

Les Déterminants de la Déforestation dans les Pays du Bassin du Congo

Nerry MBALLA

Doctorant en économie de l'environnement, Université de Yaoundé II

B.P. 1365 Yaoundé (Cameroun)

E-mail : nerry_mballa@yahoo.fr

Luc Armand TOTOUM FOTUE (auteur correspondant)

Doctorant en économie de l'environnement, Université de Yaoundé II

B.P. 1365 Yaoundé (Cameroun)

E-mail : tofoluc@yahoo.fr

Claude NJOMGANG

Enseignant, Agrégé des Facultés des Sciences Economiques, Université de Yaoundé II

B.P. 1365 Yaoundé (Cameroun)

E-mail : njomgang@yahoo.fr

Résumé : Le bassin du Congo constitue le deuxième plus grand massif forestier dans le monde après l'Amazonie. Une saine gestion des nombreuses richesses qu'il regorge passe par une identification au préalable des facteurs à l'origine de leur dégradation. L'objectif de cette étude est de déterminer les causes économiques de la déforestation dans les pays du bassin du Congo. Nous utilisons un modèle avec données de panel pour l'analyse économétrique. Le résultat des estimations montre que les coefficients des variables « taux de croissance du PIB » et « valeur ajoutée de l'agriculture » sont positifs et significatifs au seuil de 1%. La relation de Kuznets est également mise en évidence dans la sous-région.

Mots clés : déterminants, déforestation, bassin du Congo.

Deforestation Determinants in Congolese Basin Countries

Abstract: The Congo Basin is the second most important forest of the world after Amazonia. The identification of factors influencing the degradation of this forest is a precondition necessary for the implementation of any effective management of the resource. This study identifies the economic determinants of the Congo Basin degradation. We use a model with panel data for econometric analysis. Estimations result show that the coefficient of the "GDP growth rate" and the "agricultural added value" variables are statistically significant and have a positive sign. The study also put in evidence the existence of the Kuznets relation in the sub-region.

Key Words: determinants, deforestation, Congo Basin.

1. Introduction

Les ressources forestières de la planète s'étendent sur une superficie estimée à près de 4 milliards d'hectares, ce qui représente près de 30% de la superficie totale des terres (FAO, 2005). Ces ressources offrent de multiples bénéfices et constituent une aubaine pour les pays qui les possèdent. C'est le cas des pays d'Afrique centrale, pays qui abritent le bassin du Congo¹ et dans lesquelles le bois fait partie des principaux produits d'exportation (Eba'a, 2008).

Les pays du bassin du Congo, sont dotés d'une immense richesse forestière. D'après la FAO, l'ensemble du massif forestier de la sous-région était de 227,61 millions d'hectares en 2005 dont 180 millions d'hectares de forêt dense humide. Cette forêt représente pour les pays de la sous-région d'immenses richesses économiques, écologiques et biologiques. Le commerce des bois tropicaux y représente en moyenne 6% du PIB et 10% des recettes d'exportation (Eba'a et al., 2008). L'exploitation de ces bois assure des emplois importants aux populations, crée des pôles d'activités qui structurent des espaces (construction de routes, d'écoles, de dispensaires...) et permet la création des services publics. La forêt constitue en outre, une source d'alimentation et d'énergie pour les millions d'habitants qui y vivent et près de 30 millions de personnes en dépendent directement (Mayaux et Achard, 1999 ; Maziz et Fondjo, 2008).

Malgré les immenses avantages qu'offre le bassin du Congo, la déforestation dans ce massif forestier connaît une avancée préoccupante. Les causes de cette dégradation peuvent être classées en deux catégories : les causes directes et les causes indirectes. Les causes directes sont liées par exemple à l'exploitation agricole à travers son expansion qui se fait au détriment du couvert forestier, à l'exploitation minière avec la prédominance de l'exploitation artisanale, à l'exploitation pétrolière ou encore à l'extension des infrastructures qui exige le défrichement et favorise à la suite le développement du commerce des produits forestiers (Kanninen, 2009). Quant aux causes indirectes, on peut citer la croissance démographique qui accentue la pression des populations sur

¹ Le bassin du Congo est le deuxième massif forestier dans le monde après l'Amazonie.

les ressources forestières.

De manière conceptuelle, la déforestation renferme une double signification : d'une part, elle est considérée comme la réduction par conversion du couvert forestier en tout autre type d'occupation des sols ; d'autre part, elle désigne au plan environnemental un processus conduisant à l'émission de gaz à effet de serre (GES) provenant d'activités humaines (Njomgang, 2009).

La question de la déforestation est un sujet de préoccupation majeur et reste hissée au deuxième rang des préoccupations environnementales (Ozer, 2004). Dans les pays du bassin du Congo, le taux moyen annuel de déforestation sur la période 1990 à 2006 est de 0,4% pour l'ensemble des types de forêts. Ce taux en moyenne annuelle dans les forêts denses humides est de 0,16% (Eba'a et al., 2008). A ce rythme, il ne restera plus de forêt ombrophile² en 2050 et le couvert forestier disparaîtra dans les trois prochains siècles (Medjigbodo, 2004). Selon Koyo (2003), cette situation dans les pays en développement (PED) est imputable à l'essor des activités économiques qui y sont menées et qui ne prennent pas en compte les questions environnementales et de développement durable.

