

# Développement économique, Ajustement et Qualité de l'environnement: le cas de la Tunisie

HATEM MHENNI\*

Jel classification: Q250, Q320

## 1. Introduction

Il est fréquent de lire dans les écrits économiques que la notion de «croissance» économique n'est plus à même de rendre compte de l'évolution de la richesse ou du patrimoine d'un pays. Pendant un certain temps, la notion de «développement» a pris sa place dans les différents écrits ayant l'avantage d'être générale et réussissant à dépasser le contenu économique pur de la notion de croissance. Cependant, cette notion pluridimensionnelle reste assez figée dans le temps et elle ne tient pas compte de l'effet de la croissance courante sur celle future et du développement courant sur celui futur. Finalement, la notion de développement durable, soutenable ou soutenu ( par référence à l'anglais *sustainable*) a fait son apparition.

Plusieurs définitions ont été attribuées au développement durable, chacune donnant d'ailleurs un aperçu sur les soucis économiques, politiques et financiers des uns et des autres. Ainsi, pour les organismes internationaux, c'est le développement synonyme d'équilibre budgétaire, d'un taux d'endettement faible, d'une inflation réduite à son minimum, etc... Alors que pour les pays en voie de développement, la durabilité est confondue avec la stabilité du climat social. Nous retiendrons, pour notre part, la définition conventionnelle suivante : le développement durable est défini comme étant «le développement qui ne conduit pas plus tard à une baisse du bien-être social».

Cette définition nous permet de dégager une idée essentielle pour notre analyse : un déséquilibre ou un dysfonctionnement courant ne se répercute pas uniquement sur le déroulement immédiat des choses, mais il peut avoir une in-

### Résumé

Les contours ainsi que le contenu exact d'une théorie macroéconomique de l'environnement restent à ce jour flous. Les tentatives récentes de formalisation des liens existant entre le développement économique et la qualité de l'environnement ont permis de mettre en chantier un certain nombre de projets de recherche, à priori, fort intéressants. Un des domaines de recherche le plus connu est sans nul doute celui de l'étude, de ce qui a été convenu d'appeler le phénomène de la courbe en U de Kuznets. Dans ce travail, notre objectif est de présenter et analyser ce phénomène dans le cadre général, puis d'essayer de le vérifier dans le cadre d'une petite économie en voie de développement, celle de la Tunisie, qui fait de la question environnementale une de ses priorités politiques, mais aussi de développement économique.

### Abstract

*Neither the frontiers nor the exact content of a macroeconomic theory of the environment are well established nowadays. The recent attempts in the field of the formalization of the existing links between the economic development and the quality of the environment allowed to launch some interesting research projects. One of the most known approaches is the study of what is known nowadays as the phenomenon of the Kuznets' U shaped curve.*

*This paper is designed to present and analyse this phenomenon in the general framework, then to apply it empirically to the case of one small open underdeveloped economy (Tunisia) where the environmental question is prioritised politically and economically.*

fluence négative aussi bien dans le moyen que dans le long terme. Les exemples qui étayent cette affirmation sont nombreux et vont de la surexploitation des ressources naturelles comme l'eau, le pétrole, le gaz... jusqu'à la dégradation de l'environnement (l'eau, la terre, l'air, les plantes...). Cette définition nous permet aussi d'apprécier le caractère universel d'une telle problématique. L'environnement n'est donc pas plus un problème de pays riches qu'un problème de pays pauvres. Le souci des uns doit coïncider avec les efforts des autres et l'effort des uns doit coïncider

avec les efforts des autres, malgré les écarts quant aux degrés de développement. En d'autres termes, personne ne peut affirmer aujourd'hui qu'à cause de leur développement économique plus élevé, certains pays rencontrent des difficultés liées à la baisse de la qualité de leur environnement (qu'il faudra définir aussi), plus aiguës que celles que pourrait rencontrer un pays moins développé<sup>1</sup>.

Comme la plupart des PVD, la question de la qualité de l'environnement n'a commencé à se poser en Tunisie qu'assez récemment. Plusieurs raisons expliquent cet «engouement» soudain pour ce secteur. Nous exposerons dans ce qui suit celles ayant l'aspect économique comme toile de fond :

- L'ouverture de l'économie tunisienne vers l'extérieur et le dynamisme relatif du secteur des exportations peuvent bénéficier d'un coup de pouce si nos industriels tiennent compte dans leur processus productif des normes environnementales imposées ou suivies, par ailleurs, dans les marchés extérieurs.

\* Ecole Supérieure des Sciences Economiques et Commerciales (ES-SEC) de Tunis, Tunisie

<sup>1</sup> Lire à ce propos l'article de Frances Cairncross (1992) : « The freedom to be dirtier than the rest ». *The Economist* (Londres).

- L'adoption d'un cadre législatif clair et strict dans le domaine de l'environnement peut influencer positivement sur les investissements directs étrangers, surtout parmi les projets environnementaux. Certains avantages peuvent être trouvés dans le phénomène de délocalisation.
- La Tunisie espère bénéficier en faisant ce choix de conditions plus souples pour permettre le transfert de technologies «propres».
- Elle espère aussi pouvoir bénéficier prioritairement de certains emprunts, aides ou dons qui sont conditionnés à n'être utilisés que dans des projets liés directement ou indirectement à l'amélioration de la qualité de l'environnement.
- La Tunisie espère aussi anticiper et se préparer aux prochains accords de l'OMC qui auront pour thème principalement les normes internationales de qualité qui tiendront elles-mêmes compte de plus en plus des aspects ou des contraintes environnementales.

