



12 juil. 05

Insécurité foncière et déforestation dans l'Amazonie Brésilienne

Claudio Araujo
Maître de conférences, Université d'Auvergne

Catherine Araujo Bonjean
Chargée de recherches CNRS, CERDI Université d'Auvergne

Jean-Louis Combes
Professeur, Université d'Auvergne

Pascale Combes Motel
Professeur, Université d'Auvergne

Eustaquio J. Reis
IPEA

Correspondance : P. Combes Motel, CERDI, 65 Bd François Mitterrand, 63000 Clermont Ferrand, France. Mél : P.Motel_Combes@u-clermont1.fr, Tél : +33 4 73 17 74 13

Cet article s'inscrit dans un programme de recherche « Politique macroéconomique et déforestation dans les pays en développement » financé par l'ACI « Modélisation du développement durable » et placé sous la responsabilité de P. Combes Motel. Cet article a été présenté aux journées de l'AFSE « Economie du développement et de la transition », Clermont Ferrand, mai 2005.

Résumé

On étudie les déterminants de la déforestation en Amazonie brésilienne. Une attention particulière est accordée à l'impact de l'insécurité foncière inhérente à une mauvaise définition des droits de propriété. L'insécurité foncière exerce un effet théoriquement ambigu sur la déforestation. D'une part, elle réduit la rentabilité de l'activité agricole et donc l'incitation à couper la forêt, la déforestation étant, dans ce cas, considérée comme un investissement agricole. D'autre part, la législation brésilienne prévoit que des squatters peuvent acquérir un droit de propriété foncière en mettant en valeur des terres. La déforestation étant un critère d'exploitation facile à contrôler, les propriétaires et les squatters sont alors incités à couper la forêt. L'élevage est aussi un facteur de déforestation dans la mesure où cette activité est moins exposée à l'insécurité foncière que l'agriculture. On estime un modèle de déforestation à l'aide d'un panel annuel d'Etats de la fédération brésilienne situés en Amazonie légale, qui permet de contrôler la double hétérogénéité individuelle et temporelle. L'insécurité foncière, approchée par le nombre d'assassinats liés aux conflits fonciers, exerce un effet marginal positif et significatif sur la déforestation.

Abstract : Tenure insecurity and deforestation in the Brazilian Amazon

We study the determinants of deforestation in the Brazilian Amazon. A particular attention is paid to the effects of tenure insecurity generated by poorly defined property rights. Tenure insecurity has a theoretical ambiguous effect on deforestation. On the one hand, it reduces agricultural profitability and thus discourages forest clearing that is considered as an agricultural investment. On the other hand, the Brazilian legislation grants property rights to squatters who make a beneficial use of land and thus encourages land owners and squatters to clear "unproductive" *i.e.* forested lands. Livestock activities also contribute to deforestation as they are less exposed than agricultural activities to tenure insecurity. The econometric approach of the effect of tenure insecurity on the Amazonian deforestation relies on a panel where temporal and individual heterogeneity are controlled for. Tenure insecurity that is measured by the number of rural murders is shown to have an unambiguous positive and significant effect on deforestation.

Introduction

Comme beaucoup de pays en zone tropicale, le Brésil a connu de profonds bouleversements dans l'utilisation des terres puisque 25 millions d'hectares de forêt primaire ont été convertis en terres agricoles entre 1990 et 2003.¹ Aussi, les institutions et organisations internationales (FAO, ITTO – International Tropical Timber Organization -, UNEP – Programme des Nations Unies pour l'Environnement, Banque Mondiale, IUCN - International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources -, etc.) ont souligné à de nombreuses reprises la nécessité de préserver la forêt à travers des arrangements institutionnels adaptés. Un des chapitres de l'agenda 21 adopté au sommet de Rio de Janeiro en 1992, définit clairement un objectif de lutte contre la déforestation, notamment lorsqu'elle concerne la forêt primaire.² La forêt est en effet un élément essentiel de la biodiversité qui est une source potentielle de bénéfices pour l'activité humaine. D'abord, elle est une source de ressources alimentaires, de matières premières ou encore de molécules pouvant être utilisées dans l'industrie pharmaceutique. Ensuite, la biodiversité contribue au maintien des grands équilibres écologiques. Par exemple, la forêt amazonienne est indispensable dans le cycle de l'eau puisqu'elle comprend 20% des réserves mondiales d'eau douce. Enfin, la biodiversité est une source directe d'utilité en raison de la préférence des individus pour la diversité.

Les facteurs de la déforestation dans les zones tropicales font l'objet de nombreuses études théoriques et empiriques (*eg* Angelsen, A. & D. Kaimovitz, 2000, Andersen, LE. & EJ. Reis 1997). Les facteurs de la déforestation habituellement considérés sont le développement des infrastructures routières, le niveau des prix des produits agricoles et la faible diversification des revenus dans les zones rurales. Des travaux ont également mis en évidence le rôle joué par l'environnement macroéconomique : la croissance économique, la pression démographique, les inégalités de revenus, la dette, le taux de change réel, etc. (*e.g.* Anderson, A. 1990 ; Binswanger, HP. 1991 ; Arcand, JL., P. Guillaumont & S. Guillaumont Jeanneney, 2003) En particulier, différents auteurs ont testé l'existence d'une relation non linéaire entre la croissance économique et la déforestation, inspirée des travaux empiriques sur la courbe de Kuznets de l'environnement (Bhattarai, M. & M. Hammig, 2004 ; Barbier, EB. 2004).

¹ Voir <http://www.mongabay.com/brazil.html> Cf. par exemple, Pacheco, P. 2002 pour une discussion sur la méthodologie de construction des différentes sources statistiques sur la déforestation.

² Section II, paragraphe 11 de l'Agenda 21. Cf. le site des Nations Unies consacré au développement durable : <http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21/french/action0.htm>

Par ailleurs, une attention particulière est portée au rôle des droits de propriété et en particulier à l'impact de l'insécurité foncière sur la déforestation. Dans l'hypothèse la plus courante, où la déforestation a pour principale origine la mise en valeur de nouvelles terres agricoles, une baisse de la profitabilité de l'activité agricole consécutive à l'accroissement de l'insécurité foncière doit entraîner une moindre déforestation. Cependant, lorsque les nouvelles terres défrichées sont converties en pâturages, l'insécurité foncière doit favoriser la déforestation dans la mesure où la profitabilité de l'élevage est moins sensible au risque que l'activité agricole. Dans ce cas, l'effet de l'insécurité foncière sur la déforestation est positif. Une hypothèse concordante, concernant plus particulièrement les pays d'Amérique Latine, est que la déforestation permet de sécuriser la propriété foncière. Dans ce cas aussi, il existe un lien positif entre l'insécurité des droits de propriété et la déforestation.

L'effet de l'insécurité foncière sur la déforestation apparaît donc ambigu. Au Brésil, le respect des droits de propriété, notamment dans les régions reculées, est un problème majeur comme le montre l'importance des mouvements d'occupation illégale des terres par des squatters. Ces occupations de terres sont à l'origine de conflits parfois violents et d'expropriations de terres. L'objectif de cet article est de mettre en évidence l'effet de l'insécurité foncière sur la déforestation en utilisant des données relatives à l'Amazonie légale. On estime un modèle de déforestation sur des données de panel, Etats de l'Amazonie légale brésilienne-années. La variable d'intérêt, qui est l'insécurité foncière, est approchée par une variable mesurant les conflits fonciers (*assassinatos no campo*).

