
Espace et deforestation: Quelles conséquences pour le développement régional en Indonésie?

MME Marie-Gabrielle Piketty

Résumé

L'utilisation des forêts est-elle à même de générer un développement économique à long terme des îles extérieures en Indonésie? Les modèles de type centre-périphérie permettent de mieux comprendre les mécanismes qui peuvent freiner le développement de ces régions. En outre, un modèle d'équilibre général calculable récursif avec coûts de transport est appliqué à une province indonésienne, qui permet de discuter la compatibilité entre une gestion soutenable des écosystèmes forestiers et le développement régional.

Abstract

Deforestation and space: their consequences for regional development in indonesia - Will forests conversion and exploitation lead to Outer Islands economic development in Indonesia ? Core-periphery models allow to better understand why these regions development may remain limited. Moreover, a recursive general equilibrium model with transport costs is applied to an Indonesian province, which lead to discuss the compatibility of forest ecosystems sustainable management and regional development.

Citer ce document / Cite this document :

Piketty Marie-Gabrielle. Espace et deforestation: Quelles conséquences pour le développement régional en Indonésie?. In: Économie rurale. N°259, 2000. pp. 50-63;

doi : <https://doi.org/10.3406/ecoru.2000.5206>

https://www.persee.fr/doc/ecoru_0013-0559_2000_num_259_1_5206

Fichier pdf généré le 09/05/2018

Marie-Gabrielle PIKETTY

Espace et déforestation: quelles conséquences pour le développement régional en Indonésie?

L'Indonésie, vaste archipel de plus de 13 000 îles, a connu un développement économique dynamique jusqu'au début de la crise asiatique (mai 1997). Ce développement est accusé de provoquer une catastrophe écologique: le rythme de la déforestation aurait ainsi été multiplié par trois durant les vingt dernières années. L'utilisation des forêts est considérée comme un moyen de décentraliser le développement du pays, jusqu'à présent concentré sur l'île de Java. On se propose d'analyser dans quelle mesure la transformation des forêts est le meilleur moyen de développer les autres îles et si une utilisation soutenable des forêts est compatible avec une dynamique rapide de développement régional.

Après avoir présenté les principaux vecteurs du développement et de la transformation des forêts dans les régions périphériques de ce pays (section I), on aborde les réponses des théories économiques sur les mécanismes qui influencent la répartition spatiale du développement sur le territoire (section II). Un modèle d'équilibre général calculable récursif avec coûts de transport est ensuite présenté et appliqué à une région (section III). On teste alors les conséquences de l'augmentation de la main-d'œuvre rurale et de la diminution des coûts de transport entre la campagne et les centres urbains sur le rythme de transformation des forêts, le développement rural et urbain (section IV).

La transformation des forêts en Indonésie: un vecteur de développement des îles extérieures?

L'Indonésie a connu une croissance très forte ces trente dernières années mais qui n'a pas été homogène sur l'ensemble du territoire. Les îles intérieures (Java, Bali) concentrent la majeure partie de la population et des activités économiques (7% du territoire, 62% de la population dans les années 1990) alors que les îles extérieures (toutes les autres), ont connu des dynamiques de développement moins rapides. Le développement des îles intérieures s'est fait avec une occupation intensive de l'espace qui se traduit par l'absence officielle de forêts convertibles sur ces îles; la densité moyenne de la population s'élève à 869 habitants/km² à Java et 500

habitants/km² à Bali (BPS, 1995). À l'inverse, les densités de population dans les îles extérieures sont comprises entre 5 habitants/km² et 200 habitants/km² et certaines régions disposent encore de ressources forestières importantes. L'Indonésie fait ainsi partie des grands pays forestiers du monde tropical avec le Brésil et le Zaïre. Cependant, le développement rapide des secteurs agricoles et forestiers a exercé des pressions fortes sur les forêts.