Pour toutes ces raisons, de grands efforts ont été déployés en Tunisie pour que la qualité de l'environnement ne soit pas ternie à cause du souci des performances économiques. Ainsi, une panoplie de mesures a été mise en place permettant de créer un cadre législatif, administratif, associatif et financier adéquat. A ce propos, nous citerons la création d'un ministère de l'environnement, d'une agence nationale de protection de l'environnement,...

L'objet de notre étude sera de vérifier empiriquement l'existence d'un lien entre l'évolution économique en Tunisie et la qualité de l'environnement estimée par un indice que nous avons construit. Nous cherchons, ainsi, à comprendre l'opportunité d'une telle démarche dans le cas d'un PVD, puisque ce genre de relations n'a été vérifié que dans le cas des pays développés. Nous tenterons de comprendre aussi les particularismes environnementaux des PVD et leur impact sur les hypothèses théoriques initiales. L'universalité de ces modèles fera donc l'objet d'une discussion dans ce travail.

## 2. Développement économique et environnement ; quelques repères théoriques et un modèle pour la Tunisie

La théorie économique présente une panoplie d'instruments analytiques permettant d'étudier le meilleur moyen de satisfaire les besoins illimités de l'homme malgré des ressources qui sont rares. Pendant longtemps, cette rareté excluait de fait des biens comme l'air ou l'eau. Leur disponibilité leur confère un caractère «à part» dans le panier du

consommateur. L'évaluation marchande de tels biens pose, jusqu'à nos jours, des difficultés non encore aplanies pour les planificateurs ou pour les négociateurs<sup>3</sup>. Cet état de fait se répercute nécessairement sur la valeur marchande de leur détérioration partielle ou totale, d'où les difficultés de la théorie économique à répondre à certaines questions posées par les problèmes environnementaux.

Les développements récents de cette théorie, notamment grâce à la théorie des choix publics et certains outils analytiques tels que la théorie des jeux, ont permis de remédier, un tant soit peu, à certaines lacunes et au développement de certains courants de pensée ayant pour thèmes communs l'environnement. Nous ne pouvons pas dire, cependant, qu'un paradigme est né autour de ces pensées qui restent éparpillées, mais le terme cohérence est peut-être le plus approprié pour expliquer le grand nombre d'interfaces qui existent entre les différentes idées dans ce domaine<sup>4</sup>.

Au niveau macroéconomique, une idée de base s'est dessinée ; c'est celle de l'existence d'une relation en «U» entre le niveau de développement économique d'un pays et la qualité de son environnement (IQE). En d'autres termes, un pays qui se développe crée les conditions d'une détérioration accrue de son environnement qui ne se stabilise (ou ne s'inverse) que si un niveau minimum de revenu est atteint. Cette constatation empirique, vite érigée en une vérité théorique, nécessite cependant que l'on s'y attarde un instant. En effet, plusieurs questions peuvent venir à l'esprit. Est-ce que le seuil (relatif à l'IQE le plus bas) est le même pour tous les pays ? Est-ce que ce seuil en termes de revenu est aussi le même ou non ? Peut-il y avoir d'autres phases intermédiaires en plus des deux précitées ? La vitesse de la baisse de l'IQE, dans sa première phase, est-elle uniforme ? Qu'en est-il de la deuxième phase lorsque l'IQE augmente et le revenu aussi ? La forme de la relation est-elle inéluctable ou doit-elle «quelque chose» à une intervention externe ?

Une autre constatation importante liée à cette idée est que le pays en question doit être ou doit vérifier une condition importante, c'est-à-dire avoir une croissance positive sur plusieurs périodes (appartenir au cercle vertueux de la croissance), sinon l'effet sur l'IQE peut suivre des chemine-ments imprévus comme le montre Karshenas (1992).

Les interactions entre l'environnement et l'activité économique sont nombreuses et elles ne concernent pas seulement l'impact des politiques économiques sur l'environnement. D'après Karshenas, le graphique 1 représente les différents types de liens qui peuvent exister entre un indice de la qualité de l'environnement, noté z, d'un pays

<sup>2</sup> Lire à ce propos les annexes du fascicule édité par le Ministère de l'environnement et de l'aménagement du territoire et la coopération technique Tuniso-Allemande (GTZ) : Les instruments économiques dans le domaine de la protection de l'environnement, une nouvelle approche de la gestion de l'environnement.

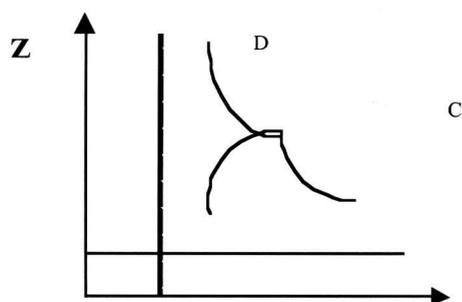
<sup>3</sup> Voir le dossier Environnement, dans la revue BIOFUTUR, n°167 de Mai 1997. « Les ressources en eau » par Patrick Philipon, p.14 à 26. Ou encore l'article de Max Falque : « la puissance publique ; garante ou destructrice de l'environnement ». Journal des Economistes et des Etudes Humaines. Vol.2, N°1. Mars (1991). P :103-122.

