

# Changements démographiques, accumulation du capital humain et dépenses de santé : une analyse empirique\*

Bity DIENE

Université Louis Pasteur, Strasbourg 1<sup>†</sup>  
Bureau d'Economie Théorique et Appliquée (BETA)

Janvier 2004

## Résumé

La dynamique de la population est un élément essentiel pour mieux comprendre le problème du développement. Les grands changements démographiques qui sont survenus ces derniers siècles attirent l'attention sur l'importance des "trends" démographiques sur la croissance économique. Dans cette optique, la santé a un rôle fondamental à jouer dans l'amélioration de la productivité de la population et de son bien-être.

L'objet de ce papier est d'étudier empiriquement l'effet des changements démographiques (espérance de vie, dépenses de santé, mortalité infantile), du capital humain (taux de scolarisation), des facteurs économiques (PIB) et d'autres indicateurs de contrôle sur le taux de croissance. L'analyse est menée sur des données de Panel au niveau des pays, sur la période allant de 1960 à 2000. nous utilisons un modèle semi-paramétrique additif généralisé (GAM).

Les résultats d'estimation montrent que les dépenses de santé ont un impact positif et significatif sur le taux de croissance du PIB par habitant, l'espérance de vie à la naissance a un effet positif et significatif sur le taux de croissance du PIB par habitant pour l'ensemble de l'échantillon alors qu'elle n'est pas significative pour les pays de l'OCDE. Finalement, le taux de mortalité infantile affecte négativement le taux de croissance dans l'échantillon des pays de l'OCDE alors qu'elle apparaît non significative pour l'ensemble des pays.

---

\*Je remercie Raouf Boucekkine, Théophile Azomahou, Phu Nguyen Van et Mbaye Diene pour leurs précieux conseils. Je reste seule responsable des éventuelles erreurs.

<sup>†</sup>61 avenue de la Forêt Noire Tél. : (33) 03 90 24 20 69 Fax : (33) 03 90 24 20 70

# 1 Introduction

Les pays qui ont connu des progrès notables en termes de niveau de vie et dans la lutte contre la pauvreté n'ont pas seulement mis l'accent sur l'aspect quantitatif de la croissance mais également sur son aspect qualitatif; ils ont amélioré la santé, l'éducation et l'emploi de leurs populations.

Selon le rapport sur le développement humain de 1996, rédigé par le programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), tandis que 21 % des habitants des pays en voie de développement se trouvent en-dessous du seuil de pauvreté en terme de revenus, 37 % souffrent de pauvreté en termes de capacités humaines. *”Des progrès à court terme sans le développement humain sont possibles, mais ils ne seront pas durables sans une croissance ultérieure. A l'inverse, une croissance économique n'est pas durable sans développement humain.”*, affirme Richard Jolly, conseiller spécial du directeur du PNUD. ”

Même si le rôle de l'éducation dans la croissance a été discuté dans la littérature depuis longtemps, (Uzawa (1961), repris par Lucas (1988)), le rôle précis et non-exogène de la démographie et ses corollaires (capital santé par exemple) dans la croissance et les inégalités n'a été que très récemment abordé.

D'une part, en réduisant radicalement l'espérance de vie dans de nombreux pays d'Afrique et avortant de fait tout espoir de reprise économique dans le court- moyen terme dans ces pays, les ravages du SIDA constituent un exemple important du rôle non résiduel de la démographie dans le processus de développement économique.

D'autre part plusieurs études, notamment celles menées par le PNUD présentent des éléments d'existence d'interactions importantes entre la santé et l'éducation.

*«Sans l'homme, le développement n'a pas de raison et sans la santé le développement ne saurait trouver son assise.»*<sup>1</sup> La croissance économique ne peut être soutenue et utile pour le processus de développement qu'au travers d'une stratégie globale qui admet un développement social approprié. Dans une telle vision du développement, la santé joue un rôle fondamental dans l'amélioration de la productivité de la population et de son bien-être.

Diene (2003) identifie les mécanismes par lesquels l'évolution démographique peut affecter la croissance et les inégalités. Pour cela, l'auteur a étudié une variable démographique clé : l'espérance de vie, et a montré comment cette variable interagit avec l'accumulation de capital humain, l'accumulation de capital santé et la croissance économique. On aurait pu considérer d'autres variables démographiques comme la fertilité (cf de la Croix et

---

<sup>1</sup>Dr COMLAN A. A. QUENUM, Directeur régional de l'OMS pour l'Afrique, Nairobi, septembre, 1978.

Doepke (2003)), mais pour simplifier, on s'est concentré sur l'espérance de vie.

La santé tient une place fondamentale dans l'amélioration de la productivité de la population et de son bien-être. Les principaux facteurs qui expliquent la croissance endogène sont la recherche, le capital humain et les dépenses publiques. Or il semble que la santé et l'éducation sont les seuls secteurs qui intègrent ces facteurs.

Les études empiriques concernant l'impact de la santé sur la croissance se fondent sur une méthodologie consistant à utiliser des données de panel de certains pays et à régresser le taux de croissance du PIB par tête sur le niveau initial de santé, des variables supposées influencer l'équilibre (variables de politique économique, institutionnelles, d'éducation...).

Sala-i-Martin (1997a)Sala-i-Martin (1997b) montre que sur 32000 régressions concernant les permutations de 60 variables, l'espérance de vie est un déterminant positif et significatif de la croissance, sur une période de 1960-1992, pour plus de 96% des spécifications. Cela montre que l'état de la santé est l'un des principaux déterminants de la croissance économique.

Barro et Lee (1994) étudient l'impact de la santé sur la croissance en faisant deux répartitions : pour un panel de 85 pays sur la période 1965-1975 et un panel de 95 pays sur la période 1975-1985. Ils ont utilisé comme variables de santé l'espérance de vie et la dépenses publique de santé rapportée au PIB, avec d'autres variables que sont les taux de scolarisation des hommes et des femmes et le taux d'investissement. Ils ont trouvé que l'accroissement de l'espérance de vie de 5 ans augmente le taux de croissance de 58% en moyenne.

Barro (1996) effectue un travail assez similaire qui porte respectivement sur 80, 87 et 84 pays pour les périodes de 1965-1975, 1975-85 et 1985-90, en utilisant une régression linéaire en même temps que des valeurs retardées de certaines variables. Les variables utilisées sont celles de santé (logarithme de l'espérance de vie et la part des dépenses publiques de santé), le taux de scolarisation secondaire et supérieur, le logarithme du PIB pondéré par le taux de scolarisation des hommes, le taux de fertilité et les termes de l'échange. Il a trouvé que l'effet de l'augmentation de l'espérance de vie de 5 années sur le taux de croissance est de 33% avec un coefficient de 0,042.

Barro et Sala-i-Martin (1995) ont trouvé que 5 années de plus sur l'espérance de vie accroît le taux de croissance de 46%. Ils ont travaillé sur les périodes 1965-1975 et 1975-1985 et sur 87 et 97 pays. Leur méthode est dite "Seemingly Unrelated Regression (SUR)", ils ont utilisé l'espérance vie, les dépenses publiques de santé et d'éducation, ils ont utilisé le taux d'investissement, l'instabilité politique mesurée par le nombre de coups d'Etat et le commerce extérieur.

Bhargava, Jamison, Lau, et Murray (2001) ont étudié l'influence du capital humain, représenté la variable santé par le taux de survie des adultes d'une part et d'autre part, ce même taux pondéré par le logarithme du PIB

par tête, sur un panel de 92 pays. Les autres variables sont le degré d'ouverture des économies, le taux d'investissement et la fertilité. Pour les deux variables de santé, on a un impact positif pour la première et un impact négatif pour la deuxième.

Bloom et Malaney (1998) ont utilisé un panel de 77 pays et sur 25 ans, la méthode adoptée est celle de la régression linéaire simple. Ils ont étudié l'impact de la santé et des variables démographiques (taux de croissance de la population et de la population active) d'éducation (scolarisation secondaire), de ressources naturelles, d'ouverture extérieure et de variables institutionnelles sur la croissance pour la santé ils ont obtenu un impact positif, et l'impact de l'augmentation de 5 années de l'espérance vie est de 21%. Bloom effectua le même travail avec d'autres auteurs (Bloom, Sachs, et Williamson (1998)) avec des variables d'accompagnement différentes. Les résultats sont les mêmes, à savoir l'effet positif des variables de santé sur la croissance.

Presque toutes les études qui se sont intéressées à cet aspect de la croissance ont montré qu'il y a un impact positif des améliorations de la santé (espérance de vie, dépenses de santé) sur la croissance. Bien que ces études diffèrent généralement par les échantillons de pays choisis, les périodes, les variables de contrôle, les formes fonctionnelles et les techniques d'estimation, les résultats sont souvent similaires.

Dans cet article, nous faisons une étude empirique des effets des changements démographiques (espérance de vie, dépenses de santé, mortalité infantile), du capital humain (taux de scolarisation), du PIB et d'autres indicateurs de contrôle sur le taux de croissance. L'analyse est menée sur des données de Panel au niveau des pays pour la période allant de 1960 à 2000. La méthodologie économétrique retenue consiste en un modèle semi-paramétrique additif généralisé (GAM).

## 2 Données et variables

Les données utilisées dans notre étude proviennent de trois sources. Le PIB par tête exprimé aux prix de 1995 "chaîne index" est extrait du Penn World Table Version 6.1. Les données en "chaîne index" rendent les informations comparables entre pays. On en déduit le taux de croissance du PIB par habitant. Les informations sur l'espérance de vie à la naissance, la mortalité infantile, les taux de scolarisation, la classification des pays par régions sont extraites de la base de donnée "World Development Indicators", datée de 1999, mise à disposition par la banque mondiale sur CD-Rom ou en ligne. Les données portant sur les dépenses totales de santé en pourcentage du PIB sont extraites de la base "Health, Nutrition and Population" mise à disposition en ligne par "The World Bank".