Le boom forestier a pris son essor à partir de la fin des années 1960 suite à des facteurs externes et internes qui ont conduit à une augmentation rapide des investissements dans le

secteur¹. En 1995, les concessions forestières couvraient environ 65 millions d'hectares, i.e. la moitié du domaine classé en forêt. L'Indonésie est devenu rapidement le premier exportateur de grumes tropicales puis le premier exportateur de contreplaqués, suite à des politiques incitatives fortes depuis le milieu des années 1980². Les industries de première transformation du bois (sciages et contreplaqués) se sont développées dans les régions périphériques mais le développement des industries de seconde transformation (meubles, contreplaqués de décoration...) est resté localisé à Java. Les économies de certaines régions sont donc devenues très dépendantes du secteur bois³ et connaissent des difficultés majeures du fait de la diminution de l'offre de bois dès le début des années 1990. En effet, une partie de la production de bois vient de la conversion des forêts en surfaces agricoles ou en plantations d'arbres; compte tenu du faible développement des plantations d'arbres destinées à approvisionner les industries traditionnelles, la source de bois venant des conversions est destinée à diminuer considérablement dans le futur. Par ailleurs, l'exploitation soutenable des forêts tropicales implique que les surfaces coupées une année en forêt primaire, soient laissées à la repousse pendant une durée minimale de 35 ans (forêts secondaires). Ceci oblige les forestiers à aller systématiquement plus loin couper de nouvelles parcelles en forêt. Enfin, après 35 ans,

1. Les facteurs externes sont liés à la réduction de l'offre de bois des autres pays asiatiques (Philippines, Malaisie), qui devient insuffisante pour satisfaire la demande japonaise. Les facteurs internes sont principalement liés aux nouvelles possibilités d'investissements étrangers, qui sonnent le glas du monopole de la société d'État en 1967.

2. Le développement du secteur forestier, orienté sur le marché d'exportation, ne conduisait pas au développement d'une industrie de transformation nationale. Après un certain nombre de mesures restrictives, le gouvernement a interdit l'exportation des grumes au milieu des années 1980.

3. Dans la province de Kalimantan Est (Bornéo), le secteur du contreplaqué représente plus de 80% de l'emploi du secteur industriel de la région (Piketty, 1999).

les rendements des forêts secondaires seront de toute façon inférieurs aux rendements des forêts primaires.

L'espace de l'île de Java étant saturé et occupé par l'agriculture vivrière, le développement de l'agriculture commerciale s'est fait essentiellement dans les îles extérieures. Il faut distinguer deux dynamiques, pour les deux cultures principalement rencontrées, qui ont des conséquences économiques et écologiques très différenciées: l'hévéa et le palmier à huile.

La culture de l'hévéa s'est développée rapidement dans les régions forestières, en particulier à Sumatra, du fait d'une intégration facile au système de culture traditionnel sur brûlis. Les graines d'hévéa sont introduites dans les essarts avant de laisser la parcelle retourner en jachère forestière et le latex est récolté environ sept ans après: ce sont les agroforêts à hévéa. Ce système demande peu de capital, présente peu de risque mais consomme beaucoup d'espace. En outre, le latex ne doit pas nécessairement être transformé sur place. Sur le plan écologique, ces agroforêts sont en fait des jachères forestières enrichies en hévéa, qui ont des caractéristiques écologiques proches des écosystèmes forestiers (biodiversité, protection des sols...) (Michon et de Foresta, 1990).