La suite de cet article comprend trois parties. La première décrit les conflits fonciers et le processus de déforestation en Amazonie. La seconde passe en revue et propose de nouveaux arguments théoriques des conséquences de l'insécurité foncière sur la déforestation. La troisième partie présente les résultats économétriques.

I. Les particularités des conflits fonciers et de la déforestation en Amazonie

La région d'étude est l'Amazonie légale (AML) (*cf.* Figure 1) qui couvre 5 millions de km² dont 4 millions de km² étaient originellement couverts de forêt. En 1998, la superficie défrichée représentait 551 782 km². Au moins 80 % de cette surface est maintenant occupée par des pâturages ou, après la dégradation et l'abandon des pâturages, de forêts secondaires

(cf. l'évolution des surfaces forestières défrichées, représentée Figure 2 et Figure 3 en annexe). Selon les estimations de l'INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) la déforestation décline du début des années 80 au début des années 90. Elle reste stable dans les années 90 à l'exception du pic notable de 1995.³ Elle tend à augmenter à la fin des années 90 : en 2002 la déforestation est proche de 2,5. 10⁶ ha (cf. les statistiques descriptives du Tableau 2 en annexe). L'essentiel de la déforestation est concentrée dans 3 états du Centre-Ouest du Brésil : il s'agit des états du Mato Grosso, du Pará et du Rondônia où la tendance de la déforestation semble identique sur la fin de la période. Ces 3 états représentent 95% de la déforestation amazonienne en 2000 (Pacheco, P. 2002).

a. La colonisation

L'Amazonie est restée longtemps sous exploitée. Avant le développement des infrastructures routières, seules de grandes bandes de terres, données en concessions à long terme (*aforamentos*), étaient exploitées pour la récolte de produits tels que le caoutchouc ou la noix du Brésil. Au début des années 70, la construction de routes telles que la Transamazonienne, et les routes Belém-Brasilia et Cuiaba-Santarém, ont permis d'intégrer cette région au reste du pays. Des programmes officiels de colonisation (*colonização oficial*) ont également été mis en place par l'Etat pour accélérer la colonisation de l'Amazonie et répondre aux pressions politiques et sociales pour la réforme foncière (Alston L.J., G.D. Libecap & B. Mueller, 2000).

Historiquement, la plupart des terres de l'Amazonie relève du domaine public (gouvernement fédéral ou Etats de la fédération). Des grands propriétaires ont pu acquérir des terres publiques (étatiques ou fédérales) lors de ventes occasionnelles par enchères (*licitações*). Ces domaines (*latifundias*), de 5000 ha en moyenne, peuvent atteindre 24 000 ha ou plus. La plupart de ces grandes propriétés n'ont pas été mises en valeur à leur acquisition à cause des coûts élevés de transport et de commercialisation. Les propriétaires ont attendu le développement des infrastructures routières pour couper la forêt primaire et développer de nouvelles activités d'agriculture et d'élevage.

³ Il existe une controverse sur l'origine de ce pic qui est, ou bien un artefact statistique, ou bien une conséquence de l'adoption du plan Real (Pacheco, P. 2002)

Des domaines plus petits (*lotes*) ont été vendus aux colons dans le cadre de projets officiels de colonisation administrés par l'INCRA (Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária - Institut National pour la colonisation et la réforme agraire, agence publique fédérale créée en 1971). La superficie des lots distribués aux familles de colons est passée de 100 ha dans les années 70 à 50 ha dans les années 80 (Alston L.J., G.D. Libecap & B. Mueller, 2000 ; Fearnside, PM. 2001)

Ces occasions d'accéder légalement à des terres publiques ont été rares dans la mesure où il n'y a pas eu de ventes de grands domaines depuis 1987. La plupart des installations de petits paysans se sont faites spontanément en dehors des zones de colonisation le long des nouvelles routes, sur des terres gouvernementales ou des terres non utilisées appartenant à des propriétaires privés. Dans ce processus d'accès à la terre, les *grileiros*, ont joué un rôle important. Ces exploitants ont constitué des domaines illicitement par la corruption, la falsification de documents et la violence. Ces malversations ont été facilitées par la complexité du système d'enregistrement des terres, la multitude des offices d'enregistrement (*cartorios*) et des documents, et l'absence de cadastre national (Fearnside, PM. 2001).

Aujourd'hui, les actions de redistribution foncière résultent d'invasions illégales de terres, de la part à la fois de grands et de petits exploitants. L'Etat se borne à régulariser (*regularização* ou *legalização*) des propriétés qui ont été constituées illégalement. De plus, la réforme foncière passe principalement par la redistribution de grands domaines privés plutôt que des terres publiques (Fearnside, PM. 2001). La procédure légale, définie dans le Statut de la Terre de 1964, consiste à exproprier et indemniser le propriétaire et à redistribuer la terre aux colons par l'intermédiaire de l'INCRA.

b. L'accès à la terre dans la législation brésilienne

Selon la législation brésilienne les squatters (*posseiros*) ont le droit (*direito de posse*) de s'installer sur des terres gouvernementales non mises en valeur et d'en faire une utilisation privée. S'ils exploitent effectivement la terre pendant au moins un an et un jour, les squatters peuvent recevoir un droit d'usufruit pour 100 ha et, après 5 ans d'occupation continue et de mise en valeur (*cultura efetiva e morada habitual*), un droit complet. Une des fonctions de l'INCRA est de surveiller, documenter et distribuer des titres aux squatters pour les terres publiques (Alston L.J., G.D. Libecap & B. Mueller, 2000).

De plus, la réforme foncière étend les avantages offerts aux squatters. Les squatters peuvent non seulement occuper des terres publiques mais aussi jusqu'à 50 ha de terres privées vacantes. S'ils occupent et mettent en valeur les terres revendiquées, pendant 5 années consécutives sans opposition du propriétaire, les squatters peuvent obtenir un titre de propriété. Si le propriétaire proteste contre cette occupation et réussit à évincer les squatters, ceux-ci peuvent obtenir une compensation de la part du propriétaire pour toutes les améliorations apportées à la terre.

Ainsi, la réforme agraire, qui est inscrite dans la constitution brésilienne, crée une insécurité sur les droits de propriété fonciers et favorise les conflits violents. Ces conflits, qui opposent de grands propriétaires à des squatters, naissent en partie des contradictions entre la législation courante et la réforme foncière. Selon la législation courante du Code civil brésilien les propriétaires ont le droit d'utiliser, de profiter, de disposer de leurs biens et d'obtenir qu'ils leur soient restitués par ceux qui les détiennent injustement. La constitution reconnaît, quant à elle, le droit des squatters à réclamer des terres qui ne leur appartiennent pas mais ne sont pas mises en valeur. Typiquement, la forêt non coupée est considérée comme une preuve de non mise en valeur de la terre. Aussi, les propriétaires sont incités à couper la forêt pour montrer que la terre est utilisée à des fins productives, asseoir leurs droits sur la terre, et éviter les conflits fonciers.