Les données ont une structure de Panel non cylindrée de 212 pays portant

sur la période allant de 1960 à 2000. La liste des pays utilisés figure dans l'annexe C. Les variables retenues pour l'analyse sont :

- *Variable expliquée* : le taux de croissance du PIB par habitant, exprimé au prix de 1995 "chain series".

Les *variables explicatives* sont :

- L'espérance de vie à la naissance : le nombre d'années qu'un nouveau né pourrait vivre si les conditions normales de mortalité à sa naissance devaient être les mêmes tout au long de sa vie.

- Le taux de mortalité infantile : le nombre d'enfants qui meurent avant l'âge d'un an, pour 1000 naissances.

- Le taux de scolarisation : c'est le rapport du nombre total d'inscrits (sans considération d'âge) à la population d'âge correspondant officiellement au niveau d'éducation considéré. On considère le taux de scolarisation dans l'enseignement primaire, secondaire et dans l'enseignement supérieur.

- Les dépenses de santé en pourcentage du PIB par habitant,

- Le PIB par habitant,

- Des variables de contrôle (indicatrices) portant sur : les économies en transition, la classification des pays par régions (Asie de l'Est et Pacifique, Europe de l'Est et Asie centrale, Moyen orient et Afrique du Nord, Asie du Sud, Europe de l'Ouest, Amérique du nord, Afrique sub-saharienne, Amérique latine et Caraïbe). Le tableau A (voir annexe) récapitule l'ensemble de ces variables ainsi que leurs sources. Le tableau 1 présente les statistiques descriptives. Le taux de croissance du PIB est en moyenne de 2% et l'écart type est de 6%, on note donc une forte variabilité traduisant une hétérogénéité du PIB d'un pays à l'autre.

Le graphique 1 fournit la distribution du PIB par habitant. Celle-ci est unimodale avec une densité dominante pour les niveaux faibles du PIB. En ce qui concerne les dépenses de santé, la variabilité est moins marquée (la moyenne est de 5,467 avec un écart-type de 2,269).

La densité des dépenses de santé (voir graphique 2) présente une distribution bimodale. L'espérance de vie à la naissance est dans l'ensemble élevée. Sa distribution bimodale (voir graphique 3) montre que l'espérance de vie dans les pays développés qui est très élevée a fortement contribué à la moyenne de l'échantillon. Le tableau 2 présente le taux de croissance du PIB par habitant, l'espérance de vie à la naissance et les dépenses de santé par région. On observe une forte disparité régionale pour ces variables. En Afrique sub-saharienne par exemple l'espérance de vie moyenne est de 47 ans alors qu'elle est d'environ 75 ans en Europe de l'Ouest. On note en moyenne un taux de mortalité infantile très élevé (près de 50%). La distribution du taux de mortalité infantile (voir graphique 4) est unimodale.

Tableau 1 Statistiques descriptives.

Variable	# Obs.	Moy.	Ec. type	Min.	Max.
Taux de croissance du PIB	4962	0,020	0,067	-0,419	0,777
PIB par habitant (1/1000)	5130	6,007	6,160	0,281	43,989
Dépenses de santé <sup>(a)</sup>	1762	5,467	2,269	0,864	13,300
Espérance de vie <sup>(b)</sup>	2396	63,140	11,450	31,220	79,993
Taux de mortalité infantile	3223	49,263	48,106	0	263
Taux de scolarisation <sup>(c)</sup>	3256	90,510	25,959	3	155
Taux de scolarisation <sup>(d)</sup>	3309	49,420	32,637	0,2	148,3
Taux de scolarisation <sup>(e)</sup>	1539	16,476	16,354	0,1	97,7
Economies en transition	8692	0,127	0,333		
Asie de l'Est et Pacifique	8692	0,165	0,371		
Europe de l'Est et Asie centrale	8692	0,132	0,339		
Moyen Orient et Afrique du Nord	8692	0,104	0,305		
Asie du Sud	8692	0,038	0,191		
Europe de l'Ouest	8692	0,118	0,323		
Amérique du nord	8692	0,009	0,097		
Afrique sub-saharienne	8692	0,236	0,425		
Amérique latine et Caraïbe	8692	0,198	0,399		
OCDE	8692	0,142	0,349		

(<sup>a</sup>) : mesuré en pourcentage du PIB; (<sup>b</sup>) : espérance de vie à la naissance; (<sup>c</sup>) : enseignement primaire; (<sup>d</sup>) : enseignement secondaire  
(<sup>e</sup>) : enseignement supérieur.

Tableau 2 Taux de croissance du PIB par habitant, espérance de vie et dépenses de santé par région.

Régions	Tx du PIB		Dépenses santé		Espérance de vie	
	Moy.	Ec. type	Moy.	Ec. type	Moy.	Ec. type
Asie de l'Est et Pacifique	0,388	0,500	0,017	0,106	65,351	9,789
Europe de l'Est et Asie centrale	0,169	0,0788	0,015	0,157	69,320	2,840
Amérique latine et Caraïbe	0,019	0,055	0,016	0,109	66,178	7,251
Moyen Orient et Afrique du Nord	0,028	0,067	0,011	0,115	64,473	9,024
Amérique du nord	0,025	0,025	0,005	0,030	73,668	2,464
Asie du Sud	0,022	0,033	0,010	0,092	52,920	9,499
Afrique sub-saharienne	0,010	0,087	0,024	0,136	47,802	7,816
Europe de l'Ouest	0,029	0,033	0,011	0,108	74,592	2,662

La moyenne du taux de scolarisation dans l'enseignement primaire est très élevée (90%), indiquant l'effet positif des politiques sur l'éducation, et notamment celle de la scolarisation obligatoire dans l'enseignement primaire

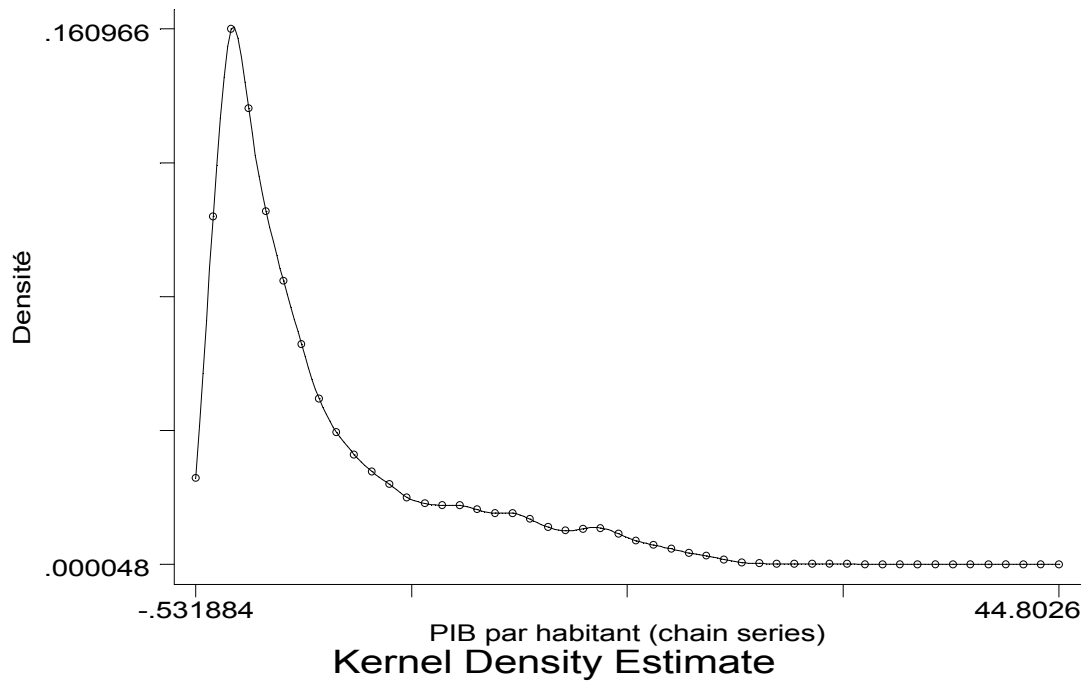


FIG. 1: Distribution du PIB par habitant, estimation non paramétrique de la densité par la méthode du noyau (noyau gaussien).

dans certains pays comme la France. Cependant, au niveau secondaire, il y a une baisse considérable du taux de scolarisation (49%), due notamment aux abandons et aux déviations vers d'autres formations ou éventuellement pour une entrée tôt dans la vie active. Cette baisse est d'autant plus importante qu'on avance dans le niveau des études, ce qui explique le faible taux (16%) au niveau supérieur. La distribution de ces trois variables (voir graphiques 5, 6 et 7), est unimodale, sauf pour le taux de scolarisation secondaire qui est bimodale. Concernant les régions, on constate que l'Afrique sub-saharienne, l'Amérique latine et Caraïbe, l'Asie de l'Est et Pacifique sont fortement représentées dans l'échantillon. Ceci explique en partie le fait que les revenus faibles représentent un fort pourcentage (30%) de l'échantillon. Finalement, les pays de l'OCDE représentent environ 14% de l'échantillon. Dans ce qui suit, nous présentons la spécification économétrique à partir de laquelle les estimations seront réalisées.