Le palmier à huile est une culture plus intensive en capital, qui est installée dans le cadre de grandes plantations d'État et privées. Le fruit est très volumineux et doit nécessairement être transformé dans les 24 heures. Son développement est donc conditionné par l'amélioration des voies de transport mais aussi par la possibilité d'établir une industrie de transformation dans les régions périphériques. Ceci nécessite une disponibilité en main-d'œuvre salariée et la présence d'infrastructures urbaines suffisamment développées. La qualité des infrastructures, routières mais aussi industrielles pour une transformation rapide, est un élément décisif d'implantation des grandes plantations d'huile de palme (Boutin, 1996). Le développement des plantations conduit à une défo-

restation rapide, avec des conséquences écologiques plus dommageables que dans le cas de l'hévéa, puisque c'est un système monocultural. Dans certaines régions, l'existence des agroforêts à hévéa pourrait même être remise en cause, comme en témoigne parfois la pression des sociétés privées pour trouver des terres et inciter les planteurs d'hévéa à cultiver du palmier à huile.

Dans le cas des cultures alimentaires, les surfaces récoltées en riz irrigué ont pratiquement été multipliées par deux dans les îles extérieures. Cependant, dans beaucoup de régions, la production de riz pluvial est encore dominante et s'inscrit dans le système d'agriculture sur brûlis. Ce système nécessite peu de capital et de main-d'œuvre par rapport aux systèmes intensifs sur l'île de Java. Mais là encore il consomme beaucoup d'espace. Sur le plan écologique, on a longtemps critiqué les effets dévastateurs de ce système de production sur les forêts. Il est clair aujourd'hui que ce lieu commun n'est pas toujours de mise. D'une part, le processus est souvent lent, les moyens des agriculteurs étant limités, et les surfaces défrichées ne représentent qu'une faible part de l'augmentation de la déforestation dans certaines régions (Piketty et Laumonier,

1998). D'autre part, le système est normalement basé sur la rotation et la mise en jachère des terres, qui se régénèrent en forêt. Il ne conduit donc pas nécessairement à la disparition définitive des forêts. Enfin, compte tenu de la fragilité des sols de la plupart des régions périphériques, qui rend la culture en continue coûteuse en intrants, l'agriculture sur brûlis est maintenant parfois considérée comme un type majeur d'utilisation soutenable de l'écosystème forestier (Weischet *et al.*, 1993; Levang *et al.*, 1997). La soutenabilité peut être remise en cause si la pression foncière devient trop forte.

Le développement d'un grand nombre de régions périphériques en Indonésie passe donc par une utilisation des forêts, pour la production de bois et l'agriculture. Compte tenu des spécificités de ces régions, les systèmes soutenables sur le plan écologique utilisent beaucoup d'espace. En outre, le développement du secteur secondaire reste limité⁴, souvent dépendant des ressources naturelles (pétrole, bois...) et alimente la disparition des forêts. L'analyse des modèles développés dans le champ de l'économie géographique permet de comprendre en partie les mécanismes qui peuvent freiner le développement de ces régions.

Des déterminants de la répartition spatiale du développement sur le territoire

Les modèles de concurrence interrégionale et les modèles de croissance appartenant au courant de pensée néo-classique analysent la différenciation régionale comme une spécialisation selon l'avantage comparatif, freinée parfois par l'imparfaite mobilité des biens et des facteurs. Dans ce cadre, la restauration d'une parfaite mobilité des biens est la clef de l'amélioration du bien être et de la convergence à long terme entre les différentes régions (Barro et Salai-i-Martin, 1995). On ne reviendra pas plus longuement sur les résul-

tats de ces approches, qui sont bien connus. Leurs principales limites sont liées à l'hypothèse de rendements d'échelle constants dans les fonctions de production et à la notion de dotation en facteurs⁵.

Les modèles de type centre-périphérie, développés dans le champ de l'économie géographique, montrent au contraire comment l'introduction de rendements d'échelle croissants, des externalités et des coûts de transport entraîne une divergence du développe-

4. Ainsi Java, dans les années 1990 est encore à l'origine de la production de 70% de la valeur ajoutée industrielle du pays.