L'INCRA est donc autorisé à exproprier des terres privées qui ne remplissent pas leur fonction sociale et à utiliser ces propriétés pour la réforme foncière. Comme les ressources de l'INCRA sont limitées, celui-ci ne peut répondre à toutes les demandes d'expropriation venant des squatters. Les mouvements de squatters ont donc développé une stratégie de lobbying auprès des bureaux locaux de l'INCRA. Afin d'attirer l'attention de l'INCRA sur leur cas particulier, les mouvements de squatters enclenchent un conflit qui attire l'attention des médias. Les propriétaires cherchent alors à faire fuir les squatters avant qu'ils n'aient pu attirer l'attention de l'INCRA et cela par tous les moyens, y compris la négociation mais aussi la violence. Ceci nous permet de postuler une corrélation positive entre les conflits fonciers et l'insécurité des droits de propriété foncière. Les statistiques du MST (Mouvement des Travailleurs sans Terre) montrent que sur la période 1980 – 2003, les Etats de l'Amazonie légale où le nombre d'assassinats en milieu rural est le plus important sont ceux du Pará, (28% des assassinats totaux sur la période), du Maranhao (10%), et du Mato Grosso (7%). Le

premier et le troisième de ces états sont également caractérisés par une forte déforestation (Figure 3).

Les pouvoirs publics sont cependant conscients des conséquences de la réforme foncière sur la déforestation. Aussi, l'IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Agence nationale pour la protection de l'environnement) est-elle chargée de faire appliquer une loi qui prévoit que 80 % des propriétés dans l'Amazonie doivent rester en forêt. Un propriétaire foncier soucieux de préserver les surfaces forestières et d'éviter l'intervention de l'INCRA doit déclarer à l'IBAMA les terres forestières en tant que réserve naturelle, ce qui le met à l'abri de taxes et du risque d'expropriation. En pratique, cette action est très coûteuse. Il s'agit d'une procédure bureaucratique lourde et donc très peu pratiquée.

c. Elevage et déforestation

Les éleveurs ont bénéficié de nombreuses incitations fiscales au moment de l'ouverture de fronts pionniers. L'élevage a été encouragé par des programmes gouvernementaux incitatifs dans le Pará et le Mato Grosso et par le crédit rural dans le Rondônia. Les effectifs de bétail ont fortement augmenté dans l'Amazonie. L'élevage est devenu une activité importante même parmi les petits producteurs, qui peut générer jusqu'à 29 % de leur revenu. La croissance des centres urbains comme Belem et Manaus a encouragé l'élevage en stimulant la demande pour ses produits. 70 % de la déforestation amazonienne est due à la constitution de ranchs (Fearnside, PM. 2001)

Pour beaucoup d'auteurs, l'élevage est une utilisation non durable de la terre tropicale en raison de la faible fertilité des sols, de l'abondance des adventices qui réduisent la qualité des pâturages etc. Il est aussi difficile de maintenir la productivité des pâturages qui se dégradent très rapidement. Bien souvent les éleveurs préfèrent utiliser de nouvelles terres que d'entretenir les pâturages existants (Walker R., E. Moran & L. Anselin, 2000).

Néanmoins, l'élevage reste à court terme une activité attractive. En effet, dans des régions où il n'y a pas de marché du crédit, le bétail est une forme d'épargne et d'assurance. De plus, le prix du bétail tend à être plus stable que celui des cultures et les animaux se

transportent eux mêmes jusqu'aux marchés, ce qui est important dans les zones où les infrastructures sont peu développées (Jaramillo, CF. & T. Kelly, 1997)

II. Quelques arguments théoriques sur les conséquences de l'insécurité foncière

L'insécurité des droits de propriété foncière est généralement considérée comme une des causes essentielles de la déforestation en Amérique Latine et notamment au Brésil. On entend par insécurité foncière ou risque foncier, tout évènement non anticipé qui entraîne une rupture entre l'usage d'un bien (*usus*) et son fruit (*fructus*) ou sa vente (*abusus*) et qui prend la forme d'une expropriation précédée de conflits violents. Cette insécurité foncière exerce deux effets opposés sur l'incitation à la déforestation. Son impact global est donc ambigu.

a. L'insécurité des droits de propriété foncière : un facteur de conservation des forêts ?

L'insécurité des droits de propriété pénalise l'activité agricole, et par là décourage la déforestation motivée par la conversion des surfaces forestières en terres agricoles. En effet, dans l'hypothèse où les produits de la forêt sont peu valorisés, la déforestation est un investissement foncier agricole dont les déterminants sont la profitabilité de l'activité agricole. Par conséquent, tout élément contribuant à diminuer la profitabilité agricole est favorable à la préservation de la forêt. Deux types d'effets, directs et indirects, de l'insécurité foncière sur la profitabilité de l'activité agricole, peuvent être mis en évidence.

L'insécurité foncière agit directement sur la profitabilité agricole en augmentant le taux d'actualisation des profits futurs. En effet, l'insécurité foncière peut être considérée comme un risque supplémentaire sur le rendement de l'activité agricole. Il accroît le taux d'actualisation des profits agricoles d'une prime de risque (Angelsen, A. 1999) et par conséquent diminue la profitabilité inter-temporelle de l'activité agricole.

L'insécurité foncière accroît les coûts d'exploitation. Lorsque l'Etat n'est pas en mesure de garantir le respect des droits de propriété, celui-ci doit être assuré par le propriétaire. Les coûts de surveillance, qui sont une fonction croissante de la taille de l'exploitation, sont supportés par l'exploitant et grèvent la profitabilité de l'exploitation agricole. L'insécurité

foncière augmente également les coûts de transaction foncière. Elle entraîne une diminution de la valeur fondamentale de la terre, qui reflète la profitabilité de l'activité agricole (Araujo, Cl., C. Araujo Bonjean, JL. Combes & P. Combes Motel, 2004).

L'insécurité foncière a des effets indirects sur la profitabilité agricole à travers l'investissement. Feder, G. & D. Feeny, 1993 montrent que des droits de propriété sécurisés incitent à investir dans la terre et notamment dans la bonification des terres agricoles. Au contraire, l'investissement, l'emploi et la production agricoles sont sous-optimaux en absence de droits de propriété sécurisés. Cette thèse s'inscrit dans un courant plus vaste d'inspiration néo-institutionnaliste qui met en évidence l'impact positif de droits de propriété bien définis et sécurisés sur la croissance (*e.g.* Lindner, I. & H. Strulik, 2004). De plus, l'insécurité des droits de propriété fait de la terre un collatéral risqué. La terre peut donc difficilement être utilisée comme garantie d'emprunts. Dans un environnement caractérisé par des imperfections du marché du crédit, l'exploitant agricole n'a donc pas la possibilité de réaliser les investissements propices au développement agricole.

Enfin, l'insécurité des droits de propriété freine le développement du marché foncier et notamment des contrats de fermage et de métayage (Araujo, Cl. & C. Araujo Bonjean, 1999 ; Jaramillo, CF. & T. Kelly, 1997). Il en résulte alors une inefficacité dans l'allocation de la terre qui est un obstacle au développement agricole.

b. L'insécurité des droits de propriété foncière : un facteur de déforestation ?

Plusieurs mécanismes peuvent justifier l'impact positif de l'insécurité foncière sur la déforestation.

On considère généralement que le respect du droit de propriété est un facteur de bonne gestion d'une ressource naturelle comme la forêt, notamment parce qu'il prévient la tragédie des communs (Hardin, G. 1968). En effet, l'absence, ou le non respect, des droits de propriété se traduit par un accès libre aux terres forestières, notamment dans les zones reculées difficilement contrôlées par l'Etat. Les ressources sont alors surexploitées dans la mesure où les exploitants ne prennent pas en compte les bénéfices sociaux des ressources naturelles.

Bohn, H. & RT. Deacon, 2000 évaluent l'impact de l'insécurité des droits de propriété sur le comportement d'un propriétaire d'une ressource forestière. La coupe n'étant pas une activité intensive en capital, l'insécurité accroît, sans ambiguïté, l'exploitation de la forêt et empêche une exploitation durable de celle-ci. Inversement, si l'exploitation de la ressource naturelle est intensive en capital, l'insécurité réduit les investissements dans l'exploitation et peut favoriser la préservation de la ressource naturelle.