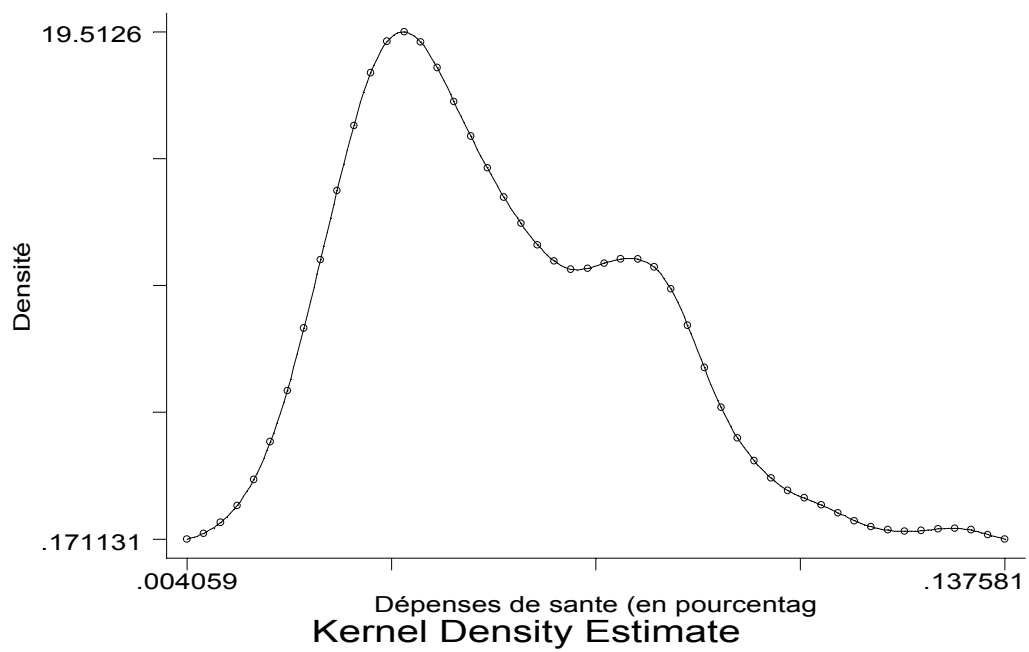


FIG. 2: Distribution des dépenses de santé en % du PIB par habitant, estimation non paramétrique de la densité par la méthode du noyau (noyau gaussien).



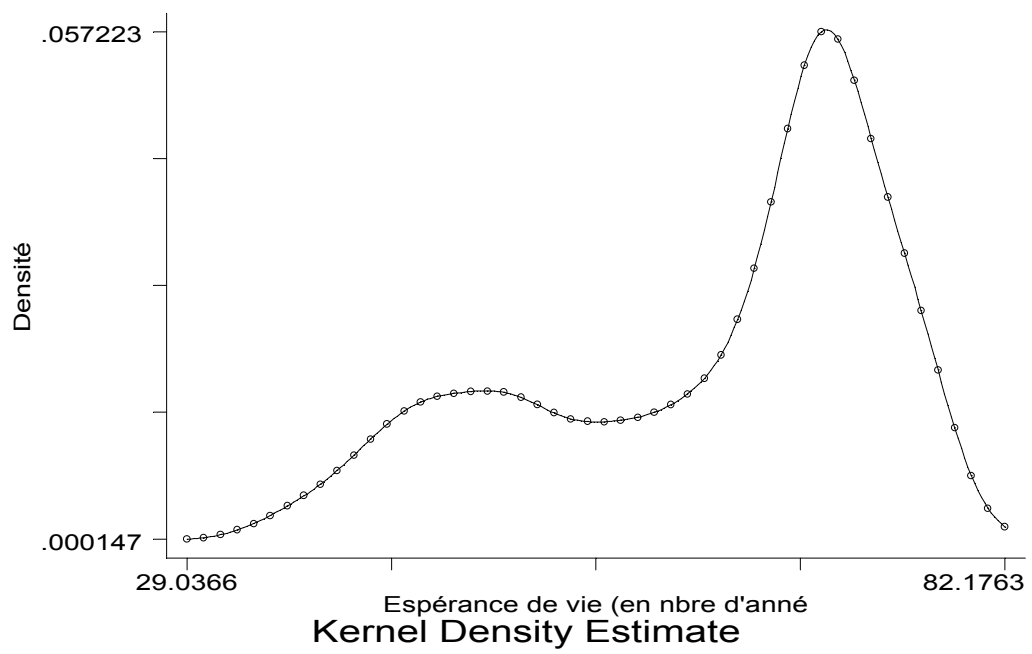


FIG. 3: Distribution de l'espérance de vie à la naissance, estimation non paramétrique de la densité par la méthode du noyau (noyau gaussien).

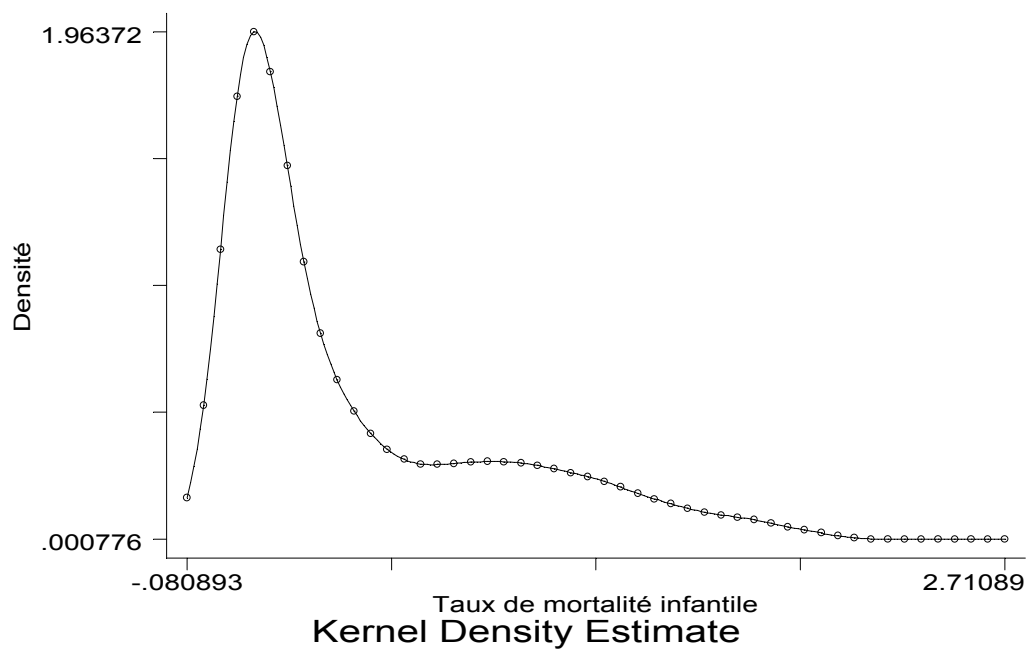


FIG. 4: Distribution du taux de mortalité infantile, estimation non paramétrique de la densité par la méthode du noyau (noyau gaussien).

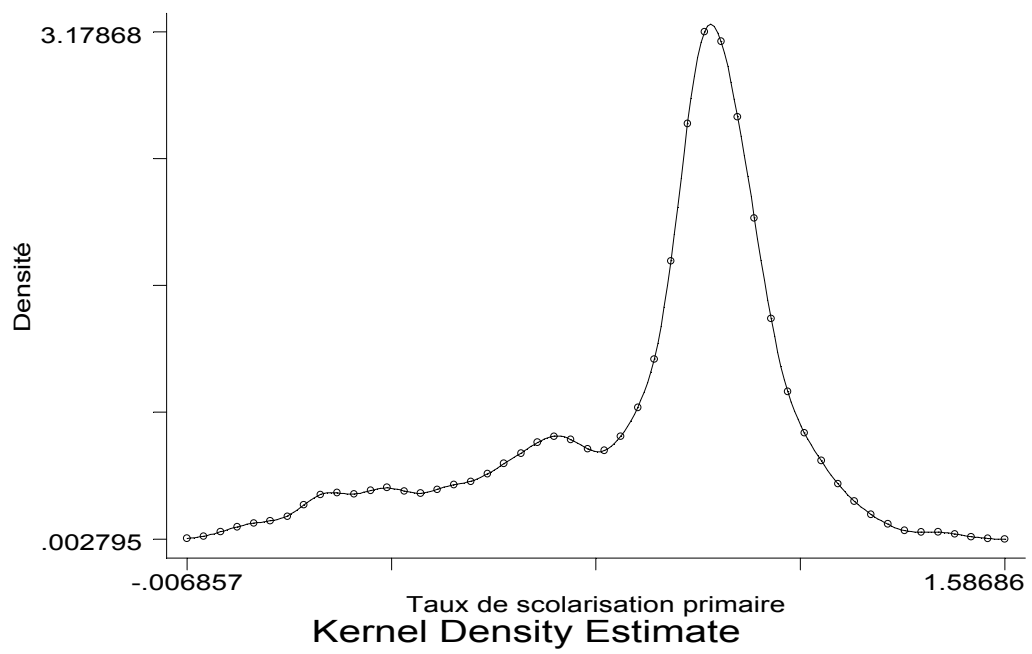


FIG. 5: Distribution du taux de scolarisation au niveau primaire, estimation non paramétrique de la densité par la méthode du noyau (noyau gaussien).

