditionnelle ou même en phase de démarrage.

Donc, l'indicateur de qualité d'environnement devrait être compatible et relatif à la phase de développement courante du pays sujet d'étude. Autrement, à chaque stade de développement on doit lui faire correspondre des indicateurs appropriés de la qualité de l'environnement. Deux constatations peuvent être tirées. La première stipule que négliger ces indicateurs pour une économie donnée aboutit à des résultats biaisés. La deuxième, qui en découle, insiste sur la nécessité de tenir compte d'une compatibilité entre les indicateurs environnementaux et le processus de développement. Ce qui laisse penser que le 'régime environnemental' variable d'un groupe de pays à un autre, est aussi variable en fonction du temps (dans le sens de période) pour chaque pays. Le régime, reflétant l'état de l'environnement, se détermine par l'interaction de deux axes.

V – Conclusion

La relation entre le commerce international et l'environnement écologique peut être envisagée selon au moins trois voies. La première correspond à l'étude de l'impact des politiques commerciales (libre-échange ou protectionnisme) sur la qualité environnementale. La seconde voie consiste en la détermination des effets inverses, c'est-à-dire l'incidence des mesures à but environnemental sur les échanges extérieurs. Enfin, l'ouverture commerciale est appréciée comme source de gains en revenus et de croissance économique. Lesquels garantissent le rétablissement 'systématique' de la qualité de l'environnement par l'intermédiaire de la CEK.

Cette courbe est basée sur l'hypothèse qu'au-delà d'un certain seuil un peu plus de revenu vaut toujours mieux pour la qualité de l'environnement. Et il est admis que le commerce extérieur est une condition requise à cette hausse de revenu. Toutefois, la relation libre-échange–croissance n'est pas transmissible à la qualité environnementale d'une manière automatique, surtout dans les pays en développement. Dans ces pays le 'régime environnemental' relatif devrait être d'une certaine compatibilité avec leur stade de développement. Précisément, la qualité environnementale doit être saisie, dans les PED, par polluants et par dégradation. Ces indicateurs devraient être adaptés avec toute nouvelle mutation de développement. Ils indiquent un régime environnemental évolutif.

Ceci pourrait justifier, au moins en partie, pourquoi pour les pays du Sud les résultats de validation empirique sont 'chevauchants', selon l'expression de Smuldes (2004). Quant à leur libéralisation commerciale, comme une amélioration de la qualité de l'environnement n'est pas certaine, elle a à son tour des effets de dégradation plausibles. Cependant, certains auteurs mettent l'accent sur le rôle explicite du commerce extérieur comme instrument curatif des problèmes environnementaux : «La croissance du commerce mondial entraîne une augmentation du revenu par habitant qui, à son tour, offre aux pays la faculté de consacrer une part croissante du budget national à l'environnement et les incite à le faire» (GATT, Conférence de Rio 1992).