<sup>4</sup> Rolf-Ulrich Sprenger (1994). Article tiré du mensuel allemand Gewerkschaftliche Monatschete (Dusseldorf) et repris et traduit en Français par la revue Problèmes Economiques, n°2407 du mois de janvier 1995, sous le titre : « Croissance économique et protection de l'environnement ; les thèses en présence ».

représenté sur l'axe vertical et l'activité économique représentée par l'output  $q$  sur l'axe horizontal. Ces deux variables sont mesurées par habitant.

Comme le montre le graphique pré-cité, il y a ce que l'auteur appelle les «dangers-zones» en termes économiques et environnementaux ; une planification économique prudente mène vers un  $q > q^0$  pour éviter la paupérisation et les conflits sociaux, de même il faut un  $z > z^0$  pour éviter de graves problèmes de l'environnement. Cependant, ces limites peuvent être approchées ou même touchées.

Graph. 1. Liens entre l'indice de qualité de l'environnement et l'activité économique



A partir du point A, par exemple, le passage vers B est synonyme d'une baisse de l'indice de la qualité de l'environnement ( $z$ ) et celui de la production ( $q$ ). Ce sont ces caractéristiques d'«une économie technologiquement en état de stagnation, où il y a baisse des investissements et du stock de capital et une croissance démographique élevée qui l'oblige à recourir à ses stocks de ressources naturelles pour survivre» Karshenas (1992). Comme certains auteurs le montrent, un nombre non négligeable de pays risquent de se retrouver dans cette situation.

Une autre trajectoire alternative va de A vers C. Dans ce cas, l'IDE tendra à baisser au départ, pour permettre à l'activité économique de créer une base à la croissance (par exemple, les Philippines). Cette dégradation de l'environnement prend la forme d'une surexploitation des ressources naturelles et de la pollution accentuée de l'air et de l'eau.

Enfin, une dégradation intensive de l'environnement peut mener vers une trajectoire de type AB. Pour éviter une telle situation, plusieurs solutions peuvent être envisagées, selon les problèmes posés. Par exemple, pour la Tunisie, la surexploitation de l'eau entraîne une baisse des réserves qui, si elles sont rationnellement utilisées, aboutirait à une moindre utilisation dans le secteur agricole d'où une baisse probable de la production dans ce secteur et donc, une baisse de la production nationale.

Ainsi, l'économique et l'environnemental sont des systèmes qui interagissent continuellement et les influences mutuelles commencent à peine à être déchiffrées. Depuis longtemps, l'analyse macroéconomique ne s'est préoccupée que des problèmes d'investissement, de fiscalité, d'échange

extérieur et d'épargne en prenant le risque de faire naître un biais environnemental ou anti-vert dû au fait que ces dernières considérations sont généralement «omisées» dans les travaux. Nous savons aussi que l'environnement est un problème beaucoup plus complexe qu'une simple question de déficit fiscal, comme les économistes ont tendance à le cantonner.

De nombreuses études relatives à des PVD montrent qu'il existe une interaction positive entre la réduction de la pauvreté, l'amélioration de l'environnement et la croissance économique. Remarquons, cependant, qu'un tel scénario «win-win» peut facilement se transformer en un scénario «lose-lose» si les choses ne prennent pas le sens que l'on souhaite. Le passage d'une dynamique vicieuse à une autre vertueuse de la relation macroéconomique entre l'environnement et l'activité peut être atteint dans certains pays si les voies traditionnelles de la croissance sont poursuivies.

Dans la perspective AC du graphique précédent, nous trouvons l'idée de base défendue par Hettige, Lucas et Wheeler (1992). En effet, pour ces derniers, la relation entre le développement économique et l'environnement doit exhiber nécessairement une forme en U expliquant une dégradation environnementale initiale due à la croissance économique, puis lorsqu'un seuil critique est atteint, la courbe se redresse reflétant une amélioration de la situation environnementale. Des vérifications empiriques nombreuses sont venues confirmer cette idée. Nous pensons en particulier à Selden et Song (1994) et Grossman et Krueger (1995). Leurs études sont fondées sur des équations à formes réduites qui tentent de quantifier l'effet net du revenu annuel par habitant sur l'environnement.

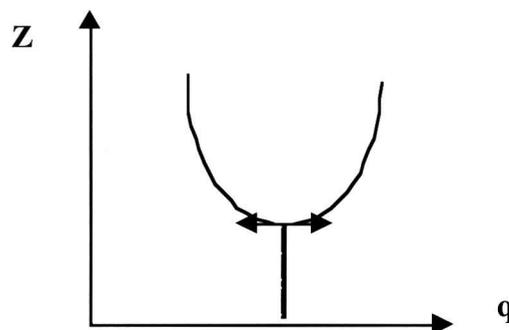
L'équation la plus testée présente la forme suivante:

$$Z_{it} = \beta_0 + \beta_1 Y_{it} + \beta_2 Y_{it}^2 + \beta_3 X_{it} + \mu_{it}$$

où  $Z_{it}$  représente un indice de la qualité de l'environnement pour un pays  $i$  à un instant  $t$ . Cet indice peut être composite, comme il peut représenter un seul facteur lié, par exemple, à la pollution.  $Y_{it}$  représente le revenu annuel moyen par habitant.  $X_{it}$  représente un vecteur incluant d'autres variables explicatives du modèle.