5. En effet, il devient difficile au cours du développement économique de distinguer si la dotation en facteurs est la cause ou le résultat du développement (Kaldor, 1970).

ment entre deux régions au sein d'une nation. Un des modèles de base dans ce domaine est celui de P. Krugman (1991) dans lequel, il existe (i) deux types de main-d'œuvre, une fixe dans le secteur agricole et une mobile entre les régions dans le secteur industriel (ii) deux secteurs, le secteur agricole à rendements constants et le secteur industriel à rendements croissants (iii) un coût de transport des biens industriels entre les deux régions (Krugman, 1991). Des processus circulaires⁶ faisant jouer les effets de liaisons aval et amont des secteurs de production et de la demande peuvent générer des solutions d'équilibre caractérisées par une concentration des activités industrielles dans une seule région, la région centre. Ces mêmes processus expliquent pourquoi une structure de type centre-périphérie peut persister et se renforcer au cours du temps. Cette structure est d'autant plus stable que (i) les coûts de transports sont suffisamment faibles, (ii) les biens industriels sont suffisamment différenciés et (iii) la part du secteur industriel dans l'économie est importante.

La force du modèle de Krugman tient dans sa simplicité et met en évidence des mécanismes importants de la différenciation spatiale du développement. Bien sûr, la réalité n'est pas aussi simple et les résultats de ce modèle peuvent parfois paraître contre intuitifs⁷. Les travaux suivants relâchent un certain nombre des hypothèses du modèle initial de Krugman. Dans tous ces modèles, il existe un jeu de forces centrifuges (immobilité de la terre,

6. Par exemple, si les économies d'échelle sont importantes, un entrepreneur installera son usine dans une seule localisation, d'où il servira toute la demande nationale. Afin de minimiser les coûts de transport, il choisira la localisation où la demande locale est la plus élevée. Simultanément, la demande sera plus élevée là où la plupart des entrepreneurs aura installé son usine (Krugman, 1991).

7. Par exemple, en suivant la logique du modèle, pour favoriser le développement des industries dans une région isolée, il ne faut pas développer les infrastructures, mais plutôt augmenter les coûts de transport vers cette région. Ce n'est pas forcément irréaliste, mais difficile à justifier et à mettre en œuvre.

congestion...), qui tend à favoriser la dispersion des activités sur le territoire, et un jeu de forces centripètes (économies d'échelle, économies d'agglomération...) qui favorise l'agglomération des activités. L'équilibre entre ces forces se traduit par une répartition particulière des activités sur le territoire.

L'introduction d'un coût de transport positif pour les biens agricoles ajoute une force potentielle de dispersion des activités; la diminution des coûts de transport des biens industriels peut alors conduire à une délocalisation des activités industrielles (Calmette et Le Pottier, 1995). La prise en compte des coûts de congestion contrebalance les avantages de la concentration et permet l'émergence de régions de taille limitée (Brakman *et al.*, 1996). L'introduction du marché d'exportation favorise la délocalisation des activités car les producteurs de biens industriels ne dépendent plus uniquement de la localisation de la demande domestique (Krugman et Elizondo, 1996). Lorsque les facteurs de production sont immobiles et qu'il existe des liaisons input-output entre les entreprises, l'augmentation des salaires dans la région centre devient une force centrifuge. Les vagues de délocalisations successives des entreprises dépendent alors des caractéristiques de la fonction de production (Puga et Venables, 1996).

Ce champ théorique fait donc l'objet de nombreux travaux, qui permettent de distinguer différentes variables susceptibles de conduire à la décentralisation du développement dans les régions périphériques d'une nation. Les plus classiques sont liées à l'offre de facteurs de production, où l'on déduit qu'en accélérant les migrations de facteurs dans les régions périphériques, la décentralisation des activités économiques peut être facilitée. Les politiques favorisant les exportations sont mises en avant pour accélérer la décentralisation des activités (Krugman et Elizondo, 1996). La réduction des coûts de transport favorise dans un premier temps l'agglomération des activités industrielles dans une région. Dans un second temps, si

cette diminution continue, ces activités tendent à se disperser (Fujita, Krugman et Venables, 1999).