Au regard de l'importance socioéconomique et environnementale des forêts d'Afrique centrale et compte tenu du rythme avancée de leur destruction, un mode de management sain des ressources, compatible avec un développement à long terme s'impose. En effet, la forêt est une ressource naturelle renouvelable et donc, sa gestion doit se faire de manière durable afin de pérenniser la ressource et garantir de meilleures conditions de vie aux générations futures. La connaissance des déterminants de la dégradation des forêts constitue un préalable à toute politique de gestion saine et efficace de celles-ci. Ainsi, cette étude se fixe comme objectif, d'identifier les déterminants économiques de la déforestation dans les pays du bassin du Congo. C'est la dimension physique de la déforestation caractérisée par la diminution des superficies forestières qui est pris en compte ici. Les données nécessaires pour notre étude sont issues de la FAO et du World development indicator (WDI, 2008) produit par la Banque Mondiale. La suite du papier est constituée des articulations suivantes : Revue de la littérature, analyse économétrique, résultats, éléments de conclusion.

² Une forêt ombrophile est celle qui ne porte pas la trace d'une activité anthropique.

2. Revue de la littérature

L'apport de l'économie à l'analyse de la déforestation se fait aussi bien au niveau théorique qu'au niveau empirique. Au plan empirique, les travaux existants sont nombreux. Angelsen et Kaimowitz (1998), recensent pas moins de 150 modèles économétriques formels sur ce sujet. L'étude des déterminants de la déforestation révèle qu'il n'existe pas de consensus permettant de savoir quelles variables inclure dans un modèle empirique. Deux types de modèles sont généralement utilisés : les modèles en coupe transversale et les modèles avec données de panel.

Les modèles en coupe transversale

Dans le cas de la déforestation, les modèles de régression en coupe transversale font très souvent face à un problème de taille de l'échantillon d'étude. Dans son analyse préliminaire, Rudel (1989), a dû contraindre son échantillon à 36 pays, étant donné la faible qualité des données. Pour sa part, l'échantillon de Rock (1996) contient seulement 39 pays. Or il est difficilement concevable de généraliser des résultats lorsque les modèles de régression n'atteignent pas le seuil minimum de degrés de liberté avec $n=40$. Les conclusions sont dès lors caduques et la généralité que ces analyses cherchent à établir est contestable.

Certains auteurs, comme Palo et Letho (1996), réussissent à contourner ce problème en utilisant des unités régionales plutôt que des entités nationales, ce qui leur permet de disposer d'un échantillon de taille plus grande. Toutefois, en fragmentant les entités nationales de la sorte, ils exacerbent le problème de la qualité de la précision et de l'uniformité des données. Ils gagnent en taille d'échantillon et abandonnent la qualité et la relative homogénéité des données.

Barbeau (2003), sur un échantillon de 53 pays a utilisé un modèle de régression linéaire multiple suivant le groupe des pays. Son modèle se présente de la manière suivante :

$$y_i = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j x_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Où :

y_i est le taux de déforestation

x_{ij} est l'ensemble des variables explicatives

les β_j sont les coefficients des variables

les indices i et j représente respectivement les pays et les variables explicatives utilisées.

Ce modèle postule comme hypothèse, qu'il existe une structure commune à tous les pays de l'échantillon, c'est-à-dire l'effet de changement de n'importe quelle variable explicative sera le même pour chacun des pays. A l'exemple des précédents travaux en coupe transversale, ce modèle a été estimé par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO). Le résultat relève l'existence de la relation de Kuznets, avec comme point de retournement un PIB/tête de 2100 dollars US pour l'ensemble de l'échantillon. Outre cette relation, l'estimation révèle également l'effet d'autres variables économiques comme la part de l'agriculture dans le PIB ; cette variable a un coefficient positif et significatif. Par contre, la variable dette extérieure apparaît positive, mais non significative.

Les modèles avec données de panel

Le débat sur les déterminants économiques de la déforestation se résume à la mise en évidence de la courbe environnementale de Kuznets (CEK) entre le taux de déforestation et le revenu par habitant (Meunié, 2004). Les résultats des études sur cette relation restent contrariés. Cropper et Griffiths (1994) ont étudié un échantillon de 64 pays en voie de développement sur la période 1961 et 1988 et ont mis en évidence l'existence de la courbe de Kuznets entre le taux de déforestation et le revenu par tête pour les pays africains et les pays de l'Amérique latine (avec les points de retournement respectifs de 4760 et 5420 dollars par tête). Bhattarai et Hammig (2001) ont adopté un modèle de panel à effets fixes sur un échantillon de 66 pays de 1972 à 1991 et ont montré une relation de

Kuznets. Shafick (1994) ; Koop et Tole (1999) utilisent respectivement un modèle de panel à effets fixes sur un échantillon de 66 pays entre 1962 et 1986 et un modèle paramétrique à coefficients aléatoires sur un échantillon de 76 pays tropicaux en voie de développement pour la période 1961 et 1992. Les deux études ne montrent pas l'existence de la relation de Kuznets. Azomahou et Nguyen (2003) ont utilisé un modèle de panel en mettant l'accent sur les interactions spatiales à partir d'un échantillon de 85 pays sur la période 1961-1994. Ils obtiennent une relation en forme de U (inverse de la relation de Kuznets) entre le revenu par habitant et la déforestation (Azomahou et Nguyen, 2003 ; Duval et Wolff, 2009).