C'est donc une équation de la forme  $Z_{it} = F(Y_{it})$  que l'on teste en définitive. En particulier, il est important de savoir comment évolue le rapport  $\delta Z_{it} / \delta Y_{it}$ .

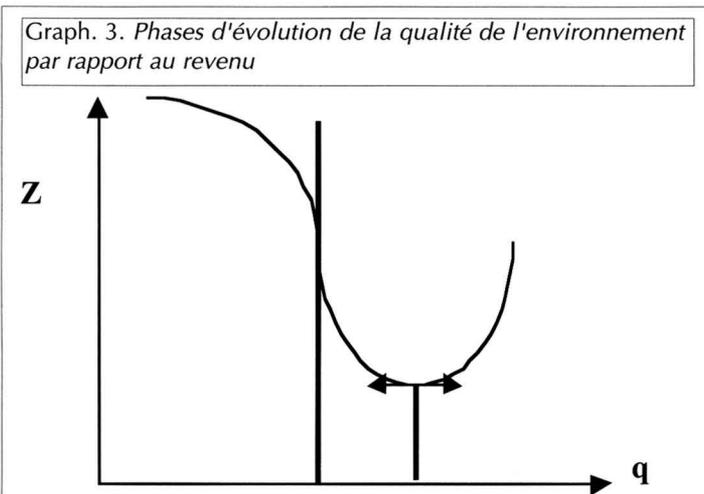
Graph. 2. Courbe de possible relation entre le développement économique et environnement



Dans ce cas, nous avons  $\delta Z_{it} / \delta Y_{it} = \beta_1 + 2 \beta_2 Y_{it}$ , de même que le seuil critique est atteint pour  $\delta Z_{it} / \delta Y_{it} = 0$ . La valeur correspondante à ce seuil est  $Y_{it}^* = -\beta_1 / 2 \beta_2$  qui est nécessairement positive, ce qui suppose que  $\beta_1$  et  $\beta_2$  soient de signes opposés.

Comme N.Hechler (1995) le note, cette théorie ne nous dira jamais si ce résultat est vérifiable quel que soit le lieu et le moment ou bien s'il est nécessaire que des politiques appropriées soient adoptées pour l'atteindre. Dans ce cas, qu'est ce qui empêcherait une amélioration sensible de la situation environnementale avant que ce seuil critique ne soit atteint ? Et qu'en est-il des PVD dont l'action par rapport à la protection de l'environnement est significative ? Pouvons-nous donc envisager une dissociation entre résultat économique et résultat en termes de qualité de l'environnement ?

Dans cet ordre d'idée, il est utile de rappeler que des études récentes tendent à montrer qu'en réalité, il existe non pas deux mais trois phases d'évolution de la qualité de l'environnement par rapport au revenu. Des travaux statistiques récents sur un panel de pays (Grossman et Krueger (1995) ou encore Taskin



et Zaim (2000)) montrent qu'il peut exister des phases de décroissance distinctes ; une, rapide, vérifiée dans une première phase, suivie par une autre, moins rapide, lors de la deuxième phase. Le graphique 2 devient alors :

Dans la première phase, la baisse de l'IQE consécutive à l'augmentation du revenu est de plus en plus importante. La dégradation de l'environnement due à la croissance économique est de plus en plus notable. Ceci peut s'expliquer par le fait que lorsque le revenu par habitant est faible, comme dans le cas des pays les plus pauvres, le souci environnemental est occulté par la recherche de la croissance, qui constitue le principal objectif des politiques économiques. A cette phase succède une deuxième caractérisée par un ralentissement de la dégradation de l'environnement même lorsque le revenu augmente. Cet état de fait peut s'expliquer par la prise de conscience par les pays, à tranche de revenu intermédiaire, du problème environnemental. Cette prise de conscience peut prendre la forme d'efforts financiers alloués aux domaines de

l'épuration de l'eau ou de l'air, de subventions ou de la création de structures qui se chargent de ces dossiers. Elle peut prendre aussi la forme de nouvelles dispositions fiscales imposant à certains pollueurs de payer une taxe, selon le principe du «pollueur-payeur» ou d'une variante d'un tel principe.

Quelle que soit sa forme, un effort visant à faire baisser la vitesse de dégradation de l'environnement doit se faire sentir par rapport à un non-effort et ceci pourrait, cette fois-ci, être appréhendé par cette nouvelle équation à estimer :

$$Z_{it} = \beta_0 + \beta_1 Y_{it} + \beta_2 Y_{it}^2 + \beta_3 Y_{it}^3 + \beta_4 X_{it} + \mu_{it}$$

Dans ce cas, le point d'inflexion caractérisant la fin de la première phase et le début de la seconde doit vérifier la condition suivante:  $\delta^2 Z_{it} / \delta Y_{it}^2 = 0$  ce qui correspond à une valeur du revenu par habitant, nécessairement positive, égale à  $(-\beta_2 / 3 \beta_3)$ . Pour cela, il faut donc que  $\beta_2$  et  $\beta_3$  soient de signes opposés.

### 3. Vérifications empiriques pour le cas de la Tunisie

La Tunisie est un pays en voie de développement dont le revenu annuel moyen par habitant, à la fin des années 90, ne dépasse pas les 4000\$ (en PPA), assez loin donc des 8000\$ trouvés par Selden et Song(1994), caractérisant la limite inférieure de la courbe en U. Ainsi, la Tunisie se positionnerait théoriquement dans la phase où l'accroissement du revenu entraînerait, plutôt, une dégradation de l'environnement.