Dans beaucoup de pays d'Amérique Latine, notamment au Brésil, la législation prévoit que dans les zones de front pionnier les squatters peuvent gagner un accès à la terre et revendiquer un droit de propriété en coupant la forêt (Jaramillo, CF. & T. Kelly, 1997). De ce fait la législation crée une insécurité des droits de propriété foncière qui pousse à la déforestation. En effet, la déforestation est une activité relativement peu coûteuse, et un critère d'exploitation facile à contrôler dans le cadre d'une politique de distribution de droits de propriété. Les squatters sont incités à couper la forêt pour engager une procédure d'expropriation. Même dans l'hypothèse où la procédure d'expropriation échoue, les squatters ont droit à une compensation pour l'amélioration qu'ils ont apportée à la terre à travers la déforestation. De son côté, le propriétaire foncier est incité à défricher pour manifester sa capacité à exploiter sa terre et ainsi prévenir l'expropriation. Mendelsohn, R. 1994 montre qu'une probabilité même faible d'expropriation rend les utilisations non durables de la terre plus rentables : des droits de propriété foncières non sécurisés sont donc défavorables à la forêt.

La revendication d'un droit de propriété peut être renforcée en installant du bétail sur les terres défrichées (Kaimovitz, D. 1996). La transformation en pâturages des terres défrichées est certainement plus importante au Brésil que la transformation en terres agricoles. En effet, d'une part, cela constitue un signe visible d'exploitation de la terre et d'autre part, comme le défrichement se fait essentiellement par brûlis, les rendements agricoles diminuent rapidement (Buainain, AM., JMFJ. da Silveira & M. Magalhães, 2002). La transformation des surfaces défrichées en pâturages est un processus difficilement réversible pour des raisons techniques. Il est en effet, difficile d'installer des cultures annuelles telles que le riz et le maïs dans des zones de pâturage où le sol est compacté, et où les adventices se développent de façon incontrôlable.

Un argument supplémentaire, par rapport à la littérature existante, peut être avancé. Dans un modèle de choix de portefeuille où l'agent partage son temps entre les activités agricoles et les activités d'élevage, la diminution de la profitabilité de l'activité agricole a, contrairement à ce que l'on a vu précédemment, un impact positif sur la déforestation. Cet effet positif repose sur deux hypothèses. D'une part, la conversion de terres agricoles en pâturages est une solution peu envisageable en raison de son caractère irréversible. D'autre part, l'insécurité des droits de propriété foncière réduit la rentabilité de l'activité agricole par rapport à celle de l'élevage en raison d'une immobilisation plus longue des capitaux. Par exemple, en cas d'expropriation, les avances aux cultures (les semis) ou les plantations ne peuvent pas être récupérées ou échangées avant la récolte. Au contraire, le bétail peut plus facilement être déplacé ou vendu avant qu'il soit propre à la vente. Autrement dit, les coûts irrécupérables sont plus importants dans les cultures que dans l'élevage. Il en résulte qu'un accroissement de l'insécurité foncière poussera l'agent à défricher pour développer l'élevage.

III. La mise en évidence économétrique des conséquences de l'insécurité foncière sur la déforestation

a. Le modèle estimé

Dans le modèle retenu le taux de déforestation (*deforestation*) est expliqué par une variable approchée de l'insécurité foncière, et par des variables de contrôle rencontrées habituellement dans la littérature sur les causes économiques de la déforestation. On approche l'insécurité foncière par le nombre d'assassinats liés aux conflits fonciers et rapportés à la population (*conflicts*). Cette variable constitue une meilleure approximation de l'insécurité foncière que le nombre d'expropriations ou les surfaces expropriées par l'INCRA. D'une part, certaines expropriations sont anticipées. D'autre part, des compensations généreuses pour les terres expropriées ont parfois incité des propriétaires à se faire exproprier. Dans ces deux cas, les expropriations ne constituent pas un élément du risque.

On introduit le logarithme de la couverture forestière de l'année en cours (*foret*). On s'attend en effet à ce que le taux de déforestation soit d'autant plus élevé que les surfaces forestières sont importantes. Il s'agit d'une hypothèse sur la dynamique de la déforestation et plus précisément de convergence des surfaces forestières vers un état régulier de couverture

forestière qui dépend du niveau des autres variables de contrôle du modèle (Arcand, JL., P. Guillaumont & S. Guillaumont Jeanneney, 2003).

La relation entre le taux de déforestation et le produit intérieur brut par tête est supposée non linéaire. Le logarithme du produit intérieur brut (*pib*) et son carré (pib^2) permettent de modéliser une courbe de Kuznets de la déforestation (e.g. Koop, G. & L. Tole, 2001 ; Angelsen, A. & D. Kaimovitz, 2000, Bhattarai, M. & M. Hammig, 2004 ; Barbier, EB. 2004). Par exemple Cropper, M. & C. Griffiths, 1994, dans une étude transversale, trouvent une relation en U inversée avec un seuil de renversement de la courbe à un niveau de revenu par tête égal à 5420 USD.⁴ Dans les premiers stades du développement, on assiste à un accroissement de la demande de bois et de produits agricoles et d'élevage. Au delà d'un certain seuil critique de revenu, la relation s'inverse en raison de la diversification des activités au profit des secteurs secondaires et tertiaires, de la substitution du bois par d'autres ressources énergétiques, de l'accroissement du coût psychologique de la déforestation et plus généralement d'une demande croissante de préservation de l'environnement naturel. On s'attend donc à ce que le signe de *pib* soit positif et celui de pib^2 négatif.

A côté de l'effet non linéaire du PIB sur la déforestation, considéré comme un effet structurel, nous tenons compte d'un effet conjoncturel en introduisant le taux de croissance du PIB de l'année. Ainsi une économie dynamique fournit de l'emploi pour les populations rurales, ce qui réduit le flux potentiel de migrants vers les fronts pionniers. L'effet attendu de la croissance économique sur la déforestation est négatif.

La variable démographique est la densité de la population (*densite*). De nombreux travaux s'intéressent à l'impact de la pression démographique sur la déforestation. A côté de l'effet positif de la pression démographique sur la déforestation, certains travaux mettent en avant une hypothèse contraire. Une forte pression démographique pourrait induire des changements favorisant l'utilisation de techniques agricoles plus économes en terre (Boserup, E. 1965). Plus récemment Foster, A. & M. Rosenzweig, 2003 testent, sur des données indiennes, l'hypothèse selon laquelle l'augmentation de la demande en produits forestiers

⁴ Il existe aussi une littérature mettant en évidence à un niveau microéconomique, un lien positif entre pauvreté et dégradation des ressources naturelles (par exemple Reardon T. & SA. Vosti 1995, Takasaki, Y., BL. Barham & OT. Coomes, 2004).

associée à la croissance des revenus et à celle de la population, entraîne une augmentation des surfaces forestières ; cette hypothèse n'est pas rejetée.