En général, les modèles utilisant les données en coupe transversale ou en panel permettent de mettre en évidence l'incidence d'autres variables que celles évoquées jusqu'ici sur la déforestation, ce d'autant plus qu'il n'existe pas de consensus permettant de savoir quelles variables inclure dans un modèle empirique.

Des travaux empiriques comme ceux de Nelson et Hellerstein (1997), ont montré que les infrastructures jouaient un rôle important dans la déforestation. Ahrhardt-Martinez, (1998) ont reconnu l'urbanisation comme un facteur déterminant de la déforestation. Barbier (2004) a étudié la relation entre l'expansion des surfaces agricoles et la déforestation sur les pays d'Amérique latine, d'Afrique subsaharienne et d'Asie du sud-est entre 1960-1999. Il trouve une influence positive de l'augmentation du revenu agricole et de la croissance de population rurale sur l'expansion des surfaces agricoles. Les études de Ehrhardt-Martinez, (1998); Chomitz et al., (2006); Alix-Garcia, (2008) soulignent l'impact de la pauvreté et des inégalités sur la déforestation. Arcand et al. (2008) montrent à partir d'un échantillon de 122 pays qu'une dépréciation du taux de change réel accentue la déforestation dans les pays en développement, mais l'atténue dans les pays développés. Par ailleurs, la dette extérieure peut encourager les PED à déboiser afin de se procurer des devises étrangères. Duval et Wolff (2009) ont étudié l'effet des transferts migratoires sur la déforestation à partir d'un échantillon de 102 pays sur la période 1990-2005. Ils aboutissent au résultat selon lequel le taux de déforestation décroît pour l'ensemble des pays au fur et à mesure que la part des

transferts migratoires dans le PIB augmente. Toutefois, ils n'ont pas mis en évidence la relation de Kuznets.

D'autres études ont mis en évidence le rôle joué par les facteurs démographiques dans la déforestation. Différentes variables sont utilisées dans les travaux empiriques pour évaluer l'effet des facteurs démographiques: la taille de la population totale, le taux de croissance de la population totale, la densité de la population ou encore la part de la population rurale dans la population totale. A partir d'un échantillon de 39 pays d'Afrique, d'Amérique latine et d'Asie sur la période 1968-1978, Allen et Barnes (1985) montrent qu'une augmentation de la population totale est associée à une réduction des superficies forestières. Bhattarai et Hammig (2001) trouvent que le taux de croissance de la population et la densité de la population rurale ont des effets différents sur la déforestation selon les groupes de pays. Ainsi l'accroissement de la population est significatif et négatif en Amérique latine et en Afrique, mais positif en Asie. La densité de la population rurale est significative et négative uniquement en Asie. Une étude de la FAO (1993) suggère que le rapport entre la surface forestière et la surface totale est une fonction logistique de la densité de population. Ceci implique que la variation en pourcentage de la surface forestière (ou taux de déforestation) dépend à la fois de la densité et du taux de croissance de la population (Azomahou et Nguyen, 2003).

D'autres études se sont intéressées à l'influence des facteurs politiques et institutionnels sur la déforestation. Deacon (1994), et Bhattarai et Hammig (2001) soulignent que la déforestation est accentuée dans les pays où la démocratie est faible et les institutions politiques de mauvaise qualité. Culas (2007), Bhattarai et Hammig (2004) et Combes et al. (2009) mettent en évidence une CEK pour la déforestation en insistant sur l'importance des facteurs institutionnels. Par ailleurs selon Angelsen (1999) et Deacon (1999), les droits de propriété et les difficultés rencontrées pour les faire respecter dans certains pays en développement peuvent également constituer des facteurs explicatifs de la déforestation (Duval et Wolff, 2009). Une bonne qualité des institutions tend à freiner la déforestation (Arcand et al, 2003 ; Ehrhardt-Martinez et al., 2002 ; Barbier, 2004). Araujo et al.

(2005) ont étudié la relation entre insécurité foncière et la déforestation à partir des données de l'Amazonie. Cette étude porte sur les neuf Etats de l'Amazonie légale durant la période 1987-2000. Leur résultat met en évidence à l'aide d'un modèle des données de panel, un effet positif et significatif des assassinats en milieu rural sur le taux de déforestation. En plus l'hypothèse de relation de Kuznets n'est pas rejetée.

Ces considérations justifient l'utilisation d'un modèle économétrique pour cette étude dans lequel, la déforestation est déterminée par les facteurs économiques. Ainsi, nous allons utiliser dans la suite un modèle de données de panel (modèle à effets fixes et effets aléatoire).

3. Analyse économétrique

3.1 Spécification du modèle

Pour évaluer l'impact des facteurs économiques de la déforestation dans les pays du bassin du Congo, nous avons opté pour un modèle linéaire où le taux de déforestation est exprimé en fonction d'un certain nombre de variables.