Plusieurs autres indices privilégieraient cette supputation de départ. En effet, les voies de la croissance empruntées par la Tunisie, jusqu'à maintenant, se fondent sur des bases connues, à savoir les cultures irriguées en agriculture, l'industrie de la confection et des engrais chimiques et le tourisme. Pratiquement, toutes les branches économiques ont un pouvoir destructeur certain sur l'environnement.

Cependant, une politique volontariste caractérisée par une recherche réelle à contrecarrer ces aspects négatifs a été entreprise depuis la fin des années 80. Elle est fondée aussi bien sur la promulgation de nouvelles lois pour la protection de l'environnement, que sur la création de nouvelles structures de contrôle ou sur des campagnes, tous azimuts, de sensibilisation (à travers les moyens de communication, les écoles et les lycées, les associations,...). Un gros effort financier a été alloué à l'amélioration de la qualité de l'environnement, sans que cela soit fondamentalement et directement lié à la richesse du pays, qui, comme nous l'avons souligné auparavant, reste faible. C'est pourquoi l'étude du cas tunisien pourrait nous permettre d'avoir des éclaircissements supplémentaires sur la nature de cette relation en U, en confirmant peut-être, la deuxième version que nous avons proposée.

Pour répondre à ces interrogations, nous allons commencer par présenter une étude des problèmes méthodologiques et conceptuels liés au calcul d'un indice de la qualité de l'environnement en Tunisie. Nous proposerons, dans ce cadre, d'établir des critères nous permettant de calculer l'I.Q.E., puis d'étudier l'évolution de cet indice à travers le temps.

Ensuite, nous allons essayer de montrer qu'il existe un lien significatif entre l'évolution de cet indice et la variable «revenu annuel moyen». Le pouvoir explicatif de cette variable sera testé par rapport à chacun des indices de l'environnement dans un premier temps, puis par rapport à un indice composite de la qualité de l'environnement. Nous terminerons en vérifiant les deux versions du modèle pour finir par les comparer.

Evaluer ou quantifier un tel indice nécessite au préalable de déterminer les principaux facteurs qui ont un impact sur l'environnement. Or, si l'on veut tenir compte de tous ces facteurs, nous nous apercevrons rapidement qu'ils sont aussi nombreux qu'hétéroclites. Nous allons aussi comprendre que l'impact de ces facteurs sur l'environnement peut être tant direct qu'indirect et par conséquent, il faudrait peut-être penser à les ordonner selon un critère ou une échelle prédéterminée. Aussi bien les facteurs les plus importants à retenir que les critères de leur sélection diffèrent d'un pays à l'autre et particulièrement, d'une région à l'autre ou d'un degré de développement à l'autre.

Si quelques-uns des facteurs retenus par Shafik et Bandyopadhyay (1992) sont choisis dans notre étude, c'est parce que nous pensons qu'ils répondent à des critères importants que sont la diversité et l'universalité. En effet, les indicateurs qui seront retenus doivent toucher la dégradation de l'air, de l'eau ainsi que du sol. De même, ces éléments doivent pouvoir être comparés avec leur évolution dans d'autres pays. Par conséquent, les indicateurs que nous avons choisis pour déterminer l'évolution de la qualité de l'environnement du pays sont les suivants<sup>5</sup> :

1. Les émissions de gaz carbonique dans l'air (notées par  $ICO_2$ ) ont un effet dégradant sur l'air. Les sources de ces émissions sont aussi bien les industries que les véhicules. Les statistiques utilisées représentent le volume des émissions industrielles de  $CO_2$  (Kt).
2. La consommation d'énergie (Iceng) pourrait avoir un double impact négatif sur l'environnement, le premier, indirect, en termes d'exploitation d'une ressource rare. Le deuxième, direct, en termes de pollution de l'air ou de la mer ou de l'environnement immédiat des utilisateurs et même des producteurs de cette énergie. Les données utilisées sont calculées en équivalent kg pétrole par habitant.
3. La consommation de fertilisants (Icfert). Celle-ci a un effet dégradant sur le sol et donc sur la productivité de la terre à moyen et long terme. Elle joue aussi un rôle non négligeable dans la contamination de la nappe phréatique. Cette variable est calculée en 100 grammes par hectare de terre cultivable.
4. Le nombre de véhicules en circulation par millier d'habitants (Invph) est un indicateur de la pollution potentielle générée par l'utilisation de véhicules de transport quelle que soit leur nature.

Dans ce qui suit, nous nous proposerons, tout d'abord, d'é-

tudier l'évolution, au cours du temps et par rapport à la croissance économique, de chacun de ces indicateurs. Ensuite, notre travail consistera à étudier l'effet de la variation du revenu annuel moyen tunisien sur un indicateur composite de la qualité de l'environnement qu'il faudra calculer ou plutôt estimer au préalable.