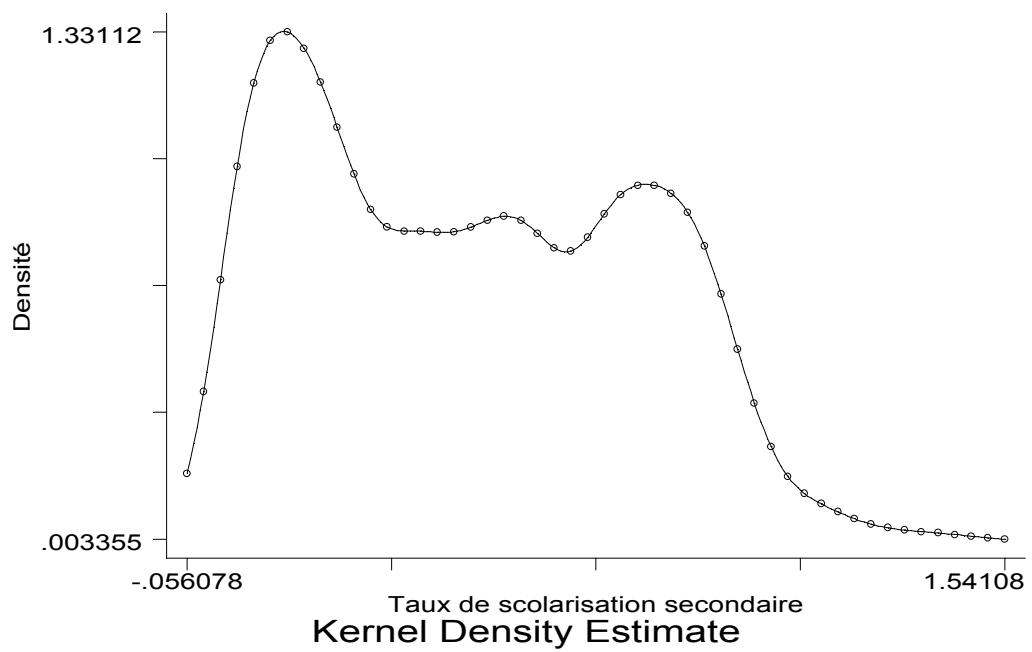


FIG. 6: Distribution du taux de scolarisation au niveau secondaire, estimation non paramétrique de la densité par la méthode du noyau (noyau gaussien).

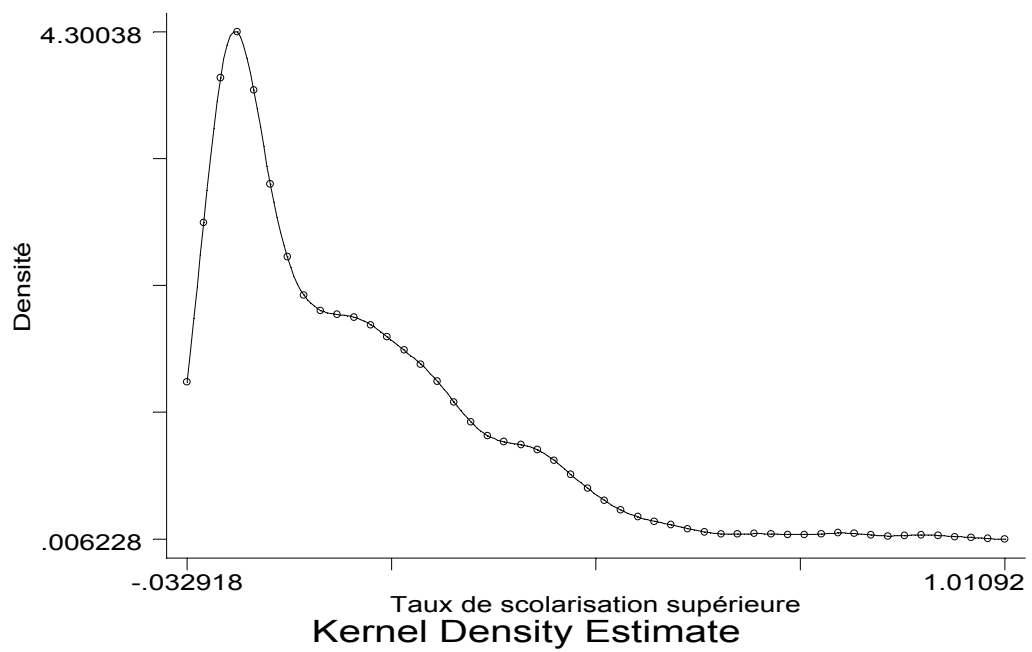


FIG. 7: Distribution du taux de scolarisation au niveau supérieur, estimation non paramétrique de la densité par la méthode du noyau (noyau gaussien).

### 3 Spécification économétrique

Pour estimer la relation entre le taux de croissance et les variables décrites dans les section précédente, nous proposons un modèle semi- paramétrique additif généralisé. Ce modèle est décrit en détails dans Hastie et Tibshirani (1990) et se présente comme suit :

$$Y = \alpha + \sum_{j=1}^p f_j(X_j) + \mathbf{Z}'\boldsymbol{\gamma} + \epsilon. \quad (1)$$

On suppose que le terme d'erreur  $\epsilon$  est telle que  $E(\epsilon/X_1, \dots, X_p, \mathbf{Z}) = 0$  et  $V(\epsilon/X_1, \dots, X_p, \mathbf{Z}) = \sigma^2$ .  $Y$  désigne la variable dépendante (ici le taux de croissance du PIB par habitant),  $X_j$  est l'ensemble des variables explicatives continues pour,  $j = 1, \dots, p$  et  $\mathbf{Z}$  représente le vecteur ligne contenant l'ensemble des variables explicatives dont la relation avec le taux de croissance du PIB par habitant est supposée linéaire. Il s'agit ici des variables indicatrices. Les  $f_j$  sont des fonctions univariées inconnues à estimer et on a  $E[f_j(X_j)] = 0$ . La spécification 1 a deux composantes : une composante non paramétrique  $f_j(X_j)$  et une composante paramétrique  $\mathbf{Z}'\boldsymbol{\gamma}$ . Ce modèle présente l'avantage d'être robuste aux éventuelles mauvaises spécifications des fonctions  $f_j(X_j)$ . De plus, la forme additive généralisée permet d'une part d'éviter "la malédiction de la dimension" qui apparaît dans les régressions non paramétriques multivariées. D'autre part, elle permet de détecter les non linéarités et l'hétérogénéité pouvant exister entre la variable de réponse et ses régresseurs continus  $X_j$ .

Une fois les non linéarités détectées, on peut proposer une spécification paramétrique analogue qui tient compte de celles-ci. Le modèle paramétrique est donné par la relation :

$$Y = \alpha + \sum_{j=1}^p \beta_j X_j + \mathbf{Z}'\boldsymbol{\gamma} + \epsilon, \quad (2)$$

qu'on estime par la méthode des moindres carrés ordinaires. Dans la pratique, l'estimation du modèle 1 se fait en plusieurs étapes. Ici, nous utilisons l'algorithme proposé par Hastie et Tibshirani (1990) et détaillé dans Van (2003). Son implémentation est décrite dans l'annexe B.

### 4 Résultats d'estimation

Les résultats d'estimation du modèle additif généralisé (GAM) sont présentés dans les tableaux 3 et 4, puis les graphiques 8, 9, 10, 11 et 12, respectivement pour l'échantillon entier ainsi que pour les pays de l'OCDE.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup>Les estimations ont été réalisées à partir du logiciel STATA 6

Précisions que le modèle GAM est estimé sur les données "poolées" et ne tient donc pas en compte la structure de panel de celles-ci. Cette structure de panel sera explicitement prise en compte dans l'estimation paramétrique.

Tableau 3. Estimation du modèle semi-paramétrique, échantillon global.

Variabes	Coef.	Ec. type	Deg. de lib.	Gain
PIB par habitant	0,001	0,001	4,994	10,103
Dépenses de santé	0,029	0,166	2,038	1,158
Espérance de vie	0,004***	0,002	1,986	0,766
Mortalité infantile	0,033	0,039	4,068	0,418
Taux de scol. primaire	0,022	0,025	1,997	1,233
Taux de scol. secondaire	-0,068	0,029	12,013	34,113**
Taux de scol. supérieur	-0,033	0,039	3,033	0,593
Economies en transition	-0,029	0,039	1	-
Asie de l'Est et Pacifique	0,032	0,020	1	-
Europe de l'Est et Asie centrale	0,045	0,040	1	-
Moyen Orient et Afrique du Nord	0,022	0,021	1	-
Asie du Sud	0,037*	0,022	1	-
Europe de l'Ouest	0,023	0,022	1	-
Amérique du nord	0,021	0,035	1	-
Amérique latine et Caraïbe	-0,009	0,020	1	-
OCDE	-0,019*	0,011	1	-
Constante	-0,005	0,0116	1	-

(\*\*\*) significativité au seuil de 1%, (\*\*) significativité au seuil de 5%, (\*) significativité au seuil de 10%.

Dans le tableau 3, on observe que les dépenses de santé, l'espérance de vie, les taux de mortalité et de scolarisation primaire ont un effet positif sur le taux de croissance par tête, les taux de scolarisation secondaire et supérieur ont un effet négatif. Mais, seule l'espérance de vie à la naissance est significative (au seuil de 1%). Les coefficients affectés aux variables identifiant l'Asie du Sud et l'OCDE sont négatifs et significatifs au seuil de 10%. Toutes les autres variables ne sont pas significatives. Le modèle GAM nous permet de détecter des non linéarités pour le PIB par habitant et le taux de scolarisation dans l'enseignement secondaire. Le gain total de non linéarité est de 48,384, et le test du Khi deux nous permet de rejeter le modèle paramétrique contre le modèle semi-paramétrique. En effet, la statistique du test est telle que  $48,384 > \chi^2(23,129) = 35,327$ . Comme le montre le graphique 8, le taux de croissance du PIB par tête baisse à mesure que le taux de scolarisation dans l'enseignement secondaire augmente jusqu'à un certain seuil, puis augmente légèrement et stagne. On obtient donc une relation de forme U entre le taux de croissance du PIB par habitant et le taux de scolarisation dans l'enseignement secondaire.