La déforestation est aussi influencée par les politiques de développement. En particulier le développement des infrastructures de transport peut être un facteur de déforestation direct mais surtout indirect. En effet, la réduction des coûts de transport accroît la profitabilité des activités agricoles. Celles-ci peuvent donc se développer au détriment des surfaces forestières. Cette hypothèse est confortée par les travaux sur l'Amazonie (*e.g.* Pfaff, ASP. 1997 ; Andersen, LE. & EJ. Reis 1997) qui montrent que la déforestation dépend de variables de politique économique, comme par exemple la fourniture de biens publics (infrastructures routières). Andersen, LE. 1997, dans une étude sur la forêt amazonienne du Brésil, évalue l'impact négatif sur la forêt des politiques publiques de subvention du crédit et de construction des routes. La moitié de la déforestation est observée à moins de 25 km des trois principales routes (Pacheco, P. 2002). Nous introduisons donc les dépenses en transport allouées par l'Etat fédéral à un Etat particulier (*deptransport*). Le signe attendu est positif.

La profitabilité de l'agriculture et de l'élevage, qui sont les deux principales utilisations alternatives de la terre, sont considérées comme des facteurs de déforestation. Dans cette hypothèse, nous introduisons certains déterminants de la profitabilité. Le logarithme du prix de la terre reflète la profitabilité future de l'activité agricole. Son signe attendu est donc positif. De la même façon, la déforestation devrait être influencée positivement par le logarithme du prix du bétail (*prixbetail*).

L'équation estimée est donc la suivante :

$$\begin{aligned} \text{deforestation}_{i,t} = & \alpha^1 + \alpha^2 \text{foret}_{i,t} + \alpha^3 \text{pib}_{i,t} + \alpha^4 \text{pib}_{i,t}^2 + \alpha^5 \text{densite}_{i,t} + \alpha^6 \text{deptransport}_{i,t} \\ & + \alpha^7 \text{prixbetail}_{i,t} + \alpha^8 \text{conflits} \end{aligned}$$

La variable dépendante et les variables explicatives sont doublement indicées i pour l'Etat de l'Amazonie légale ($i = 1, \dots, 9$) et t pour l'année ($t = 1987, \dots, 2000$).⁵ Les α^j , $j =$

⁵ L'Amazonie légale est constituée de 9 Etats : Rondônia, Acre, Amazonas, Roraima, Pará, Amapá, Tocantins, Maranhão, Mato Grosso.

2,...,8 sont des paramètres inconnus à estimer. $\alpha_{i,t}^1$ est un terme d'erreurs qui inclut les caractéristiques individuelles, les caractéristiques temporelles et une erreur idiosyncratique :

$$\alpha_{i,t}^1 = \alpha_i^1 + \alpha_t^1 + \varepsilon_{i,t}$$

L'hétérogénéité individuelle inobservée et constante dans le temps captée par α_i^1 est saisie par des effets fixes individuels. On capte ainsi les caractéristiques structurelles des Etats de l'Amazonie légale. L'hétérogénéité temporelle inobservée et identique pour les Etats α_t^1 est captée par des effets fixes temporels. Ils saisissent, par exemple, des modifications de la politique fédérale ou de la législation qui affectent uniformément les Etats de la fédération brésilienne (subventions au crédit, aux intrants, à la commercialisation, incitations fiscales, protection tarifaire, soutien des prix agricoles, etc.). Par ailleurs, ils saisissent les changements dans l'environnement international (taux de change réel, taux d'intérêt, dette, prix des produits agricoles déterminés internationalement, etc). Les erreurs idiosyncratiques $\varepsilon_{i,t}$ ont les propriétés usuelles des écarts aléatoires. En particulier, elles sont supposées être indépendamment et normalement distribuées.

La matrice de variances-covariances des erreurs $\varepsilon_{i,t}$ est corrigée pour tenir compte de la présence éventuelle d'auto corrélation et / ou d'hétéroscédasticité. Deux procédures de correction sont utilisées (cf. Wooldridge, JM. 2003) :

- une méthode de correction robuste à une auto corrélation arbitraire et autorisant une évolution de la variance dans le temps (White period).
- Une méthode de correction ne corrigeant pas l'auto corrélation mais robuste à une hétéroscédasticité spécifique aux observations (White diagonal).

b. La description des données

Les données de déforestation sont issues de relevés effectués par satellites dans le cadre du projet PRODES - Monitoramento do desmatamento em formações florestais na Amazônia Legal (www.obt.inpe.br/prodes/index.html) de l'INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

Le taux de déforestation est calculé en rapportant les surfaces de déforestation ainsi obtenues par la couverture forestière reconstituée à partir des données de 1991 de la base de données IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - www.ipeadata.gov.br). La densité de population, obtenue sur la base des recensements, le PIB et les dépenses de transport sont également issues de la base de données IPEA. Les prix du bétail et de la terre sont extraits de la base de données de la Fundação Getúlio Vargas (FGV - www.fgvdados.fgv.br). Ils sont exprimés en valeur réelle.⁶ Les données d'assassinats liés aux conflits fonciers proviennent du Mouvement des Travailleurs sans Terre (MST - www.mst.org.br) et de la Commission Pastorale de la Terre (CPT - Comissão Pastoral da Terra - www.cpt.org.br).

c. Les résultats

Le modèle économétrique est estimé par les MCO sur des variables transformées par l'opérateur double within (opérateur intra – individuel - temporel).

⁶ Le déflateur est l'indice général de prix calculé par la FGV (IGP-DI)

Tableau 1.
Variable dépendante : *deforestation*

	Equation I	Equation II	Equation III	Equation IV
Variables explicatives	Coefficient (erreur 1 ^{ère} espèce)	Coefficient (erreur 1 ^{ère} espèce)	Coefficient (erreur 1 ^{ère} espèce)	Coefficient (erreur 1 ^{ère} espèce)
<i>Foret</i>	0,035 (0,001)	0,035 (0,006)	0,037 (0,002)	0,037 (0,004)
<i>Pib</i>	0,0003 (0,102)	0,0003 (0,109)	0,0003 (0,071)	0,0003 (0,090)
<i>Pib</i> ²	- 8,49E-05 (0,184)	- 8,49E-05 (0,193)	- 9,07E-05 (0,150)	- 9,07E-05 (0,161)
<i>Densite</i>	9,77E-05 (0,009)	9,77E-05 (0,002)	9,13E-05 (0,015)	9,13E-05 (0,004)
<i>Deptransport</i>	2,89E-10 (0,009)	2,89E-10 (0,005)	2,82E-10 (0,016)	2,82E-10 (0,004)
<i>Prixbetail</i>			7,97 ^E -05 (0,214)	7,97E-05 (0,080)
<i>Conflits</i>	3,189 (0,019)	3,189 (0,006)	3,087 (0,024)	3,087 (0,006)
<i>R</i> ² ajusté	0,837	0,837	0,837	0,837
Nombre d'observations	123	123	121	121
Nullité des effets fixes individuels : F (erreur 1 ^{ère} espèce)	49,661 (0,000)		44,550 (0,000)	
Nullité des effets fixes temporels : F (erreur 1 ^{ère} espèce)	5,097 (0,000)		5,251 (0,000)	
Correction de la matrice des variances-covariances	White period	White diagonal	White period	White diagonal

Le taux de croissance du PIB n'est jamais significatif. Il est en effet possible que l'essentiel de l'effet de la conjoncture est saisi par les effets fixes temporels. Par ailleurs, le prix de la terre n'est jamais significatif. Les estimations correspondantes ne sont donc pas présentées. Les équations III et IV comprennent le prix du bétail qui a le signe positif attendu mais qui n'est pas toujours significatif.