Le modèle est tiré des travaux de Duval et Wolff (2009). Toutes les variables utilisées par Duval et Wolff ne vont être reprises dans notre modèle, dans la mesure où la disponibilité de certaines données nous fait défaut. En outre, certaines variables ne conviennent pas à notre spécification qui exige que le nombre des variables explicatives ne dépasse le nombre d'individus dans l'observation (six individus correspondant aux six pays du bassin du Congo). Par ailleurs, cette étude se distingue de celle de Duval et Wolff (2009) par le fait que le taux de déforestation utilisé dans ce modèle est obtenu année après année, contrairement à ces derniers qui ont observé les superficies forestières en trois périodes (1990, 2000 et 2005) et génère deux taux de déforestation pour leur analyse. En outre, nous avons introduit la variable « valeur ajoutée de l'agriculture ». Ainsi, le modèle se présente de la manière suivante :

$$tdef_{it} = \beta_0 + \beta_1 * pibt_{it} + \beta_2 * pibt_{it}^2 + \beta_3 * pibc_{it} + \beta_4 * vag_{it} + \beta_5 * trade_{it} + \beta_6 * gpop_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

Les différents β sont les paramètres d'intérêt à estimer, les indices i ($i=1\dots6$) et t ($t=1990\dots2006$) représentent respectivement les pays et les années d'observation. Nous retenons un profil quadratique pour le PIB par tête afin de tester l'existence d'une courbe environnementale de Kuznets. Dans cette équation, α_i et ε_{it} représentent respectivement les effets individuels et le terme d'erreur pour lesquels nous supposons de manière usuelle qu'ils suivent la loi normale et que :

$$E[\alpha_i] = 0, E[\varepsilon_{it}] = 0$$

$$E[\alpha_i^2] = \sigma_\alpha^2, E[\varepsilon_{it}^2] = \sigma_\varepsilon^2 \text{ et } E[\alpha_i, \varepsilon_{it}] = 0$$

3.2 Les variables d'analyses

3.2.1 La variable dépendante : le taux de déforestation (tdef)

La variable que nous cherchons à expliquer est le « taux de déforestation » à la date t défini de la façon suivante:

$$\frac{F_{it-1} - F_{it}}{F_{it-1}}$$

Où F_{it} désigne la surface forestière du pays i à l'année t . Pour calculer ce taux, nous utilisons des données relatives à la superficie forestière (mesurée en milliers d'hectares) extraites du rapport de la FAO intitulé *Evaluations des ressources forestières mondiales 2005*. Les données de la FAO sont les plus exhaustives actuellement disponibles et font autorité sur le plan international³.

3.2.2 Variables explicatives

Le produit intérieur brut par habitant et son carré (pib/h et pib/hs) : le PIB par tête permet

³ Les données forestières de la FAO sont utilisées comme indicateur pour la surveillance des progrès vers les objectifs du millénaire pour le développement convenus par les Nations Unies. De l'autre, elles sont utilisées par le Groupe Intergouvernemental des Experts sur le Changement Climatique (GIEC), qui est chargé par les Nations Unies d'évaluer les conséquences du réchauffement climatique.

d'approximer le niveau de revenu moyen des habitants. Angelsen et Kaimowitz (1999), indiquent qu'un revenu national plus grand peut réduire la pression exercée sur les forêts suivant la théorie de la transition forestière, mais peut aussi favoriser la déforestation en stimulant la demande des produits agricoles et forestiers. Le PIB/tête et son carré permettent de valider ou non l'existence de la courbe environnementale de Kuznets. Cette hypothèse suggère que le coefficient associé au PIB/tête soit positif et que celui associé à la forme quadratique soit quant à lui négative. Le PIB est exprimé en dollar constant avec pour année de référence l'année 2000, il est spécifiée en logarithme. Cette variable est extraite de la table de Banque Mondiale, *World Development Indicators* (WDI, 2008).

Le commerce (trade) : Le commerce ici représente, une variable d'ouverture commerciale et correspond au degré d'ouverture de l'économie mesuré par la différence entre les exportations et les importations des biens et services exprimée en pourcentage du PIB. Cette variable a été utilisée aussi par Barbier (Op. cit) pour capter l'impact de degré d'ouverture d'une économie sur le couvert forestier. Le choix de cette variable se justifie par le fait que, l'exportation dans les pays en développement (PED) est beaucoup plus basée sur les produits primaires dont l'exploitation ou l'extraction pourrait être dommageable à la biodiversité et au couvert forestier. Cette variable est tirée du WDI (2008).

Le taux de croissance du PIB (pib/c) : Cette variable sert à capter le niveau de développement d'un pays. La croissance du PIB favoriserait la déforestation, en stimulant la demande des produits agricoles et forestiers et en améliorant l'accès aux forêts vierges et à des marchés reculés. Le taux de croissance du PIB est exprimé en pourcentage et est tiré du WDI (2008).

Le taux de croissance de population (gpop) : Les facteurs liés à la population (taux de croissance de la population et la densité de la population dans une certaine mesure) sont généralement considérés comme facteurs explicatifs de la déforestation dans les PED. Une augmentation de la taille de population crée une augmentation de la demande pour la nourriture, l'énergie, les logements et les services de santé, ce qui crée en retour une pression supplémentaire sur les

ressources forestières. Allen et Barnes (Op. cit), ont souligné que dans les PED, un taux de croissance démographique élevé est associé à un taux de déforestation important. Une étude de la FAO (1993) aboutit à la même conclusion. Dans notre étude, les données relatives à la variable démographique sont extraites du WDI (2008).