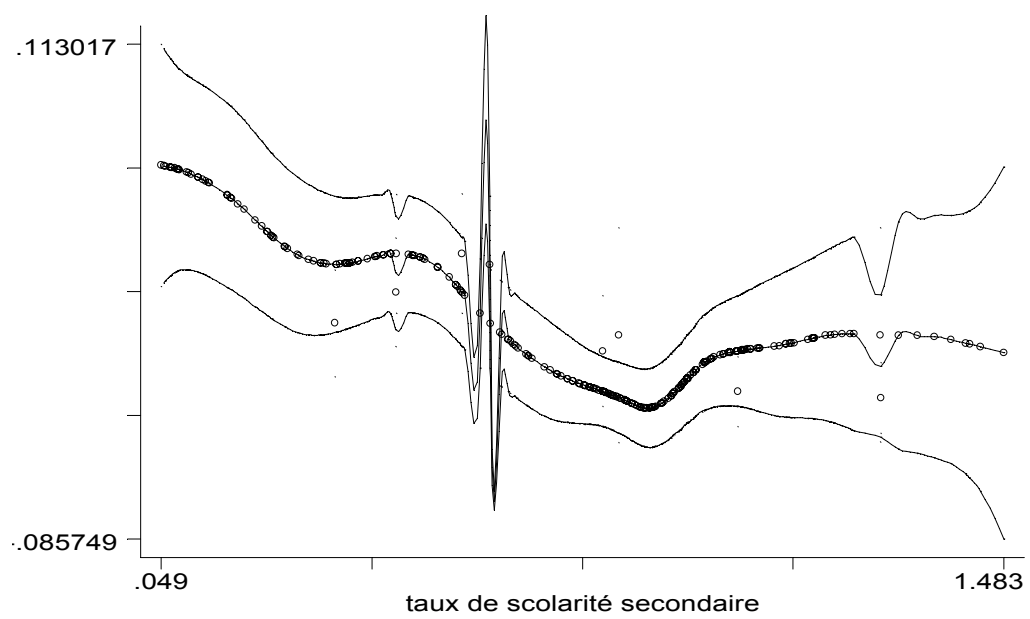


FIG. 8: Régression non paramétrique de la relation entre le taux de croissance du PIB par habitant et le taux de scolarisation dans l'enseignement secondaire pour l'échantillon entier. Le graphique montre la courbe estimée ainsi que les intervalles de confiance par points à 95%.



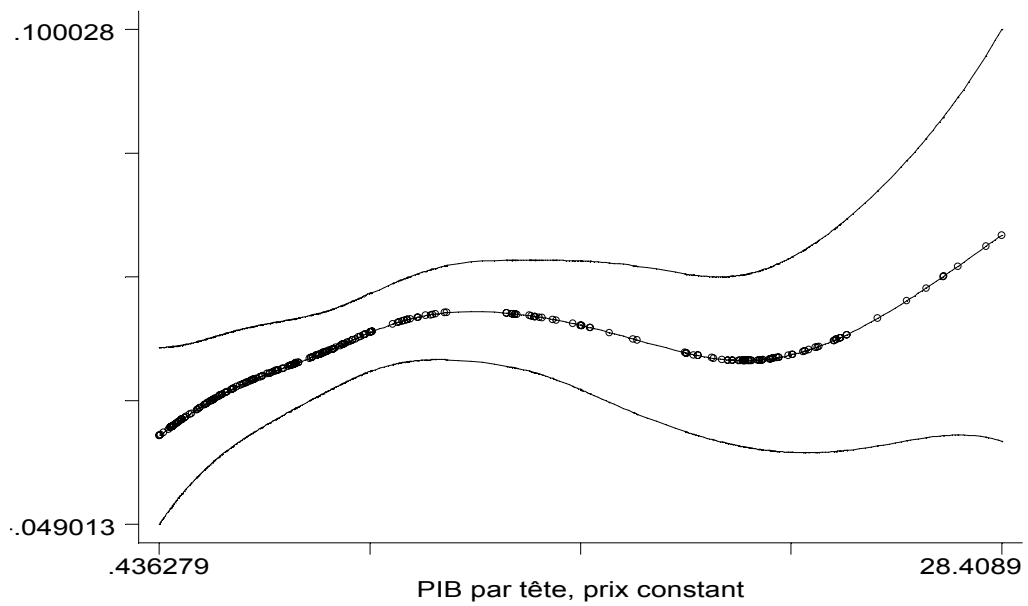


FIG. 9: Régression non paramétrique de la relation entre le taux de croissance du PIB par habitant et le PIB pour l'échantillon entier. Le graphique montre la courbe estimée ainsi que les intervalles de confiance par points à 95%.

Le graphique 9 montre que le taux de croissance du PIB par habitant augmente d'abord avec le PIB pour les bas niveaux de PIB. La relation devient ensuite décroissante pour les niveaux intermédiaires de PIB et décroît à nouveau pour les niveaux élevés du PIB. Il s'agit donc d'une relation de la forme N. On remarque aussi que le coefficient affecté à la variable identifiant les pays de l'OCDE est significatif (au seuil de 10 %). Ceci nous conduit à faire une estimation uniquement pour les pays de l'OCDE.

Les résultats d'estimation sont présentés dans le tableau 3 et les graphiques 10, 11 et 12. Ici, le gain total de non linéarité est de 108,76, et le test du Khi deux nous permet de rejeter le modèle paramétrique contre le modèle semi-paramétrique. En effet, la statistique du test est telle que  $108,76 > \chi^2(22,054) = 33,992$ . Ils indiquent que le PIB par habitant, les dépenses de santé et l'espérance de vie ne sont pas significatifs mais affectent négativement le taux de croissance par tête. La mortalité infantile est significative et affecte négativement le taux de croissance. Les taux de scolarisation aux niveaux secondaire et supérieur sont significatives, mais le premier affecte négativement le taux de croissance. Ces résultats semblent surprenant, mais on a pu remarquer que le PIB par tête, les dépenses de santé, et le taux de scolarisation au niveau secondaire présentent des non linéarités importantes.

Tableau 4 Estimation du modèle semi-paramétrique, échantillon OCDE.

Variabes	Coef.	Ec. type	Deg. de lib.	Gain
PIB par habitant	-0,002	0,002	4,998	29,843***
Dépenses de santé	-0,039	0,247	2,991	11,662***
Espérance de vie	-0,002	0,003	2,059	1,582
Mortalité infantile	-0,429*	0,245	2,004	0,317
Taux de scol. primaire	0,040	0,065	1,993	1,458
Taux de scol. secondaire	-0,089	0,033	12,010	61,389***
Taux de scol. supérieur	0,098	0,049	2,999	2,509
Economies en transition	-0,111	0,096	1	-
Asie de l'Est et Pacifique	0,008	0,014	1	-
Europe de l'Est et Asie centrale	0,108*	0,092	1	-
Moyen Orient et Afrique du Nord	-0,000	0,014	1	-
Europe de l'Ouest	0,023***	0,007	1	-
Amérique du nord	-0,057*	0,031	1	-
Amérique latine et Caraïbe	0,017	0,059	1	-

(\*\*\*) significativité au seuil de 1%, (\*\*) significativité au seuil de 5%, (\*) significativité au seuil de 10%.

La courbe 10 montre une relation complexe entre le taux de croissance du PIB par habitant et le taux de scolarisation au niveau secondaire. En effet, elle décroît jusqu'à un certain seuil du taux de scolarisation dans l'enseignement secondaire, puis croît et finalement a tendance à décroître à nouveau pour se stabiliser. La courbe 11 montre que le taux de croissance du PIB

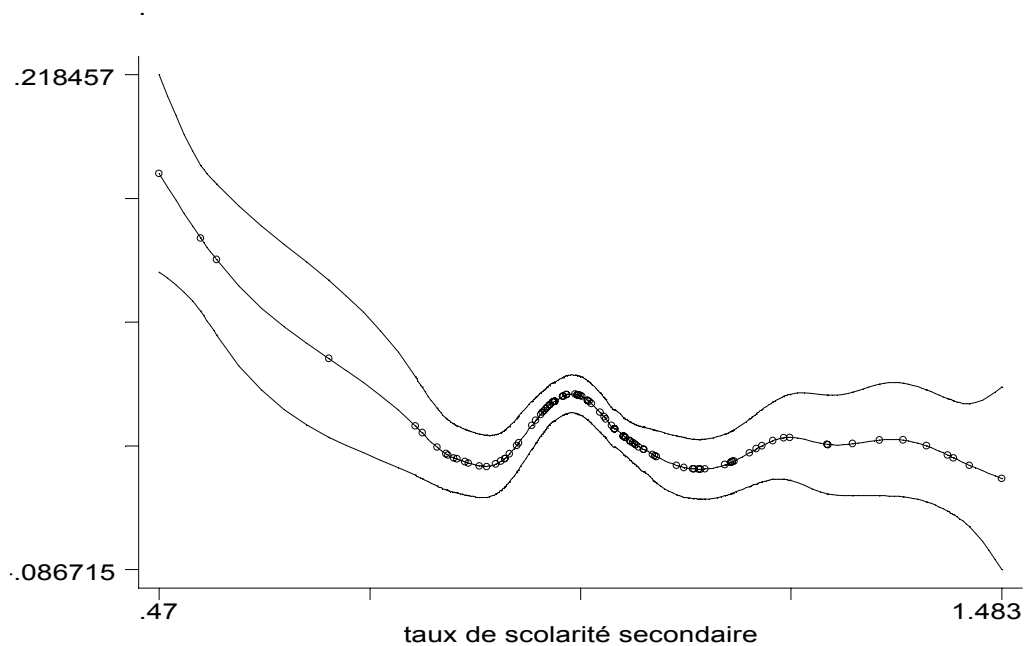


FIG. 10: Régression non paramétrique de la relation entre le taux de croissance du PIB par habitant et le taux de scolarisation dans l'enseignement secondaire pour les pays de l'OCDE. Le graphique montre la courbe estimée ainsi que les intervalles de confiance par points à 95%.

décroît avec le PIB par habitant jusqu'à un certain seuil, puis croît à nouveau. On obtient ainsi clairement une relation de forme U. Donc le PIB par habitant n'affecte pas toujours négativement le taux de croissance par tête comme le l'indique le coefficient qui lui est affecté pour le modèle linéaire. La courbe 12 montre que le taux de croissance augmente dans un premier temps avec les dépenses de santé, puis décroît à partir d'un certain seuil, ce qui traduit une relation de forme U inversée. Ainsi, les résultats concernant les dépenses de santé sont en accord avec ceux obtenus par Piatecki et Ulmann (1997) : " Depuis de très nombreuses années ces pays ont consacré une part importante de leurs effectifs au secteur de la santé et ont déjà obtenu un certain nombre de résultats concernant l'amélioration de l'état de santé de leur population et aujourd'hui les efforts consentis sur le travail affecté à la santé ont des effets moindres".