Les hétérogénéités individuelles et temporelles sont très significatives. L'hypothèse d'une courbe de Kuznets de la déforestation n'est pas rejetée bien que le coefficient du PIB au carré ne soit significatif qu'à partir d'un seuil de 15%. C'est dire que l'on ne peut pas identifier la valeur du PIB correspondant au point de retournement. Ceci peut se comprendre dans la mesure où les 9 Etats de l'Amazonie légale sont, en moyenne, plus pauvres que les autres Etats du Brésil. Le signe positif devant la couverture forestière n'infirme pas l'hypothèse d'une convergence du couvert végétal. La variable *densite* a un signe positif et significatif. Autrement dit la pression démographique est défavorable à la conservation du couvert végétal. La variable *deprtransport* a le signe positif attendu.

La variable *conflits* a une influence significative et positive sur la déforestation. Toutefois, la variable *conflits* est potentiellement endogène dans une équation explicative de la déforestation. En effet, les propriétaires fonciers peuvent être incités à défricher prématurément et à convertir la forêt en pâturages pour réduire la probabilité d'invasion par les squatters et prévenir les conflits (Alston L.J., G.D. Libecap & B. Mueller, 2000). Dans cette hypothèse, le sens du biais est connu et négatif : les déterminants inobservés de la déforestation, non captés par les effets fixes, sont négativement corrélés avec la variable *conflits*. Il en résulte que l'estimateur MCO sous-estime la véritable valeur du coefficient dans l'équation de déforestation. Le coefficient estimé étant significativement positif, on peut l'interpréter comme la valeur minimale positive du véritable coefficient. Il apparaît donc que l'insécurité foncière, saisie à travers les assassinats dans les champs, contribue à la déforestation amazonienne.⁷

Conclusion

Après avoir passé en revue quelques arguments théoriques sur la relation entre la déforestation et les conflits fonciers, nous avons mis en évidence à l'aide d'un panel annuel d'Etats de la fédération brésilienne, situés en Amazonie légale, un effet positif et significatif des assassinats en milieu rural sur les taux de déforestation. Ce résultat est obtenu en neutralisant la double hétérogénéité individuelle et temporelle. La protection de l'environnement dans les zones forestières amazoniennes semble donc passer par la nécessaire réduction des problèmes fonciers.

Deux prolongements complémentaires de ce travail peuvent être évoqués. Le premier repose sur l'instrumentation de la variable de conflit de manière à obtenir non plus une valeur minimale de l'impact marginal des conflits sur la déforestation mais sa « vraie » valeur. Le deuxième nécessite l'utilisation d'une base de données de la déforestation désagrégées au niveau des municipalités. Celle-ci permettrait de mieux appréhender les conséquences des conflits fonciers en utilisant des informations micro-économiques, de disposer de variables instrumentales et de mieux modéliser la dynamique temporelle et spatiale de la déforestation.

⁷ Ce résultat contraste par rapport à des travaux existants qui tentent de mettre en évidence les effets de l'insécurité des droits de propriété sur la déforestation. Par exemple, Deacon, R. 1994 n'arrive pas à mettre en évidence un effet significatif de l'insécurité des droits de propriété sur la déforestation sur une coupe transversale de pays.

Annexe statistique

Tableau 2.

	Moyenne	Médiane	Maximum	Minimum	Ecart-type	Nombre d'observations
Assassinats (nombre)	5.06	2	45	0	7.77	120
Déforestation (km ²)	2637.47	1670	10391	189	2446.14	120
Surfaces forestières (hectares)	4.49E+07	1.81E+07	1.37E+08	2.35E+06	5.09E+07	120
Densité de population	5.17	3.75	16.99	0.74	4.59	120
Dépenses de transports (R\$)	49333.30	3021.09	369748	1.49E-04	78931.99	120
Dépenses agricoles (R\$)	10578.31	240.96	64004.35	0	15269.87	120
Dépenses judiciaires (R\$)	44511.59	2509.12	201910.9	0	57708.45	120
Expropriations (nombre)	14.95	5	103	0	21.73	120
Familles expropriées (nombre)	1871.67	518	12293	0	2841.07	120
Surfaces expropriées (hectares)	163830.60	70654	1067845	0	226204.10	120
Population (nombre)	2.71E+06	2.16E+06	6.20E+06	1.68E+05	1.86E+06	120
Prix du bétail (R\$)	0.21	0.20	0.47	0.12	0.06	120
Prix de la terre (R\$)	161.60	148.32	471.92	44.86	74.88	120

Figure 1.