Valeur ajoutée de l'agriculture (v.a.g) : A la lumière des différentes études portant sur les déterminants de la déforestation, l'importance de la valeur ajoutée de l'agriculture a été très peu évaluée à l'aide d'outils économétriques bien qu'il existe plusieurs travaux qui évoquent le rôle qu'elle peut jouer. Les quelques études qui ont porté sur cette variable l'ont spécifié de plusieurs manières⁴. Dans notre étude, cette variable est exprimée en dollar constant avec pour année de référence l'année 2000 et est spécifiée en logarithme. Elle provient également WDI (2008).

3.2.3 Statistiques descriptives des principales variables de l'étude

Pour l'ensemble des pays de la sous-région, les statistiques indiquent un taux moyen annuel de déforestation qui se situe autour de 0.4%. Ainsi, la sous- région perd chaque année environ 0,4% de son couvert forestier, ce qui n'est pas négligeable dans la mesure où si ce taux est maintenu, on va vers la disparition entière des forêts de cette zone d'ici trois siècles.

De manière individuelle, le Cameroun enregistre le taux de déforestation annuel le plus élevé avec environ 0.97%, ceci peut s'expliquer par le fait que le bois est la deuxième ressource la plus exportée après le pétrole pour ce pays. Il est suivi par la Guinée Equatoriale avec 0.87%. Par contre le Gabon détient le taux le plus faible de la sous-région (0.0464%).

Les statistiques descriptives des variables indépendantes se présentent comme suit :

PIB/h : Le Gabon possède sur cette période le PIB moyen par habitant, le plus élevé qui est de 12.603 dollars US par habitant, suivi de la Guinée Equatoriale avec 10.349 dollars. Le PIB/tête de ces deux pays, sont loin de la moyenne de la sous-région chiffrée à 4683 dollars. La RDC ferme la

⁴ S'agissant des différentes spécifications, voir Claudio (2001), Delacote (2004) entre autres.

manche avec un revenu par habitant moyen de 282 dollars, soit plus de 44 fois moins que celui du Gabon. On remarque également qu'à ce niveau élevé de revenu par habitant au Gabon et en Guinée Equatoriale est associé deux niveaux différents des taux de déforestation : La Guinée équatoriale avec un revenu par habitant le plus élevé possède un taux de déboisement relativement élevé ; le Gabon quant à lui avec un PIB/h élevé et un taux de déforestation le plus faible. Ces deux résultats reflètent en quelque sorte la nature ambiguë de la relation entre l'évolution de la croissance économique et la modification de la qualité de l'environnement.

Valeur ajoutée de l'agriculture : Pour ce qui est de l'évolution du volume de la valeur ajoutée de l'agriculture, La RDC décroche la moyenne la plus élevée de la sous région alors que la Guinée Equatoriale est le pays qui a le plus faible volume moyen de la richesse créée par le secteur agricole. Cette situation confirme le fait que l'agriculture reste la principale activité économique des pays à faible revenu.

Taux de croissance du PIB : La Guinée Equatoriale détient la moyenne du taux de croissance du PIB le plus élevé sur la période 1990 – 2006. Par contre la RDC a une valeur négative pour la même période.

4. Résultats

Les résultats des estimations sont présentés dans le tableau1 ci-dessous. Tous ces résultats sont obtenus avec le logiciel Stata version 9.1.

Tableau 1 : Résultat des estimations

Variables	Effets fixes	Effets aléatoires
Constant	-7.5932 (-3.61)***	-6.9698 (-4.17)***
Pibc	0.0154 (3.34)***	0.01389 (3.75)***
Pib/h	0.7343 (2.03)**	0.9190 (3.13)***
Pib/h ²	-0.0454 (-1.87)*	-0.0567 (-3.04)***
Trade	0.0028 (1.82)*	0.0009 (0.80)
v.a.g	0.2753 (4.23)***	0.1866 (4.10)***
Gpop	-0.2960 (-2.66)***	-0.05400 (-0.68)
R ² ajusté	0.1710	0.6697
F-statistique/ stat Chi-deux	7.39	452.74
Nombre d'observations par pays	17	
Nombre de pays	6	

Hausman statistics	
Chi2 ; prob	10.90; 0.0916

Source: Résultat des estimations économétriques

Note : Les valeurs entre parenthèses représentent le t de student. (***), (**), (*) indiquent une significativité à 1%, 5%, et 10%..

Tests économétriques

✓ Tests de Fisher de la présence des effets fixes

L'hypothèse faite avant l'estimation du modèle à effets fixes est que les individus constituant l'échantillon comportent des effets individuels qui ne changent pas au cours du temps, mais varient pour chaque individu. L'estimation du modèle à effets fixes donne une statistique de Fisher qui permet de valider ou non la présence des effets fixes individuels. La statistique donnée confirme la présence des effets fixes, mais la commande de cette estimation n'admet pas l'option « robust » pour corriger l'hétéroscédasticité. Pour corriger ce problème, il convient de faire une estimation par la commande « areg » avec la procédure d'absorption de l'effet année. Les valeurs obtenues sont présentées à la première colonne du tableau précédent. Ainsi, nous pouvons admettre à ce niveau la présence d'effets fixes individuels dans le modèle.