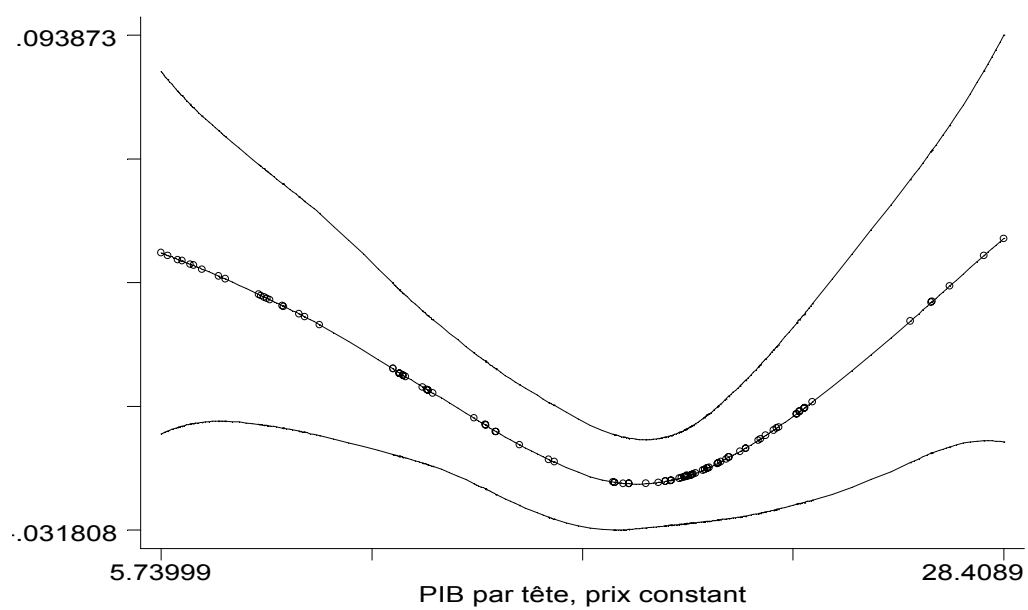


FIG. 11: Régression non paramétrique de la relation entre le taux de croissance du PIB par habitant et PIB par habitant pour les pays de l'OCDE. Le graphique montre la courbe estimée ainsi que les intervalles de confiance par points à 95%.

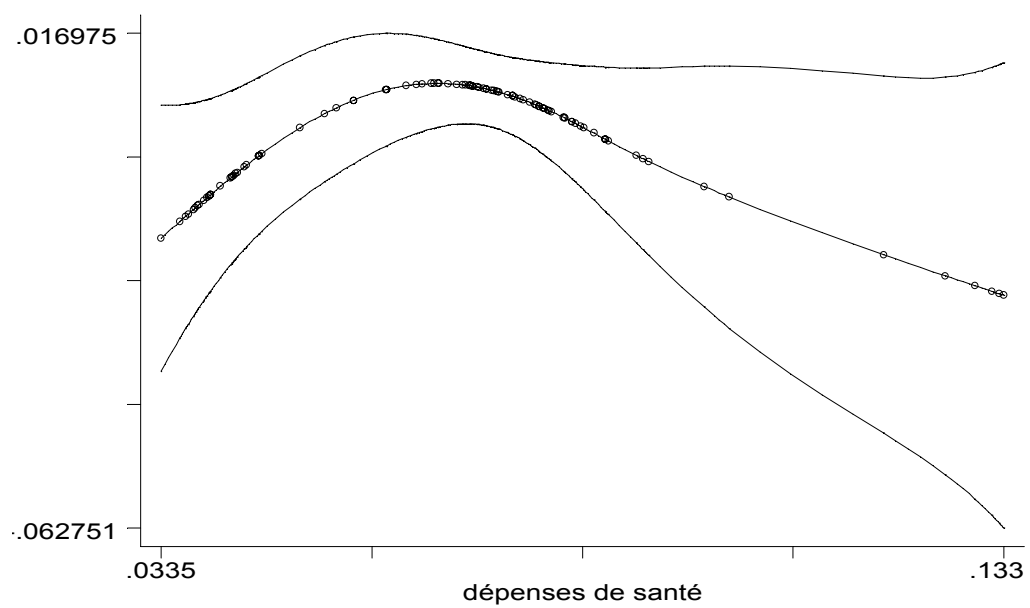


FIG. 12: Régression non paramétrique de la relation entre le taux de croissance du PIB par habitant et les dépenses de santé pour les pays de l'OCDE. Le graphique montre la courbe estimée ainsi que les intervalles de confiance par points à 95%.

Tableau 5 Estimation du modèle paramétrique, échantillon global.

Variables	Effets aléatoires		Effets fixes	
	Coef.	t-stat.	Coef.	t-stat.
PIB par habitant	0,015**	2,202	0,108***	2,646
(PIB par habitant) <sup>2</sup>	-0,001**	-2,139	-0,005	-1,616
(PIB par habitant) <sup>3</sup>	0,000**	2,027	0,000	1,147
Dépenses de santé	-0,009	-0,049	0,207	0,324
Espérance de vie	0,004**	2,551	-0,020**	-2,340
Mortalité infantile	0,037	0,806	-0,547**	-2,158
Taux de scol. primaire	0,040	1,352	0,200	1,548
Taux de scol. secondaire	-0,237***	-2,985	-0,537	-1,621
(Taux de scol.secondaire) <sup>2</sup>	0,111	2,466	0,193	1,262
Taux de scol.supérieur	-0,014	-0,310	0,318***	2,615
Economies en transition	-0,040	-0,946	-	-
Asie de l'Est et Pacifique	0,026*	1,191	-	-
Europe de l'Est et Asie centrale	0,041	0,899	-	-
Moyen Orient et Afrique du Nord	0,016	0,690	-	-
Europe de l'Ouest	0,028	1,107	-	-
Amérique du nord	-0,000	-0,003	-	-
Asie du Sud	0,038	1,548	-	-
Amérique latine et Caraïbe	-0,019	-0,872	-	-
OCDE	-0,011	-0,826	-	-
Constante	-0,287**	-2,326	-	-

(\*\*\*) significativité au seuil de 1%, (\*\*) significativité au seuil de 5%, (\*) significativité au seuil de 10%.

Au travers des non linéarités observées, les résultats d'estimation non paramétrique fournissent des indications sur la spécification paramétrique à adopter pour pouvoir prendre en compte en partie les phénomènes de non linéarité et d'hétérogénéité. Les tableaux 5 et 6 présentent les résultats d'estimation paramétrique sur données de Panel pour l'échantillon global d'une part et pour les pays de l'OCDE d'autre part. Selon l'échantillon considéré, pour prendre en compte ces non linéarités observées dans les variables PIB par habitant, dépenses de santé et taux de scolarisation dans l'enseignement secondaire, on introduit les termes linéaire, quadratique et cubique lorsque cela est nécessaire. Nous adoptons deux types de spécification pour le modèle paramétrique : le modèle à effets aléatoires et le modèle à effets fixes.

Tableau 6 Estimation du modèle paramétrique, échantillon OCDE.

Variables	Effets aléatoires		Effets fixes	
	Coef.	t-stat.	Coef.	t-stat.
PIB par habitant	-0,028**	-2,150	0,053**	2,371
(PIB par habitant) <sup>2</sup>	0,000**	2,173	-0,001	-1,372
Dépenses de santé	2,169	1,385	6,201**	2,425
(Dépenses de santé) <sup>2</sup>	-12,754	-1,112	-36,510**	-2,108
Espérance de vie	-0,005	-0,910	-0,002	-0,106
Mortalité infantile	-1,091**	-2,560	-1,374***	-2,578
Taux de scol. primaire	0,026	0,242	0,057	0,331
Taux de scol. secondaire	-2,227	-1,275	-3,910**	-2,309
(Taux de scol.secondaire) <sup>2</sup>	2,123	1,283	3,638**	2,251
(Taux de scol.secondaire) <sup>3</sup>	-0,656	-1,281	-1,107**	-2,194
Taux de scol.supérieur	-0,004	-0,065	-0,119**	-2,015
Economies en transition	-0,363**	-2,416	-	-
Asie de l'Est et Pacifique	1,352	1,615	-	-
Europe de l'Est et Asie centrale	1,678**	2,008	-	-
Moyen Orient et Afrique du Nord	1,353	1,624	-	-
Europe de l'Ouest	1,350	1,625	-	-
Amérique du nord	1,332	1,578	-	-
Amérique latine et Caraïbe	1,483*	1,807	-	-
Constante	-	-	0,726	0,478

(\*\*\*) significativité au seuil de 1%, (\*\*) significativité au seuil de 5%, (\*) significativité au seuil de 10%.

Pour l'échantillon global, les estimations du modèle à effets aléatoires montrent que les termes linéaire, quadratique et cubique du PIB par habitant sont fortement significatifs et le terme quadratique a un coefficient négatif. Ces résultats confirment ceux obtenus dans la spécification semi-paramétrique, ce dernier nous ayant permis de détecter la non linéarité adéquate. Les dépenses de santé ne sont pas significatives, par contre l'espérance de vie est fortement significative et a un effet positif sur le taux de croissance par tête, ceci rejoint les conclusions de Barro et Lee. On peut s'attendre au résultat de Sachs et Warner si on introduit le carré de l'espérance de vie car, l'effet positif de l'espérance de vie sur le taux de croissance est observé jusqu'à un certain seuil à partir duquel cet effet devient négatif à cause du vieillissement de la population. Cependant, le résultat concernant la mortalité infantile est surprenant car le signe de son coefficient est positif alors qu'on s'attendait à ce qu'il soit négatif. Les termes linéaire et quadratique du taux de scolarisation secondaire sont significatifs. Le terme linéaire a un impact négatif alors que le terme quadratique a un impact positif sur le taux de croissance ; on retrouve donc les prédictions du modèle non paramétrique. Toutes les autres variables ne sont pas significatives.