Ces différentes analyses mettent en évidence (i) les conséquences du temps et de l'histoire dans l'analyse économique; ils insistent sur le caractère irréversible du temps, l'irréversibilité se référant ici aux processus général de dépendance par rapport au passé⁸ (ii) l'importance du transport et de la distance dans les dynamiques régionales. Ils permettent d'expliquer comment des processus de développement peuvent être «explosifs» et conduire à un développement rapide d'une région aux dépens des autres et, à l'inverse, comment les mêmes mécanismes peuvent être responsables de blocages dans certaines régions. Cependant, «la connaissance des dynamiques sous-jacentes de la croissance urbaine et régionale est encore trop rudimentaire pour permettre de faire des recommandations précises» (Fujita et Thisse, 1997).

Ces travaux permettent de comprendre en partie la concentration des activités économiques et de la population à Java, qui a eu tendance à se renforcer au cours du temps (Piketty, 1999). On comprend mieux également pourquoi le développement des activités agricoles et forestières n'est pas suivi pour le moment d'un développement industriel comparable. La fixité du facteur terre fait que le secteur agricole est souvent une force centrifuge importante dans les modèles de type centre-périphérie. On peut en déduire que plus le développement du secteur agrico-

le est important, plus cela peut attirer la décentralisation des activités industrielles. Pour les îles extérieures indonésiennes, faudrait-il alors accélérer la déforestation jusqu'à un seuil, difficile à trouver, qui leur permettraient de rentrer dans un processus de croissance cumulatif? C'est un peu une des idées sous-jacentes des programmes de transmigration agricole (migrations organisées par l'État en Indonésie).

Ces considérations doivent être relativisées car elles négligent (ii) l'irréversibilité de l'utilisation de certaines ressources (comme la transformation des forêts primaires en forêts secondaires, la déforestation) (ii) l'augmentation des coûts de transport qui peut se produire simultanément avec le développement du secteur agricole. Le coût de transport de chaque bien doit être relié à une quantité de produit et à une distance à parcourir. Cette distance dépend de l'extension des surfaces agricoles ou inutilisées, qui évolue au cours du développement. Par ailleurs, le transport est un secteur d'activité à part entière. Dans beaucoup de régions isolées, l'activité de transport, par les revenus qu'elle génère, peut participer à la dynamique de développement. Inversement, certains facteurs peuvent grever son développement (coûts élevés des facteurs de production) comme tout autre secteur d'activités, ce qui augmente d'autant les coûts de transport entre les régions. Le modèle et les scénarios présentés en suivant permettent de mieux illustrer ces aspects.

Un modèle d'équilibre général récursif avec coûts de transport

On représente l'économie régionale de la province de Kalimantan est (Bornéo) et son évolution au cours du temps par un modèle

8. Ces travaux reprennent certaines conclusions des théoriciens de la croissance déséquilibrée, en particulier les notions de pôle de croissance développée par Perroux, de causalité circulaire et cumulative de Myrdal ou d'effet d'entraînement amont et aval de Hirschman.

d'équilibre général, récursif, dans lequel la consommation d'espace et certaines irréversibilités liées à la déforestation sont représentées. La dimension spatiale est rarement prise en compte dans les modèles d'équilibre général: les coûts de transport sont souvent ignorés ou représentés comme une simple taxe sur les transactions. En outre, seules les extrémités de la filière (producteurs et con-

sommateurs) sont considérées, ce qui revient à négliger complètement non seulement le rôle de la distance mais aussi celui des intermédiaires (marchands, transporteurs...). On peut noter récemment quelques exemples qui intègrent ces éléments⁹. La particularité du modèle présenté ici (v. présentation du modèle, *in fine*) est de considérer explicitement la distance entre la ville et la campagne et son évolution au cours du temps, en fonction de l'étendue des surfaces utilisées.