Vu que le niveau de vie de la population s'est sensiblement amélioré pendant la période étudiée, puisque le niveau du PIB par habitant a fortement augmenté, il faut alors s'attendre à ce que les variations des indicateurs choisis suivent une orientation proche de celle des pays dont la rapide croissance économique s'accompagne d'une détérioration au moins aussi rapide des indicateurs environnementaux. De là, nous pouvons trouver des explications, par exemple, à l'augmentation de la consommation d'énergie par habitant, à la consommation de fertilisants ou encore aux émissions de  $CO_2$  dans l'air, bien que cette évolution puisse entraîner, en même temps, une amélioration du pourcentage des foyers ayant accès à l'eau salubre ou encore aux réseaux d'assainissement.

Il est ainsi remarquable de voir que les quatre indicateurs de «pollution» tendent à avoir un même trend positif. Ce qui nous permet de confirmer l'existence d'une tendance vers la baisse de la qualité de l'environnement au cours de la période étudiée (80/97).

Le seul indicateur qui échappe à cette règle est celui de la consommation de fertilisants, mais dans ce cas, l'explication que nous pouvons avancer de la baisse, dans certaines années, de cet indicateur est que le déficit pluviométrique a empêché les agriculteurs d'utiliser les fertilisants<sup>6</sup>.

Il serait intéressant aussi d'étudier la relation qui peut exister entre chacun de ces indicateurs et le PNB par habitant (noté PNBH). Pour cela, nous avons fait les régressions qui sont résumées dans le tableau suivant, la méthode utilisée étant celle de MCO et l'équation testée étant du type :

$$IVar_j = \text{Constante} + \beta_1 \text{PNBH} + \beta_2 (\text{PNBH})^2 + \beta_3 \text{Dummy}_{87} + \mu$$

Où  $IVar_j$  représente un des indices de la qualité de l'environnement retenus.

PNBH représente le produit intérieur brut par habitant calculé en \$ de l'année 1995.

$\text{Dummy}_{87}$  représente une variable qui prend la valeur 1 à partir de 1988, qui correspond à la date de la mise en application du programme d'ajustement structurel, le PAS, et zéro avant cette date.

Le tableau 1 montre que le modèle retenu est inégalement satisfaisant. Il l'est, par exemple, pour les variables «émissions de  $CO_2$ » et «consommation de fertilisants» et il l'est moins pour les deux autres variables, ce qui sous-entend l'existence d'autres variables explicatives qui n'ont pas été testées ici.

En ce qui concerne les modèles retenus, une différence importante subsiste, puisque la courbe ne semble pas la même ; elle est linéaire par rapport au PNB par habitant dans le cas de l'émission de  $CO_2$  et quadratique en ce qui concerne la relation entre la consommation de fertilisants et la variable explicative. Il semble même, puisque le signe du coefficient de PNBH2 est positif, que l'évolution de cet indicateur se fasse à un rythme encore plus élevé que celui du PNBH. La pollution par les fer-

<sup>5</sup> Les statistiques en notre possession sont de l' "International Bank for Reconstruction and Development. The World bank. Socio-economic time series access and retrieval system. World Data 2000".

<sup>6</sup> Un tel résultat aurait été plus nuancé si nous avions des statistiques sur l'avancée du désert dans le sud tunisien dont une des causes principales est la sécheresse.