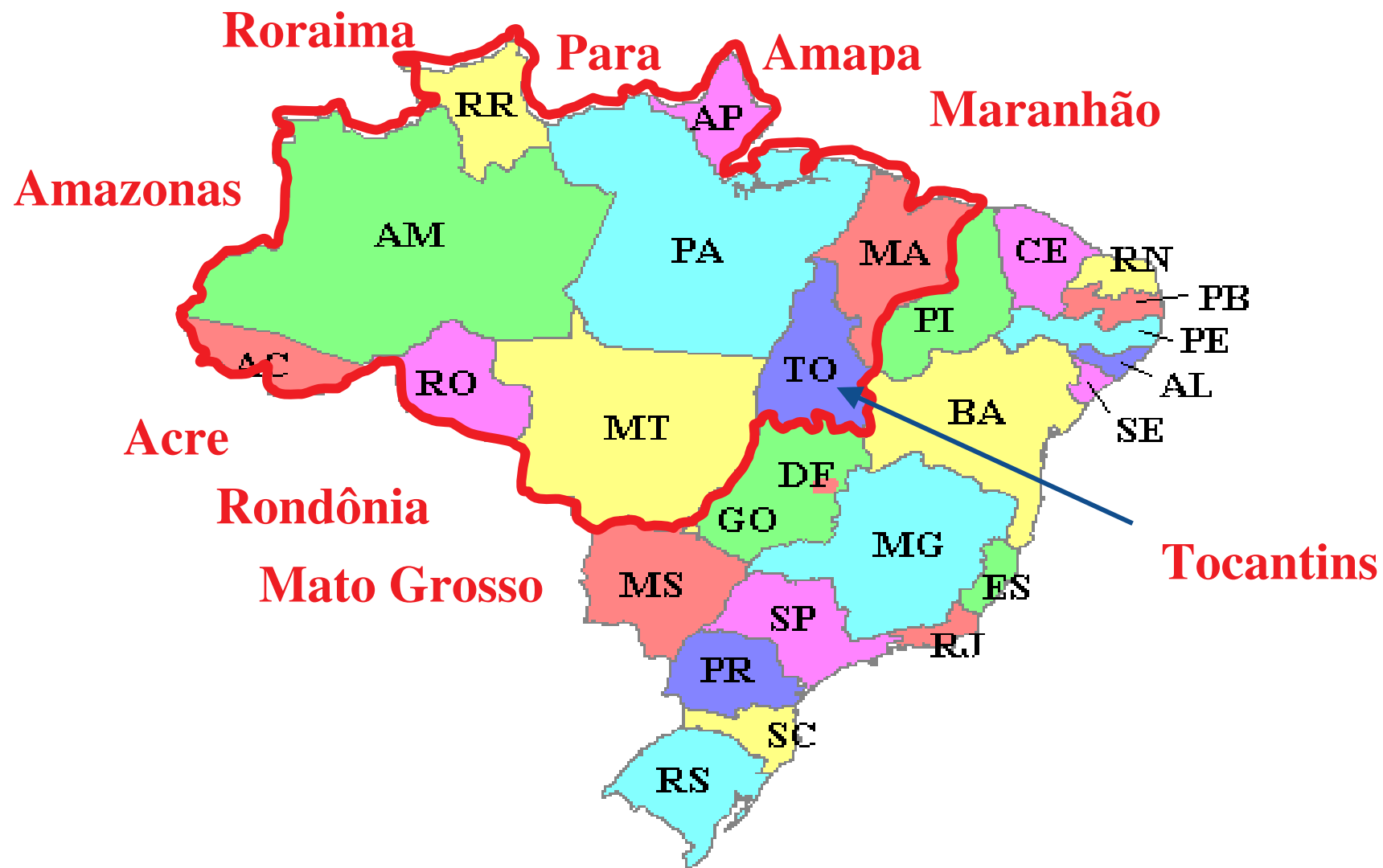
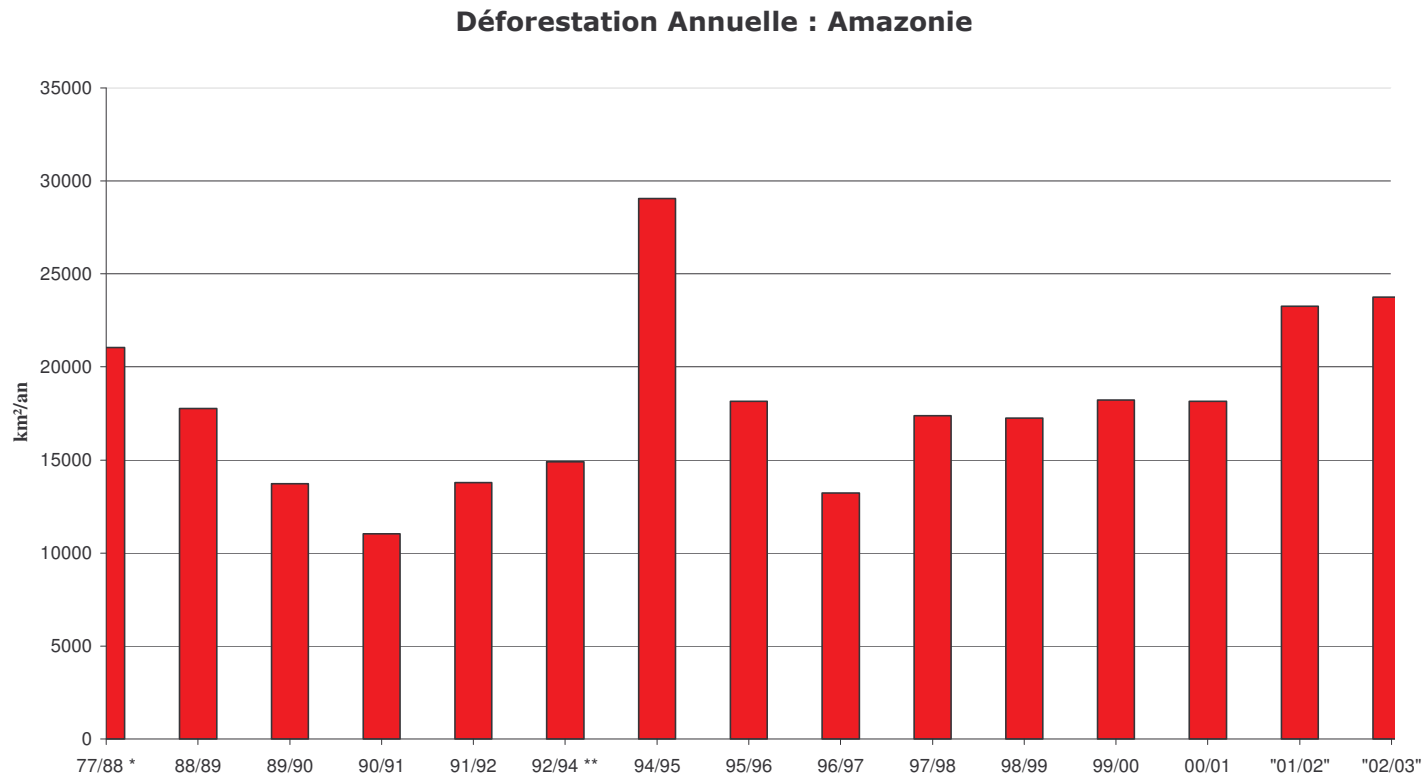
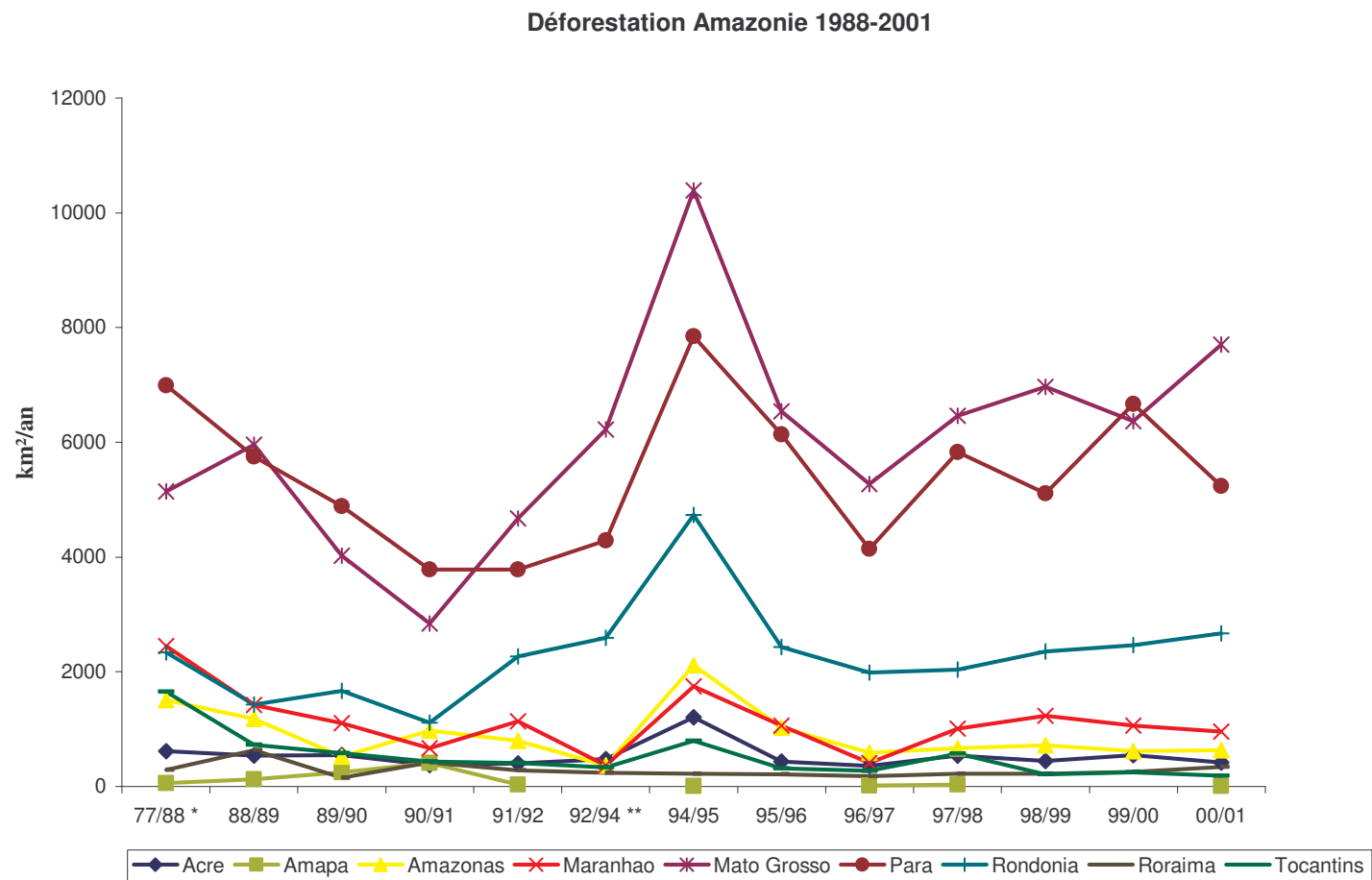


Figure 2.