En ce qui concerne l'échantillon des pays de l'OCDE, les termes linéaire et quadratique du PIB par habitant sont significatifs au seuil de 5%. Le premier terme a un effet négatif sur le taux de croissance par habitant alors que le deuxième a un effet positif. Les dépenses de santé n'ont pas d'effets significatifs, mais en introduisant le terme quadratique, on retrouve les résultats du modèle semi-paramétrique. Le coefficient de la variable espérance de vie à la naissance n'est pas significatif. Le taux de mortalité infantile s'avère être un déterminant important qui a un impact négatif sur le taux de croissance, ce qui est un résultat attendu. Les coefficients affectés aux variables identifiant les économies en transition, l'Europe de l'Est et Asie centrale et l'Amérique Latine et les Caraïbes sont significatifs. Toutes les autres variables ne sont pas significatives.

Dans le cadre du modèle à effets fixes, et pour l'échantillon global, on a le même résultat que dans le cas du modèle à effets aléatoires pour le PIB par habitant. Cette fois-ci, seul le terme linéaire est significatif. Les dépenses de santé ne sont pas significatives mais affectent positivement le taux de croissance. L'espérance de vie et le taux de mortalité infantile, significatives au seuil de 5% présentent des coefficients négatifs. Le taux de scolarisation au niveau supérieur est significatif et a un impact positif sur le taux de croissance, ce qui est contraire au résultat trouvé dans le cas du modèle à effets aléatoires.

Pour les pays de l'OCDE, contrairement au modèle à effets aléatoires, le terme linéaire du PIB par habitant est significatif au seuil de 5% et le terme quadratique n'est pas significatif. Ainsi, le taux de croissance du PIB augmente dans un premier temps avec le PIB par habitant, puis baisse. Les dépenses de santé sont significatives et affectent toujours d'abord positivement puis négativement le taux de croissance. Enfin on retrouve le même résultat que précédemment pour le taux de scolarisation au niveau secondaire, mais les termes linéaire, quadratique et cubique sont significatifs.

Dans cette étude empirique, nous avons utilisé un modèle semi-paramétrique additif généralisé pour étudier la relation entre le taux de croissance du PIB par habitant et des variables indiquant le changement démographique, l'accumulation du capital humain et les dépenses de santé. Le modèle économétrique nous a permis de spécifier une relation qui présente l'avantage de combiner la flexibilité des formes fonctionnelles non spécifiées a priori ainsi que la vitesse de convergence des modèles paramétriques. Nous avons utilisé une base de données de Panel non cylindrées de 212 pays portant sur la période allant de 1960 à 2000. Les principaux résultats qui émergent de cette étude sont les suivants. On observe des non linéarités importantes dans la relation entre le taux de croissance du PIB par habitant et taux de scolarisation dans l'enseignement secondaire, le PIB par habitant et les dépenses de santé. Les résultats d'estimation diffèrent fortement selon qu'on utilise l'échantillon global ou l'échantillon contenant uniquement les pays de l'OCDE.



Pour l'échantillon global, le taux de croissance du PIB par habitant décroît avec la taux de scolarité dans l'enseignement secondaire, et présente une relation plus complexe avec le PIB par habitant. Pour ce dernier, le taux de croissance augmente pour les bas et les haut niveaux du PIB par habitant, alors qu'il décroît pour les niveaux intermédiaires du PIB. En ce qui concerne les pays de l'OCDE, on obtient à la fois une relation décroissante et croissante entre le taux de croissance du PIB et le taux de scolarisation dans l'enseignement secondaire en fonction des niveaux du taux de scolarisation. La relation entre le taux de croissance et le PIB par habitant est de forme U, alors que celle entre le taux de croissance et les dépenses de santé est de forme U inversée. Rappelons que cette non linéarité n'a pu être détectée pour l'ensemble de l'échantillon. L'espérance de vie à la naissance a un effet positif et significatif sur le taux de croissance du PIB par habitant pour l'ensemble de l'échantillon alors qu'elle n'est pas significative pour les pays de l'OCDE, et enfin le taux de mortalité infantile affecte négativement le taux de croissance dans l'échantillon des pays de l'OCDE alors qu'elle apparaît non significative pour l'ensemble des pays. Finalement, les résultats de ce travail suscitent des réflexions sur des éléments de politiques économiques dans les pays de l'OCDE, où le débat sur le problème de la santé est très actuel. Il y a trois éléments essentiels qui nécessitent des mesures importantes de la part des gouvernements : l'efficacité des mesures visant à réduire leurs dépenses publiques de santé (promouvoir l'utilisation des médicaments génériques et diminuer le taux de remboursement de certains médicaments par exemple), encourager le renouvellement de la population et réviser le système des retraites.

Comme nous l'avons indiqué précédemment, le modèle additif généralisé a été estimé sur les données poolées et ne prennent donc pas en compte la structure de panel de l'échantillon. Seules les estimations paramétriques incorporent une telle structure. Une extension naturelle de cette étude serait de pouvoir estimer le modèle semi-paramétrique en tenant compte de la structure de Panel des données et de l'hétéroscédasticité.

## 5 Discussion et conclusion

La valeur intrinsèque de l'éducation et de la santé font du niveau d'instruction et de l'état de santé des facteurs essentiels du bien-être des individus. L'éducation et la santé ont une valeur déterminante qui tient à leur incidence multiforme sur la croissance et le développement.

Les travaux théoriques montrent qu'une population plus instruite et en meilleure santé est, en général, plus productive. Nos résultats empiriques indiquent une relation plus complexe entre le taux de croissance du PIB par habitant et les taux de scolarisation. La qualité des ressources humaines peut influencer, de trois façons au moins, sur le degré d'acquisition et d'innovation technologiques. Premièrement, l'éducation favorise, chez les individus, la flexibilité et la capacité de traitement de l'information. Cet effet de l'éducation est largement démontré. Deuxièmement, en exploitant les complémentarités dans le domaine de la production, on peut influencer sur la qualité et l'utilisation du capital humain. Troisièmement, une espérance de vie plus longue peut inciter davantage à investir à long terme pour accroître la productivité.

Ces effets positifs ont deux implications. D'abord, améliorer l'éducation et la santé est un élément important de toute stratégie de lutte contre la pauvreté, en particulier, compte tenu des gains de productivité qui en résultent ainsi que des effets intergénérationnels. Ensuite, le capital humain acquiert davantage d'importance dans le contexte de la mondialisation, qui se caractérise par une évolution rapide des technologies et une concurrence accrue.

Un exemple de ce problème de santé concerne certains pays d'Afrique. En effet, ces quatre dernières décennies, les pays africains ont accompli des progrès importants en matière de mise en valeur des ressources humaines. On constate que la mortalité infantile et post-infantile a baissé, que l'espérance de vie s'est rallongée, que l'alphabétisation des adultes est en progrès et que les taux de scolarisation ont augmenté. Mais en tout état de cause, le niveau de développement des ressources humaines du continent laisse à désirer. En effet, les progrès accomplis sur ce plan sont de plus en plus compromis par la pandémie du VIH/SIDA et par la réapparition d'autres maladies tropicales, comme le paludisme. Dans les années 90, le sida a réduit de 0,8 % environ la croissance annuelle par habitant en Afrique. Les modèles statistiques font apparaître un avenir sombre. Dans les pays les plus touchés, le volume de l'activité économique pourrait baisser de 20 à 40 % d'ici une vingtaine d'années par rapport à ce qu'il eût été sans le sida.

L'accumulation du capital humain est également liée à des facteurs externes positifs, comme la baisse de la fécondité ou les effets intergénérationnels. Plus les parents (en particulier les mères) sont instruits plus le niveau d'instruction et l'état de santé de tous les enfants s'améliorent, en particulier celui des filles.

Par ailleurs, de meilleurs soins de santé, des services de meilleure qualité et plus accessibles, un niveau d'éducation plus élevé et des choix plus larges offerts aux femmes, des millions de personnes ont opté dans de nombreux pays pour des familles moins nombreuses. Durant le processus de la baisse de fécondité, l'effet du développement humain est indiscutable, notamment des progrès de la lutte contre la mortalité, de la scolarisation, de l'urbanisation et des conditions de vie.

Les pays les plus pauvres ont manqué ces occasions. Ils n'ont pas l'information qui leur permettrait de reconnaître les changements recommandant d'avoir moins d'enfants et d'investir davantage dans la santé et l'éducation d'un nombre réduit d'enfants. Les pauvres ont besoin d'investissements qui renforcent les services et institutions et qui ouvrent de nouvelles possibilités, particulièrement aux femmes. Ces investissements conduisent à l'amélioration de la santé publique, permettent aux parents d'avoir le nombre d'enfants qu'ils désirent, encouragent une nouvelle baisse de la fécondité désirée et rendent possible une meilleure éducation. Le processus a pour effet de "hâter l'accumulation du capital humain" nécessaire à un développement accéléré et viable à long terme.

L'analyse des effets des taux de fertilité des populations sur la croissance économique, mais également celle portant sur la relation entre le SIDA et la croissance économique constituent des champs de recherche émergents.

## Annexes

### 5.1 Annexe A : Algorithme d'estimation du modèle additif généralisé (GAM)

L'implémentation pratique pour l'estimation du modèle GAM se selon les étapes suivantes (voir aussi Van (2003)).

#### Procédure d'estimation

(i) Centrer les données

(ii) Régresser les résidus sur  $X_j$ ,  $j = 1, \dots, p$  en utilisant l'algorithme backfitting décrit ci-dessous. Le lissage qui en résulte constitue la première estimation de  $f_j(X_j)$ , notée  $\hat{f}_j(X_j)$ .