On distingue deux zones: un centre urbain, dans lequel sont regroupées les activités industrielles et une zone rurale, de la forme d'un disque autour du centre urbain¹⁰. Les activités industrielles n'utilisent pas d'espace, la zone urbaine est considérée comme un point. Par contre les productions agricoles et forestières utilisent une certaine surface, proportionnelle aux volumes de production. Le modèle reprend un certain nombre d'hypothèses classiques des modèles d'équilibre général, qui ne sont pas détaillées ici. On insiste plutôt sur le traitement original de l'espace.

1. Production et consommation

Chaque zone a une disponibilité spécifique en facteurs de production (travail et capital), fixé pour chaque période. On considère une situation de concurrence pure et parfaite entre les producteurs: ceux-ci maximisent leur profit sous la contrainte de leur fonction de production, en considérant que le prix des biens et des facteurs dans leur zone est exogène. Les conditions du premier ordre de ces programmes donnent alors les fonctions d'offre de produit et de demande en facteurs en fonction des prix (*in* présentation du modèle, les équations-clés, équations 1 et 2). Quatre biens sont produits dans la zone

9. On pense en particulier aux travaux de Elbers (1995), Liu, Yao et Greener (1996) et Löfgren H. (1999).

10. On ne considère pas la possibilité d'émergence d'un autre centre urbain, les résultats dépendent bien sûr de cette hypothèse mais elle est assez réaliste dans le cas empirique représenté.

rurale: le bois, l'hévéa, le palmier à huile et les cultures vivrières; cinq biens sont produits dans le centre urbain: les produits de transformation des cultures et du bois (agroalimentaire, caoutchouc, huile de palme, bois transformé) et le textile.

Les revenus de ces facteurs sont distribués aux ménages de la zone considérée et dépendent dans cette même zone. L'ensemble de la rémunération du travail est distribué aux ménages, alors que la rémunération du capital est répartie — en proportion fixée pour toutes les simulations — entre les ménages et les entreprises. Une partie de ces revenus est épargnée. Les ménages maximisent une fonction d'utilité sous leur contrainte de budget, ce qui permet d'obtenir les fonctions de demande de chaque bien dans chaque zone (équation 3)

Pour chaque période, l'offre de facteur est fixée de manière exogène. L'égalité entre l'offre et la demande de facteurs donne leur prix d'équilibre. En outre, il existe dans la zone rurale une surface en forêt déjà exploitée lors des périodes précédentes qui ne peut être utilisée pour la production. Ceci va avoir des répercussions sur les coûts de transport.

2. Le transport des biens

Les biens agricoles doivent être transportés vers le centre urbain pour y être transformés. Les biens industriels doivent être transportés vers la zone rurale pour satisfaire la demande rurale. Le coût de transport doit être relié à une quantité transportée et à une distance à parcourir. On considère que les transporteurs sont localisés dans le centre urbain. Ils utilisent donc des facteurs de production urbains. Les décisions de production dans la zone rurale déterminent une surface totale utilisée S , proportionnelle aux volumes de production, les rendements de chaque culture étant fixés de manière exogène. Cette surface plus les surfaces déjà utilisées durant les périodes précédentes déterminent la surface totale qui doit être parcourue par le transporteur (équation 4). Si l'on considère

que les cultures et les forêts exploitées sont réparties de manière aléatoire sur le disque constitué par cette surface, la distance moyenne à parcourir est alors le rayon de ce disque¹¹, soit $S^{1/2}$. Le coût de transport est donc proportionnel à cette distance.

En outre, les transporteurs utilisent des facteurs de productions urbains. Leur variable de décision est la quantité de biens transportée. On suppose un programme d'optimisation similaire à celui des producteurs sauf que la variable de décision est une quantité de biens transportée. Une fonction de transport est définie pour chaque bien. Le coût marginal du transport et la demande de facteurs pour le transport de chaque bien sont alors déterminés en fonction des prix des facteurs urbains, des quantités transportées et de la surface totale à couvrir pour la collecte (équations 5 et 6).