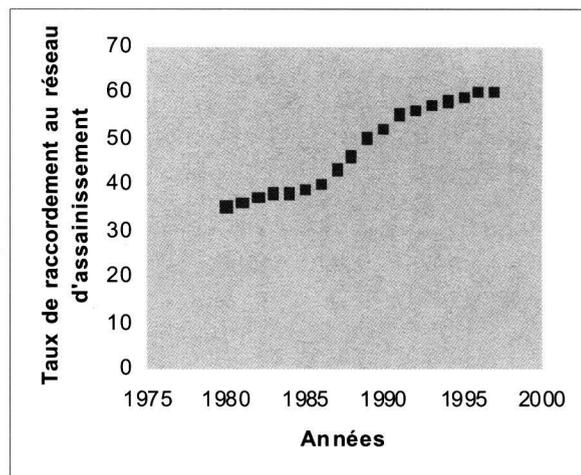
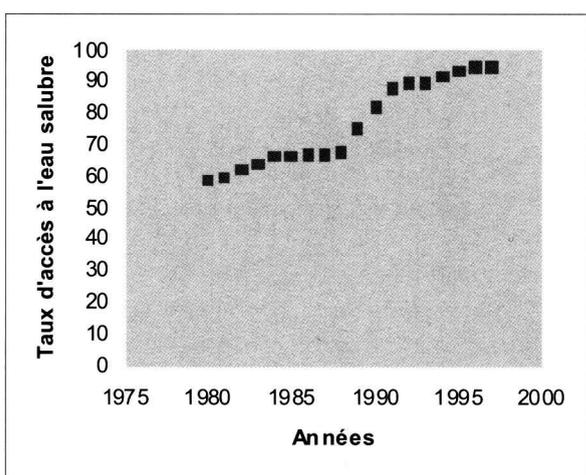
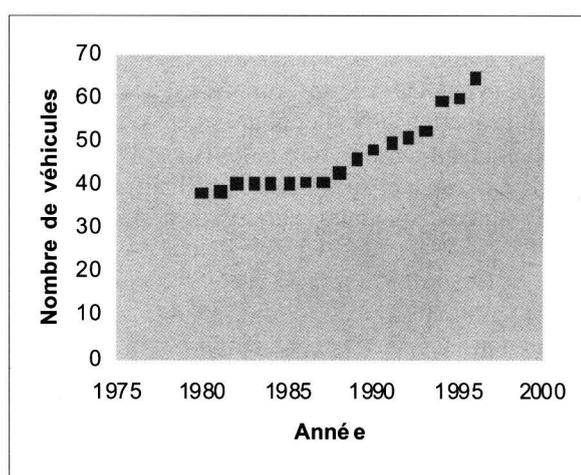
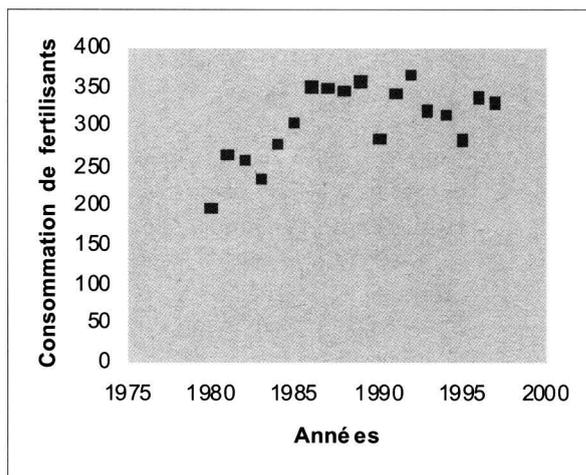
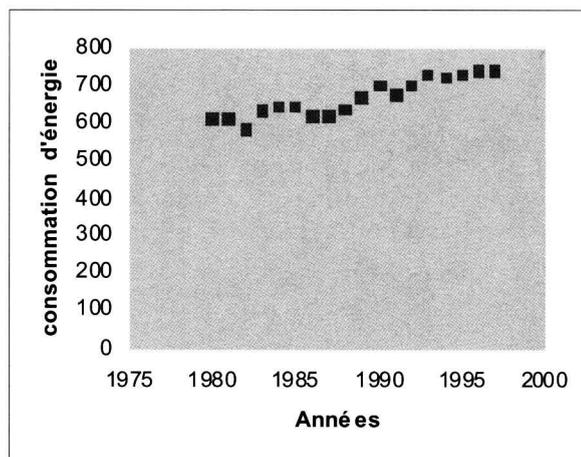
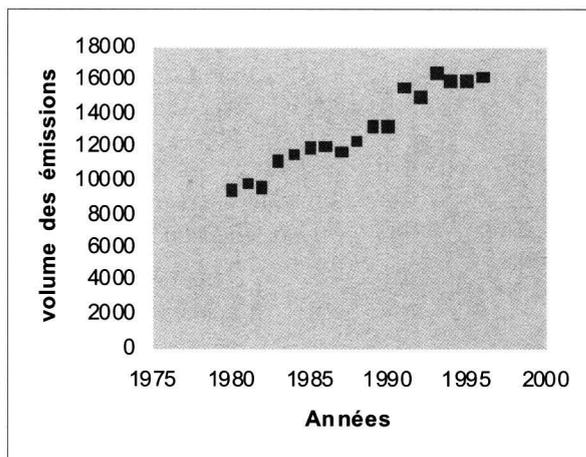
tilisants risque d'avoir des répercussions négatives exponentielles. Plus particulièrement, nous pouvons dire que le PNBH semble être un facteur significatif dans l'explication de l'évolution des indicateurs choisis.

Une augmentation du PNBH de 10\$ par an a entraîné une augmentation de l'indice ICO2 de 1.36, pendant la période étudiée. Mais elle a entraîné aussi une augmentation quasi-équivalente (1.33) du nombre de véhicules en circulation par millier d'habitants,....

Pour pouvoir calculer un indice composite de la qualité de l'environnement en Tunisie, nous avons adopté la méthode suivante : dans un premier temps nous avons choisi une année de base par rapport à laquelle tous les indices seraient calculés. Cette année est 1980, donc l'année de départ de la période étudiée. L'indice est égal à 100 pour chacun des indicateurs de l'environnement en 1980. Il l'est aussi pour notre indice de la qualité de l'environnement. La formule, simple, qui nous a permis de calculer ce dernier indice est la suivante :  $I.Q.E t/to = 4/(I_{co2} t/to + I_{fert} t/to + I_{eng} t/to + I_{vph} t/to)$ .

L'évolution positive de ces quatre indicateurs produit un effet négatif sur la qualité de l'environnement.

La période qui sera étudiée est celle allant de 1980 à 1997, puisque les recoupements faits à partir de nos données ne nous



permettent pas pour le moment d'aller plus loin.

L'évolution de l'IQE par rapport au temps, durant la période indiquée ci-haut, est décroissante, bien qu'elle semble heurtée, comme le montre le graphique suivant. Ceci veut dire que la qualité de l'environnement s'est dégradée selon les critères cités plus haut. Les rares situations d'amélioration s'expliquent par l'évolution de la consommation de fertilisants qui elle explique par le niveau pluviométrique. Paradoxalement, une année de sécheresse est synonyme, selon nos critères, d'une amélioration

Tab. 1. Coefficients de régression des indicateurs de l'environnement per PIBH

	le Co2	lceng	lcfert	lnvph
Constante	-109.31 (-3.310)*	73.429 (15.3)*	660.84 (3.099)*	-110.373 (-3.919)*
PNBH	0.136 (6.736)*	1.073 E-05 (5.994)*	-0.565 (-2.473)*	0.133 (7.689)*
PNBH <sup>2</sup>	-	-	1.492 E-04 (2.426)**	-
Dummy <sub>87</sub>	18.197 (3.347)*	4.197 (2.026)**	39.337 (4.602)*	8.954 (2.017)*
R <sup>2</sup> aju.	0.888	0.851	0.669	0.918
F	64.433	49.713	12.439	91.113
DW	2.107	1.448	1.930	1.586
N	17	18	18	18

Les chiffres entre parenthèses représentent les t de Student.  
Avec \* significatif à 1%, \*\* significatif à 5% et \*\*\* significatif à 10%.

de la qualité de l'environnement.