(iii) Faire l'estimation par les moindres carrés ordinaires de  $\gamma : \hat{\gamma} = E\left(Y - \hat{\alpha} - \sum_{j=1}^p \hat{f}_j(X_j) / \mathbf{Z}\right)$ , où  $\hat{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_i Y_i$ .

On centre les données à nouveau et le processus continue jusqu'à ce qu'il y'ait convergence.

#### Algorithme backfitting

(a) Initialiser  $\hat{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_i Y_i$ ,  $f_j(X_j) = f_j^0(X_j)$ ,  $j = 1, \dots, p$

(b) Cycle :  $j = 1, \dots, p, 1, \dots, p, \dots$

$$\hat{f}_j(X_j) = S_j \left( Y - \hat{\alpha} - \sum_{k \neq j} \hat{f}_j(X_k) / X_j \right).$$

Continuer (b) jusqu'à ce que les fonctions individuelles ne changent plus.  $S_j$  est le lisseur utilisant les  $k$  plus proches voisinages symétriques pour  $f_j^0$ .

Le degré de liberté de  $\hat{f}_j$  ajusté noté  $df_j$  peut être approximé par la trace de  $2\mathbf{S}_j - \mathbf{S}_j \mathbf{S}_j'$  avec  $\mathbf{S}_j$ , la matrice de lissage et on a  $\hat{\mathbf{f}} = \mathbf{S}_j \mathbf{w}$  ( $\hat{\mathbf{f}}$  est le vecteur des  $\hat{f}_j$  et  $w$  est le vecteur correspondant à  $Y - \hat{\alpha} - \sum_{k \neq j} \hat{f}_j(X_k)$ ). Dans le cas

des OLS, on a  $\mathbf{S}_j = \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'$ , où  $\mathbf{X}$  est la matrice des régresseurs et  $df_i = 1$ .

Pour comparer deux lissages individuels  $\hat{\mathbf{f}}_j^1 = \mathbf{S}_{j,1} w$  et  $\hat{\mathbf{f}}_j^2 = \mathbf{S}_{j,2} w$ , on peut utiliser le test approximatif :

$$J = \frac{(RSS_1 - RSS_2) / (df_2 - df_1)}{RSS_2 / (n - df_2)} \sim F_{df_2 - df_1, n - df_2}$$

où  $RSS_1$  et  $RSS_2$  sont respectivement la somme des carrés des résidus des modèles correspondant à  $\hat{f}_{j,1}$  et  $\hat{f}_{j,2}$ . La distribution du "gain" statistique  $J \times (df_2 - df_1)$  peut être approximée par  $\chi^2(df_2 - df_1)$ .

## 5.2 Annexe B : liste des variables, nature et sources correspondantes

Tableau A Liste des variables utilisées

Variables	Définition	type	source
PIB par habitant	$\frac{Y_{it}-Y_{it-1}}{Y_{it-1}}$	cont <sup>(a)</sup>	1 <sup>(c)</sup>
Dépenses de santé	Mesurées en % du PIB	cont	2 <sup>(d)</sup>
Espérance de vie à la naissance	Mesurée en nombre d'années	cont.	3 <sup>(e)</sup>
Taux de mortalité infantile	Exprimé par milliers	cont	3
Taux de scol. primaire	Taux	cont	3
Taux de scol. secondaire	Taux	cont	3
Taux de scolarisation sup	Taux	cont	3
Economies en transition	=1 si économie en transition	ind. <sup>(b)</sup>	3
Asie de l'Est et Pacifique	=1 si Asie de l'Est et Pacifique	ind.	3
Europe de l'Est et Asie centrale	=1 si Europe de l'Est et Asie centrale	ind.	3
Moyen Orient et Afr. du Nord	=1 si Moyen Orient et Afr. du Nord	ind.	3
Asie du Sud	=1 si Asie du Sud	ind.	3
Europe de l'Ouest	=1 si Europe de l'Ouest	ind.	3
Amérique du nord	=1 si Amérique du nord	ind.	3
Afrique sub-saharienne	=1 si Afrique sub-saharienne	ind.	3
Amérique latine et Caraïbe	=1 si Amérique latine et Caraïbe	ind.	3
OCDE	=1 si OCDE	ind.	3

(a) : variables continues ; (b) : indicatrices ; (c) : Penn World Table Version 6.1 ;

(d) : "Health, Nutrition and Population" : "The World Bank". (e) : "World Development Indicators".

## 5.3 Annexe C : Liste des pays utilisés dans l'estimation

Afghanistan, Albania, Algeria, American Samoa, Andorra, Angola, Antigua and Barbuda, Argentina, Armenia, Aruba, Australia, Austria, Azerbaijan, Bahamas, The Bahrain, Bangladesh, Barbados, Belarus, Belgium, Belize, Benin, Bermuda, Bhutan, Bolivia, Bosnia and Herzegovina Botswana, Brazil, Brunei, Bulgaria, Burkina Faso, Burundi, Cambodia, Cameroon, Canada, Cape Verde, Cayman Islands, Central African Republic, Chad, Channel Islands, Chile, China Colombia, Comoros, Congo, Dem. Rep., Congo, Rep., Costa Rica, Cote d'Ivoire, Croatia, Cuba Cyprus, Czech Republic, Denmark, Djibouti, Dominica, Dominican Republic, Ecuador, Egypt, Arab Rep., El Salvador, Equatorial Guinea, Eritrea, Estonia, Ethiopia, Faeroe Islands, Fiji Finland, France, French Guiana, French Polynesia, Gabon, Gambia, The Georgia, Germany Germany, Fed. Rep. (former), Ghana, Greece, Greenland, Grenada, Guadeloupe, Guam, Guatemala Guinea, Guinea-Bissau, Guyana, Haiti, Honduras, Hong Kong, China, Hungary, Iceland, India Indonesia, Iran, Islamic Rep., Iraq, Ireland, Isle of Man, Israel, Italy, Jamaica,

Japan Jordan, Kazakhstan, Kenya, Kiribati, Korea, Dem. Rep., Korea, Rep., Kuwait, Kyrgyz Republic Lao PDR, Latvia, Lebanon, Lesotho, Liberia, Libya, Liechtenstein, Lithuania, Luxembourg Macao, Macedonia, FYR, Madagascar, Malawi, Malaysia, Maldives, Mali, Malta, Marshall Islands, Martinique, Mauritania, Mauritius, Mayotte, Mexico, Micronesia, Fed. Sts., Moldova Monaco, Mongolia, Morocco, Mozambique, Myanmar, N. Mariana Islands, Namibia, Nepal, Netherlands, Netherlands Antilles, New Caledonia, New Zealand, Nicaragua, Niger, Nigeria Norway, Oman, Pakistan, Palau, Panama, Papua New Guinea, Paraguay, Peru, Philippines Poland, Portugal, Puerto Rico, Qatar, Reunion, Romania, Russian Federation, Rwanda, Samoa Sao Tome and Principe, Saudi Arabia, Senegal, Seychelles, Sierra Leone, Singapore Slovak Republic, Slovenia, Solomon Islands, Somalia, South Africa, Spain, Sri Lanka St. Kitts and Nevis, St. Lucia, St. Vincent and the Grenadines, Sudan, Suriname, Swaziland Sweden, Switzerland, Syrian Arab Republic, Taiwan, China, Tajikistan, Tanzania, Thailand Togo, Tonga, Trinidad and Tobago, Tunisia, Turkey, Turkmenistan, Uganda, Ukraine, United Arab Emirates, United Kingdom, United States, Uruguay, Uzbekistan, Vanuatu, Venezuela Vietnam, Virgin Islands (U.S.), West Bank and Gaza, Yemen, Rep., Yugoslavia, FR , Serbia/Montenegro), Zambia, Zimbabwe.

## Références

- BARRO, R. J. (1996) : *Health and Economic Growth*. mimeo, Harvard University.
- BARRO, R. J. ET J. LEE (1994) : “Sources of Economic Growth”, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 40, 1–46.
- BARRO, R. J. ET X. SALA-Í-MARTIN (1995) : *Economic Growth*. McGraw-Hill, New York.
- BHARGAVA, A., D. JAMISON, L. LAU ET C. MURRAY (2001) : “Modelling the Effects of Health on Economic Growth”, *Journal Economics*, 20(3), 423–440.
- BLOOM, D. E. ET P. MALANEY (1998) : “Macroeconomic consequences of the Russian Mortality Crisis”, *World Development*, 26, 2073–2085.
- BLOOM, D. E., J. SACHS ET WILLIAMSON (1998) : “Geography, Demography, and Economic Growth in Africa”, *Brookings Papers on Economic Activity*, 2, 207–273.
- DE LA CROIX, D. ET M. DOEPKE (2003) : “Private versus Public Education when Fertility Matters”, *Forthcoming in Journal of Development Economics*.
- DIENE, B. (2003) : “Croissance Economique, Capital Humain et Santé : une Etude Théorique et Empirique”, *Mémoire de DEA de Sciences Economiques, Université Louis Pasteur, Strasbourg 1*.
- HASTIE, T. J. ET R. J. TIBSHIRANI (1990) : “Generalized Additive Models”, Chapman and Hall, London, New York.
- LUCAS, R. E. (1988) : “On the Mechanics of Economic Development”, *Journal of Monetary Economics*, 22, 3–42.
- SALA-Í-MARTIN, X. (1997a) : “I Just Ran Four Million Regressions”, NBER Working Paper No. 6252.
- (1997b) : “I Just Ran Two Million Regressions”, *American Economic Review, Papers and Proceedings*, 87, 178–183.
- UZAWA, H. (1961) : “Neutral Inventions and the Stability of Growth Equilibrium”, *Review of Economic Studies*, 28, 117–124.
- VAN, P. N. (2003) : “A semiparametric analysis of determinants of protected area”, *Documents de travail*, 3.