Références bibliographiques

- ❖ Antweiler W., Copeland B. R. et Taylor M. S. (2001): « Is Free Trade Good for the Environment? », *American Economic Review* 94 (1), pp.877-908.
- ❖ Banque mondiale (1998): « Indicateurs du Développement mondial », Washington D.C.
- ❖ Barbier E. (1997): « Introduction to the environmental Kuznets curve special issue », *Environment and Development Economics* 2, pp.369-381.
- ❖ Baumol W. P. et Oates W. (1998): « The Theory of Environmental Policy », Cambridge University Press.
- ❖ Beckerman W. (1992): « Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment? », *World Development*, Vol.20 (4) ; pp.481-496.
- ❖ Beghin J., Roland-Holst D. et van der Mensbrugghe D. (1994) : « A Survey of the Trade and Environment Nexus: Global Dimensions », dans OCDE Economic Studies, N° 23 ; pp.167–192.
- ❖ Carson R. T., Jeon Y. et Mc Cubbin D.R. (1997) : « The Relationship Between Air Pollution Emissions and Income: US data », *Environment and Development Economics* (Special Issue: The Environmental Kuznets Curve), vol. 2 (4) ; pp.433-450.
- ❖ Cole M.A., Rayner A.J. et Bates J.M.(1997) : «The Environmental Kuznets Curve : An Empirical Analysis », *Environment and Development Economics*,vol.2; pp.401-416.
- ❖ Copeland B. et Taylor M. S. (2004): « Trade, Growth and the Environment », *Journal of Economic Literature* 42 (1); pp. 7-71.
- ❖ Cropper M. et Griffiths C. (1994) : « The Interaction of Population Growth and Environmental Quality », *American Economic Review* 84 (2), pp.250-254.
- ❖ Ekins P. (1997): «The Kuznets curve for the environment and economic growth: Examining the evidence », *Environmental Planning* 29; pp. 805-830.
- ❖ Fontagné L. (2001) : « Protectionnisme: l'environnement à l'OMC », lettre de CPII n° 206, Paris.
- ❖ Frankel J.A. et Rose A.K. (2005): « Is trade good or bad for the environment? Sorting out the causality », *The Review of Economics and Statistics*, 87 (1); pp.85-91.
- ❖ Gale L.R. et Mendez J.A. (1998): « A note on the relationship between trade, growth, and the environment », *International Review of Economics and Finance*, 7(1998); pp. 53-61.
- ❖ Grossman G.M et Krueger A.B.(1994): «Economic Growth and the Environment », *NBER Working Papers* n°4634,
- ❖ Grossman G.M. et Krueger A.B.(1993): « Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. In "The Mexico-U.S. free trade agreement", P. Garber, ed. Cambridge, Mass.: MIT Press.; pp.13-56.
- ❖ Hannes E. (2002): « Are Cross-Country Studies of the Environment Kuznets Curve Misleading ? New Evidence from Time Series Data for Germany », *Climate Change Modelling and Policy*, Fondazione Eni Enrico Mattei;
<http://www.feem.it/web/activ/activ.html>

- ❖ Lekakis J.N. (2000): « Environment and development in a Southern European country: which Environmental Kuznets Curves? », *Journal of Environment Planning and Management*, 43; pp.139-153.
- ❖ Meunié A. (2004): « Controverses autour de la courbe environnementale de Kuznets » *Document de travail du CED*, 107 ; Université de Bordeaux ;
- ❖ Nordstrom H. et Vaughan S., (1999) « Trade and Environment », *WTO Special Studies* 44; www.wto.org.
- ❖ O'Connor D. (1994): « La gestion de l'environnement dans les pays en voie d'industrialisation rapide : leçons tirées de l'Asie de l'Est », Centre de Développement de l'OCDE, Paris.
- ❖ OMC (1998) : « Rapport annuel », chapitre IV.
- ❖ OMC (1999) : « Commerce et environnement », dossier spécial ; Genève.
- ❖ Raghbendra J. et Whalley J. (2001): « The Environmental Regime in Developing Countries », dans "Behavioral and Distributional Effects of Environmental Policy", édité par Carlo Carraro et Gilbert E. Metcalf, The University of Chicago Press, Ltd., London; pp. 217-249.
- ❖ Rostow W.W. (1960) : « Les étapes de la croissance économique : un manifeste non communiste », éd. Seuil en 1970, Paris.
- ❖ Selden, T.M. et D. Song (1994): « Environmental Quality and Development: Is There a Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 27; pp.147-162.
- ❖ Shafik N. et S. Bandopadhyay (1992): « Economic growth and environmental quality: Time series and cross-country evidence », Background paper for the World Bank, World Development Report 1992, Washington, D.C., Oxford University Press.
- ❖ Smulders S. (2004): « Economic growth, liberalisation and the environment », *Encyclopedia of Energy*, Cutler Cleveland, Vol. 2; pp.53-64; ed. Elsevier 2004.
- ❖ Suri, V. and Chapman D. (1998): « Economic Growth, Trade, and Energy: Implications for the Environmental Kuznets Curve », *Ecological Economics*, 25 (2); pp. 195-208.
- ❖ Torras M. et J. Boyce (1998): « Income inequality and pollution: A reassessment of the environmental Kuznets curve », *Ecological Economics* 25; pp. 147-160.
- ❖ Vincent J. R., Panayotou T. and Hartwick J. M., (1997): « Resource depletion and sustainability in small open economies », *Journal of Environmental Economics and Management* 33; pp. 274-286.