✓ Test du multiplicateur de Lagrange

Breusch et Pagan (1980) ont proposé un test du Multiplicateur de Lagrange (LM), fondé sur les résidus des MCO, pour le modèle à effets aléatoires. Sous l'hypothèse nulle, LM suit un Chi-deux à un degré de liberté. Il s'agit de tester l'hypothèse nulle de présence des effets aléatoires contre l'hypothèse alternative suivant la statistique de Chi-deux. A la lecture de cette valeur dans le tableau des résultats, la p-value associée au test vaut 0, l'hypothèse de présence des effets aléatoires est acceptée.

✓ **Test de Hausman**

Le test de Hausman nous permet de choisir entre le modèle à effets fixes et celui à effets aléatoires le plus approprié. Sous l'hypothèse nulle (H_0), le modèle peut être spécifié avec des effets individuels aléatoires et l'on doit alors retenir l'estimateur des Moindres Carrés Généralisés (estimateur BLUE). Sous l'hypothèse alternative H_1 , le modèle serait spécifié avec des effets individuels fixes et l'on retiendrait l'estimateur *Within* (estimateur non biaisé). Sous l'hypothèse nulle (H_0), la statistique de Hausman (H) suit asymptotiquement un Chi-Deux à K degrés de liberté.

Les résultats nous montrent dans les deux cas que l'hypothèse nulle doit être acceptée. Par conséquent la spécification la plus appropriée est le modèle à effets aléatoires, et donc l'estimateur des Moindres Carrés Généralisés (MCG) est plus performant que celui des MCO.

Mise en évidence de la CEK

Pour tester l'existence de la CEK, nous effectuons comme Van Nguyen et Azomahou (2003) une régression simple (effets fixes et effets aléatoires) du taux de déforestation sur le terme linéaire et le terme quadratique du PIB par tête. Le résultat des estimations de ces différents effets est présenté dans le tableau 2.

Tableau 2 : La mise en évidence de la relation de Kuznets

Variables	Effets fixes	Effets aléatoires
Constante	-1.7618 (-3.85)	-1.7455 (-3.50)
PIB par tête	0.4842 (4.42)	0.4805 (4.44)

PIB par tête ²	-0.0253 (-4.01)	-0.0251 (-4.03)
Test de Hausman Chi2 ; prob	0.07 ; 0.9679	
Nombre d'observation	17	
Nombre de pays	6	

Source : Résultat des estimations sur la CEK

Interprétation des résultats

Les estimations sont obtenues par les MCG dans la mesure où le test de Hausman révèle que la spécification à effets fixes n'est pas la plus appropriée pour nos données (au seuil de 5%). L'hypothèse sous-jacente est donc celle d'une absence de corrélation entre les effets spécifiques « pays » et les différentes variables explicatives retenues dans la régression.

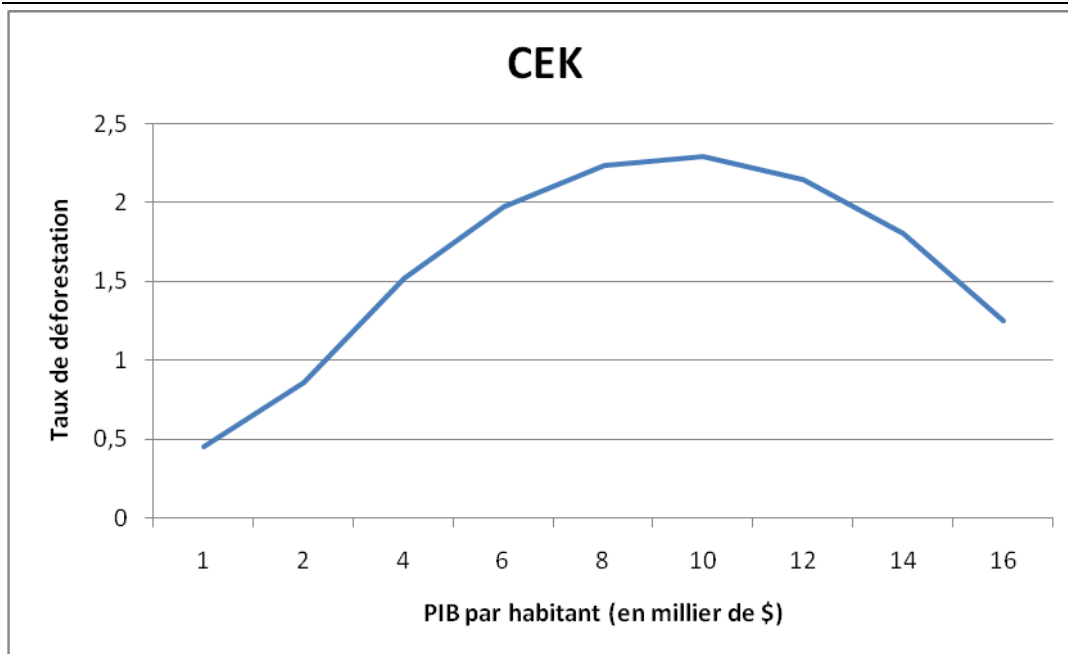
Tout d'abord, les résultats indiquent que le PIB par tête est significatif, il en est de même pour son carré au seuil de 1%. Ces résultats permettent aussi de mettre en évidence la relation de Kuznets reliant le PIB par tête au taux de déforestation. Les différentes régressions du tableau 1 (modèle à effets fixes comme à effets aléatoires) suggèrent l'existence de la CEK (figure 1) pour la déforestation sur la période 1990-2006 dans notre zone d'étude, rejoignant ainsi la conclusion de Cropper et Griffiths (1994), Battharai et Hammig (2001) et Culas (2007). Ce résultat montre que le taux de déforestation augmenterait dans un premier temps avec le PIB/tête et diminuerait par la suite à partir d'un certain seuil. Etant donné que les coefficients de ces deux variables sont significatifs, cela nous permet de déterminer le point de retournement. Il se situe à 8,10823 (en logarithme) ce qui équivaut à un PIB/tête moyen dans la sous région de 3321,69dollars.