Source : INPE

Figure 3.



Source : INPE

IV. Bibliographie

- Alston L.J., G.D. Libecap & B. Mueller, 2000 "Land reform policies, the sources of violent conflict and the implications for deforestation in the Brazilian Amazon", *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 39, n° 2, march, pp. 162-88.
- Andersen, LE. 1997 "Modelling the Relationship Between Government Policy, Economic Growth, and Deforestation in the Brazilian Amazon", Working Paper, University of Aarhus. Disponible en ligne: <http://ssrn.com/abstract=54986>
- Andersen, LE. & EJ. Reis 1997 "Deforestation, Development, and Government Policy in the Brazilian Amazon: An Econometric Analysis", mimeo IPEA, n°513.
- Andersen, LE., CWJ. Granger, EJ. Reis, D. Weinhold & S. Wunder, 2002 *The Dynamics of Deforestation and Economic Growth in the Brazilian Amazon*, Cambridge University Press.
- Anderson, A. 1990 "Smokestacks in the Rainforest: Industrial Development and Deforestation in the Amazon Basin" *World Development*, vol. 18, n° 9, September, pp. 1191-205.
- Angelsen, A. & D. Kaimovitz, 2000 "Rethinking the Causes of Deforestation: Lessons from Economic Models" *World Bank Research Observer*, vol. 14, n° 1, pp. 73-98.
- Angelsen, A. 1999 "Agricultural Expansion and Deforestation: modeling the Impact of Population, Market Forces and Property Rights" *Journal of Development Economics*, vol. 58, pp. 185-218.
- Araujo, Cl. & C. Araujo Bonjean, 1999 « Mesure de l'efficience économique des modes de faire valoir au Brésil » *Canadian Journal of Agricultural Economics*, vol. 47, July, p.181-97.
- Araujo, Cl., C. Araujo Bonjean, JL. Combes & P. Combes Motel, 2004 « Insécurité foncière et croissance économique au Brésil » Communication présentée au 53^{ème} congrès de l'AFSE, Paris, 16-17 septembre.
- Arcand JL. & N. Pons-Vignon, 2003 "Land and violent conflict: exploring ways of using land policy to secure sustained peace", CERDI, mimeo, June.
- Arcand, JL., P. Guillaumont & S. Guillaumont Jeanneney, 2003 "Deforestation and the Real Exchange Rate", *Etudes et Documents*, n°32, September, 38p.
- Barbier, EB. 2004 "Explaining Agricultural Land Expansion and Deforestation in Developing Countries" *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 86, n° 5, pp. 1347-53.
- Bhattarai, M. & M. Hammig, 2004 "Governance, economic policy, and the environmental Kuznets curve for natural tropical forests" *Environment and Development Economics*, vol. 9, pp. 367-82.
- Binswanger, HP. 1991 "Brazilian Policies that Encourage Deforestation in the Amazon" *World Development*, vol. 19, n° 7, July, pp. 821-829.
- Bohn, H. & RT. Deacon, 2000 "Ownership Risk, Investment, and the Use of Natural Resources" *American Economic Review*, vol. 90, n° 3, June, pp. 526-49.
- Boserup, E. 1965 *The Conditions of Agricultural Growth: the Economics of Agrarian Change under Population Pressure*, George Allen and Unwin.
- Buainain, AM., JMFJ. da Silveira & M. Magalhães, 2002 "Decentralized Access to Land: Issues for Debate" *Regional Workshop on Land Issues in Latin America and the Caribbean Panel on distributive Land Reform*. Disponible en ligne: [http://lnweb18.worldbank.org/essd/essdext.nsf/25ByDocName/AMBuainain/\\$FILE/A.M.+Buainain.pdf](http://lnweb18.worldbank.org/essd/essdext.nsf/25ByDocName/AMBuainain/$FILE/A.M.+Buainain.pdf)
- Cropper, M. & C. Griffiths, 1994 "The Interaction of Population Growth and Environmental Quality" *American Economic Review*, Vol. 84, No. 2, Papers and Proceedings of the Hundred and Sixth Annual Meeting of the American Economic Association, May, pp. 250-54.
- Deacon, R. 1994 "Deforestation and the Rule of Law in a Cross-Section of Countries" *Land Economics*, vol. 70, n° 4, November, pp. 414-30.
- Fearnside, PM. 2001 « Land-tenure issues as factors in environmental destruction in Brazilian Amazonia : The case of Southern Para », *World Development*, vol. 29, n°8, pp. 1361-1372.

- Feder, G. & D. Feeny, 1993 “The Theory of Land Tenure and Property Rights” in *The Economics of Rural Organization: Theory, Practice, and Policy*, K. Hoff, A. Braverman & J.E. Stiglitz (eds), Oxford University Press.
- Foster, A. & M. Rosenzweig, 2003 “Economic Growth and the Rise of Forests” *Quarterly Journal of Economics*, vol. CXVIII, pp. 601-638.
- Hardin, G. 1968 “The Tragedy of the Commons” *Science*, Vol. 162, Issue 3859, December, pp. 1243-8 , 13 December 1968
- Jaramillo, CF. & T. Kelly, 1997 “Deforestation and property rights in Latin America”, mimeo, December. Disponible en ligne: <http://www.iadb.org/sds/doc/1411eng.pdf>
- Kaimovitz, D. 1996 *Livestock and Deforestation. Central America in the 1980s and 1990s: A Policy Perspective*, CIFOR Special Publication.
- Koop, G. & L. Tole, 2001 “Deforestation, Distribution and Development” *Global Environmental Change*, vol. 11, pp. 193-202.
- Lindner, I. & H. Strulik, 2004 “Why Not Africa? – Growth and Welfare Effects of Secure Property Rights” *Public Choice*, vol. 120, pp. 143-67.
- Mendelsohn, R. 1994 “Property rights and deforestation” *Oxford Economic Papers*, New series, vol. 46, October, pp. 750-6.
- Pacheco, P. 2002 “Deforestation in the Brazilian Amazon: A review of the Estimates at the Municipal Level” Mimeo.
- Pfaff, ASP. 1997 “What Drives Deforestation in the Brazilian Amazon? Evidence from Satellite and Socio-Economic Data”, Policy Research Working Paper #1772, The World Bank, Policy Research Department Environment, Infrastructure, and Agriculture Division, may.
- Reardon T. & SA. Vosti 1995, “Links between Rural Poverty and the Environment in Developing Countries: Asset Categories and Investment Poverty”, *World Development*, Volume 23, Issue 9, September, pp. 1495-1506 .
- Takasaki, Y., BL. Barham & OT. Coomes, 2004 “Risk coping strategies in tropical forests: floods, illnesses, and resource extraction” *Environment and Development Economics*, vol. 9, n° 2, pp. 203-24.
- Walker R., E. Moran & L. Anselin, 2000 “Deforestation and cattle ranching in the Brazilian Amazon: external capital and household processes”, *World Development*, vol. 28, n°4, 683-699.
- Wooldridge, JM. 2003 *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, Thomson South Western, 3rd edition.