Cette formalisation du transport dans l'économie prend donc en considération : d'abord, l'espace utilisé par les cultures ; ensuite, l'utilisation des facteurs de production dans l'économie ; enfin, les volumes transportés, et donc les conséquences du poids des produits sur leur coût de transport. Elle intègre ainsi la plupart des caractéristiques liées au transport des biens dans une économie. Il faut reconnaître cependant qu'elle simplifie encore beaucoup la réalité¹².

3. Les marchés et les échanges

La demande rurale est répartie sur l'ensemble du disque de la surface utilisée. La demande urbaine est localisée dans le centre urbain. Lorsque qu'un bien est transporté son prix dans la région d'arrivée est égal au prix

dans la région d'origine plus le coût de transport (équations 7 et 8). Les biens consommés dans le centre urbain peuvent être importés de la zone rurale ou de l'extérieur. On suppose que seul le centre urbain peut importer des biens de l'extérieur : ceci est une hypothèse assez réaliste car les biens sont généralement importés d'abord aux carrefours de communication avant d'être redistribués dans la région. Ceci permet de prendre en considération les spécificités de l'augmentation de la demande rurale et de la demande urbaine. En effet, pour les biens qui ne sont pas produits dans la zone rurale, la demande rurale arrivant en ville est diminuée du coût de transport entre les deux zones. À l'inverse, l'augmentation de la demande urbaine n'est pas frappée du même coût de transport pour les biens produits en ville. Ceci permet de rendre compte de manière réaliste de l'existence d'une compétition sur le marché urbain entre les productions rurales et les importations d'une autre région.

La formation des prix sur les différents marchés est régie simplement par l'égalité de l'offre et de la demande pour les différents produits dans chaque zone, mécanisme de référence dans les modèles d'équilibre général de type walrassien, en autorisant la possibilité pour certains biens d'être exportés vers une autre région du pays ou importés d'une autre région du pays (équations 9 et 10). Dans le cas des exportations, on introduit une demande d'exportations pour certains biens alors que d'autres ont un prix d'exportation fixé de manière exogène¹³.

La solution d'équilibre détermine finalement pour chaque année (i) les prix des produits, des facteurs et du transport et (ii) les volumes de biens produits et transportés, pour une dotation en facteurs de production fixée dans chaque zone. En outre, la solution définit chaque année une surface totale utili-

11. Cette formulation résulte de la théorie de l'exploitation circulaire (Boussard, 1997).

12. En effet, le transporteur ne choisit pas la surface à l'intérieur de laquelle il se déplace : il couvre de toutes façons toute la surface utilisée. Par ailleurs, considérer une fonction de coût de transport par bien est relativement simpliste alors que la principale caractéristique du transport est en effet d'être multi-firmes et multi-produits.

13. Il faut noter que dans ce cas, c'est le prix de ce bien dans l'autre région qui est fixé. Par conséquent, du fait de l'existence d'un coût de transport exogène avec cette autre région, le prix des exportations peut être très inférieur au prix des importations.

sée et une répartition des surfaces par culture pour des paramètres donnés des fonctions de production, de demande et de transport.

4. La dynamique récursive

Les principales variables qui évoluent dans la dynamique récursive du modèle sont: l'offre de main-d'œuvre dans chaque zone, l'offre de nouveau capital, la dépréciation du stock de capital déjà investi et le stock de surfaces indisponibles pour l'agriculture et pour la coupe.

On fixe le taux de croissance de la main-d'œuvre dans chaque zone. Le capital déjà investi est fixe entre les secteurs de production et dans chaque zone et se déprécie chaque année à un taux fixé de manière exogène.

L'épargne détermine l'offre de nouveau capital pour chaque période, qui peut être allouée à n'importe quel secteur dans la zone considérée.