Nous avons aussi testé économétriquement, par la méthode MCO, l'équation suivante, pour tenter de trouver le type de relation qui peut exister entre le PNBH et l'IQE :

$$IQE = \text{Constante} + \beta_1 \text{PNBH} + \beta_2 (\text{PNBH})^2 + \beta_3 \text{Dummy}_{87} + \mu$$

Le résultat auquel nous aboutissons est le suivant :

$$IQE = 56.991 + 2.221 \text{ E-05} (\text{PNBH})^2 + 13.741 \text{ Dummy}_{87}$$

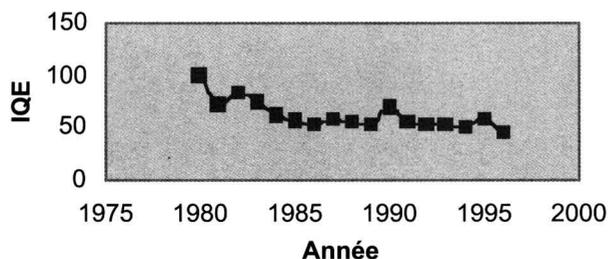
$$(5.166)^* \quad (5.335)^* \quad (3.429)^*$$

avec D-W= 2.088      R<sup>2</sup>aju. = 0.883      F= 61.515

ce qui nous suggère les commentaires suivants :

- la «disparition» de la variable (PNBH) de la fonction estimée

Graph. 4. Indice composite de la qualité de l'environnement en Tunisie



montre que, dans le cas de l'indice composite de la qualité de l'environnement, la forme linéaire ne peut être retenue.

- La forme est donc quadratique. Ce qui signifie qu'il existe une forte dégradation de l'environnement (selon les critères retenus) par suite de l'augmentation du PNBH. La Tunisie se positionnerait, théoriquement, encore dans la phase 1 de décroissance du graphique 3.
- La variable dummy est aussi importante que la variable PNBH<sup>2</sup>, son signe est positif soulignant l'impact négatif du programme d'ajustement structurel sur l'environnement. En effet, ce programme a été synonyme d'accroissement de la

production industrielle, agricole, touristique et minière pour les besoins de la consommation domestique et/ou externe. La croissance élevée de l'après PAS a, semble-t-il, eu un prix que nous avons eu tendance à oublier, obnubilés par notre réussite macroéconomique, c'est la dégradation de plus en plus poussée de l'environnement.

## References

Andreoni, J. et Levinson, A. (1998): "The simple analytics of the environmental Kuznets curve". NBER Working Papers, N°6789.

Bandyopadhyay, S. et Shafik, N. (1992): "Economic growth and environmental quality". Working Papers. Policy Research. WPS 1672.

Bradford, D.F. et Schlieckert, R. et Shore, S.H. (2000): "The environmental Kuznets curve: exploring a fresh specification". NBER Working Papers, N°8001.

Dasgupta, S. et Mody, A. et Roy, S. et Wheeler, D. (1995): "Environmental regulation and development: a cross-country empirical analysis". Working Papers. Policy Research. WPS 1448.

Ederington, J. et Levinson, A. (2003): "Footloose and pollution-free". NBER Working Papers, N°9718.

Grossman, G. et Krueger, A. (1995): "Economic growth and the environment". Quarterly Journal of Economics, N°110(2). pp:353-377.

Harbaugh, W. et Levinson, A. et Wilson, D. (2000): "Reexamining the empirical evidence for an environmental Kuznets curve". NBER Working Paper, N°7711.

Hettige, H. et Lucas, R. et Wheeler, D. (1992): "The toxic intensity of industrial production: global patterns, trends and trade policy". American Economic Review. Papers Proceedings, 82, pp:478-481.

Hettige, H. et Muthukumara, M. et Wheeler, D. (1997): "Industrial pollution in economic development : Kuznets revisited". Development Research Group. World Bank.

Hilton, H.F. et Levinson, A. (1998): "Factoring the environmental Kuznets curve: evidence from automotive lead emissions". Journal of Environmental Economics and Management. N°35. pp:126-141.

Kahn, E.M.(1998): "A household level environmental Kuznets curve". Economics Letters . N°59. pp:269-273.

Selden, T. et Song, D. (1994): "Economic growth and environmental quality : is there a «kuznets» curve for air pollution emissions?". Journal of Environmental Economics and Management. N°27. pp:147-162.

Taylor, L. (1996): "Sustainable development: an introduction". World Development. Vol.24, N°2. pp:215-225.

Taskin, F. et Zaim, O. (2000): "Searching for a Kuznets curve in environmental efficiency using kernel estimation". Economics letters. N°68. pp:217-223.

Ulph, A. (1996): "Environmental policy and international trade when governments and producers act strategically". Journal of Environmental Economics and Management. Vol.30.pp:265-281.