La forêt apparaît comme un bien normal dans une hypothèse optimiste. La demande de ses biens et

services augmente au fur et à mesure que le revenu par habitant augmente et l'évolution du niveau de vie des populations accentue la pression sur le gouvernement pour l'amélioration de la qualité de l'environnement. Cela suggère également que l'effet d'une amélioration de revenu par habitant est à long terme bénéfique à l'amélioration des superficies forestières. Mais ce raisonnement n'apparaît pas comme une bonne nouvelle quant à la gestion durable des forêts du bassin du Congo. En effet, le point de retournement est loin de la moyenne de PIB/h actuelle de la sous-région. En plus, les deux pays qui ont un PIB/h dépassant ce seuil de retournement ne représentent qu'une faible proportion des populations de la sous région (environ 2%), alors que la RDC qui détient près de 80% de la population totale vivant dans la sous région détient encore un PIB/h très faible par rapport à la moyenne et reste trop loin du point de retournement.

Le taux de croissance du PIB à un coefficient positif et significatif, ce qui illustre bien la forte dépendance des pays de la sous région vis-à-vis des ressources naturelles. Toutefois, en devenant riche, les pays créent des emplois et des services dans des centres urbains notamment, de qui conduit les individus à migrer vers ces centres urbains. La migration des ménages vers les milieux urbains réduit les besoins en terres agricoles et donc le taux de déforestation. Cela confère la validation de la relation de Kuznets où la croissance à long terme atténue la qualité de l'environnement.

Figure 1 : Courbe environnementale de Kuznets pour les pays du bassin du Congo



Par ailleurs, la variable « ouverture commerciale » qui n'est pas significative dans le modèle à effets aléatoires l'est dans le modèle à effets fixes, et elle a le signe positif dans les deux cas. Ceci montre que l'ouverture de l'économie a un impact négatif sur les superficies forestières. Une élévation des termes de l'échange mènerait à de plus grands revenus en devises étrangères, l'appréciation des devises et l'expansion des activités résultantes du commerce des produits primaires, toute chose qui accentuerait la pression sur les forêts (Wunder et Verbist, 2003).

Contrairement à nos attentes, le taux de croissance de population à un signe négatif bien que non significatif. Cette situation trouve sa justification dans la théorie développée par Boserup (1970) selon laquelle, la croissance démographique peut avoir un effet positif sur le reboisement en raison des changements techniques qu'elle induit dans l'exploitation des terres (Arcand et al, 2008). De même une population qui a une demande de consommation tournée vers l'extérieure n'aurait pas à exercer la pression sur les ressources forestières.

Barbier (2004) est l'un des rares auteurs à avoir intégré dans son étude une variable représentant la valeur ajoutée créée par le secteur agricole. Il a obtenu un coefficient positif et significatif. Dans

notre modèle, nous avons aussi pris en compte le volume de richesse créé annuellement par le secteur agricole. Elle est significative au seuil de 1%, ce qui traduit le fait que l'agriculture se développe au détriment des surfaces forestières dans les pays du bassin du Congo. En général, une économie orientée vers l'agriculture extensive connaîtra un taux de déforestation plus élevé que les autres.

5. Conclusion

Cette étude porte sur l'analyse des déterminants économiques de la déforestation dans les pays du bassin du Congo. Le résultat des estimations sont pour l'essentiel conforme à nos attentes. En effet, les coefficients des variables « taux de croissance du PIB » et « valeur ajoutée de l'agriculture » ont le signe positif et sont significatifs au seuil de 1%. Par ailleurs, la relation de Kuznets a été mise en évidence par notre étude. A l'instar des travaux de Cropper et Griffiths (1994), Bhattarai et Hammig (2001) ainsi que Arcand et al (2008), ce dernier résultat montre que la croissance du PIB/h à long terme atténue la superficie du couvert forestier après avoir accentué leur dégradation dans un premier temps. La variable « ouverture commerciale » a quant à elle un coefficient positif mais non significatif, ce qui signifie que l'ouverture de l'économie ne contribue pas véritablement à la déforestation. La variable « taux de croissance de la population » a un coefficient négatif (mais non significatif). Ce résultat peut trouver une explication dans la théorie de Boserup (1970), selon laquelle une grande taille de population est synonyme d'adoption de techniques intensives.

L'étude que nous venons de mener présente certes des résultats intéressants, mais il faut rester un tout petit peu prudent dans l'interprétation des résultats obtenus. L'utilisation des données macroéconomiques dans l'objectif d'évaluer le rôle de l'agriculture dans la déforestation est aussi à prendre avec précaution, une étude microéconomique serait importante et permettrait d'obtenir un éclairage nouveau à ce sujet.

BIBLIOGRAPHIE

Araujo, C. et al., (2005), « Insécurité foncière et déforestation dans l'Amazonie Brésilienne », Communication aux Journées de l'AFSE, Clermont-Ferrand.

Arcand, J.L., Guillaumont P., Guillaumont Jeanneney S., (2008), « Deforestation and the real exchange rate », *Journal of Development Economics* 84, 242-262.

Barbeau, J. (2003). *Les causes macroéconomiques de la déforestation tropicale : une analyse empirique*. Mémoire de master, Université de Montréal.

Barbier, E. B., (2004) « Explaining Agricultural Land Expansion and Deforestation in Developing Countries », *American Journal of Agricultural Economics*, 86, 1347-1353.

Bhattarai, M. et Hammig, M. (2001) « Institutions and the Environmental Kuznets Curve for Deforestation: A Cross-country Analysis for Latin America, Africa and Asia », *World Development*, 29, 995-1010.

Bessat, C. (1996). *La déforestation dans les zones de savane humide en Afrique centrale subsaharienne*. UNRISD Discussion Paper No. 70.

COMBES, M., PIRARD, P. R. et COMBES, J-L. (2008). A Methodology to Estimate Impacts of Domestic Policies on Deforestation: Compensated Successful Efforts for "Avoided Deforestation" (REDD). Document de travail de la série *Etudes et Documents*.

Cropper, M. et Griffiths, C., (1994), « The Interaction of Population Growth and Environmental Quality », *American Economic Review*, 82, 250-254.

COMIFAC., (2006). *Les forêts du bassin du Congo : Etat des forêts 2006*, réalisé en collaboration par le PFBC, Belgique.

Deacon, R.T., (1994), « Deforestation and the rule of law in a cross-section of countries », *Land Economics* 70, 414-430.

Dery, S., (1996), « Expansion agricole et déforestation : le modèle sud-est asiatique », *Cahiers de*

géographie du Québec, 40(109), 29-48.

Didia, D.O., (1997), «Democracy, political instability, and tropical deforestation», *Global Environmental Change*, 7, 63-76.

Duval, L. et Wolff, F.-C., (2009), « L'effet des transferts migratoires sur la déforestation dans les pays en développement », *Revue d'économie du développement*, 23(3), 109-135.

Eba'a Atyi, et al (2008). *Etat des forêts d'Afrique Centrale : synthèse sous régionale*. COMIFAC, Yaoundé.

Ehrhardt-Martinez, K., Crenshaw, E. et Jenkins, J. C. (2002), « Deforestation and Environmental Kuznets Curve: A Cross-National Investigation of Intervening Mechanisms », *Social Science Quarterly*, 83 (1), 226 – 243.

FAO., (2005). *Etendue des ressources forestières*. in Evaluation des ressources forestières mondiales, Rome.

Kairmowitz, D. et Angelsen, A. (1998). *Economic Models of Tropical Deforestation a Review*. CIFOR, Bogor, Indonesia, 135p.

Kanninen, M. et al. (2009). Les arbres poussent-ils sur de l'argent ? Implications de la recherche sur la déforestation pour les politiques de promotion de REDD. CIFOR, Bogor, Indonésie.

Koop, G. et Tole, L. (1999), « Is There an Environmental Kuznets Curve for Deforestation? », *Journal of Development Economics*, 58, 231-244.

Mayaux, P. et Achard, F. (1999), Suivi à long terme de la végétation d'Afrique Centrale à partir de l'imagerie satellitaire, Séminaire FORAFRI de Libreville.

Maziz, L. et Fondjo, T. (2008), *Patrimoine Mondial dans le Bassin du Congo : L'Initiative pour le patrimoine forestier d'Afrique centrale*, UNESCO, Centre du patrimoine mondiale.

Njomgang, C., (2009). *Economie des ressources naturelles et de l'environnement*. l'Harmattan, Paris.

Ozer, P., (2004), « Bois de feu et déboisement au Sahel : mise au point », *Sécheresse* ,15(3), 243-251.

Rudel, T. (1994). *Population, development and tropical deforestation: a cross-national study*. In: Pearce, D., Brown, K. Eds., *The Causes of Tropical Deforestation*. UCL Press, 96–105.

Azomahou, T., et **Nguyen, P. V.** (2003), « Déforestation, croissance économique et population : Une étude sur données de panel », *Revue économique* , 54(4), 835-856.

Wunder, S. et Verbist, B. (2003) *The impact of trade and macroeconomic policies on frontier deforestation*, WORLD AGROFORESTRY CENTRE — ICRAF, Bogor, Indonesia.