Dans le cas de l'évolution des surfaces indisponibles, les équations diffèrent pour les secteurs forestier et agricole. L'augmentation des surfaces indisponibles pour le secteur agricole est en effet le stock de surfaces déjà coupées plus les surfaces coupées l'année précédente¹⁴. En revanche, il est toujours possible de changer de culture sur une surface déjà cultivée. Dans le cas du secteur forestier, les surfaces indisponibles sont non seulement le stock de surfaces déjà coupées, mais aussi le stock de surfaces déjà cultivées (équations 11 et 12).

La croissance régionale et l'utilisation soutenable des forêts sont-elles compatibles?

Compte tenu de la limite des données disponibles, il n'est pas question de faire des scénarios prévisionnels avec ce modèle mais plutôt de comparer différents scénarios en faisant varier des paramètres clefs. Un scénario de référence a été calibré pour retrouver les ordres de grandeur de la croissance de la valeur ajoutée par secteur dans la région étudiée pendant les trois premières années de simulation (1990-1993). L'augmentation de la main-d'œuvre rurale et urbaine est fixée à 4% par an. Il n'y a pas de changement dans les fonctions de transport par rapport à la situation initiale à partir de la troisième année (année de fin de calibrage). Le taux de dépréciation du capital déjà investi est de 4% par an. Le scénario est établi sur 10 ans à partir de la situation initiale (1990). Dans un deuxième scénario, on augmente le taux de croissance de la main-d'œuvre rurale à 8% par an¹⁵. Dans un troisième scénario, on suppose un investissement dans les infrastructures de transport qui entraîne une diminution

annuelle des constantes des fonctions de transport de 10% par an jusqu'à une limite fixée à 40% de la constante initiale.

Tableau 1. Taux de croissance des surfaces cultivées et coupées (%/an) 1992-2000

	Scénario de référence	Augmentation de la main-d'œuvre rurale	Diminution des coûts de transport
Cultures alimentaires	6.06	6.47	7.97
Hévéa	8.78	14.71	8.62
Palmier à huile	6.78	7.08	14.04
Surfaces coupées	12.53	13.31	12.18
Total surfaces cultivées	7.44	8.22	9.27

L'évolution des surfaces cultivées montre l'importance des coûts de transport dans le

14. Les surfaces coupées doivent être laissées à la rousse pendant 35 ans et ne sont donc pas disponibles pour l'agriculture et l'exploitation forestière.

15. Cette augmentation est importante et nécessiterait un soutien important des programmes de transmigration; ce choix est volontaire afin d'avoir des scénarios assez contrastés.

rythme de la déforestation. Leur diminution entraîne une augmentation significative des surfaces cultivées, plus importante que dans le cas de la croissance de la main-d'œuvre rurale (tableau 1). La principale différence entre ces trois scénarios est liée à l'évolution des différentes cultures: la croissance de la main-d'œuvre rurale ne bénéficie pratiquement qu'au secteur de l'hévéa alors que la diminution des coûts de transport bénéficie surtout au secteur du palmier à huile et également au secteur des cultures alimentaires, aux détriments des autres.

Concernant l'évolution des prix des facteurs, la différence entre ces trois scénarios est liée à l'évolution des salaires ruraux et urbains (tableau 2). Dans le scénario de référence, les salaires ruraux augmentent traduisant une tension sur le marché du travail agricole, qui est relâchée dans le second scénario et qui est renforcée dans le troisième scénario. À l'inverse, les salaires urbains ont un peu tendance à augmenter dans le deuxième scénario et à baisser dans le troisième par rapport au scénario de référence. Dans ces trois scénarios, l'offre de capital dans chaque région est excédentaire et conduit à une baisse de son coût. Mais cela a des conséquences différentes sur les différents secteurs selon ces scénarios. En particulier, dans le scénario de référence, malgré une baisse du coût du capital dans la zone rurale et le centre urbain, le secteur de l'hévéa en profite plus que le

secteur du palmier à huile alors que ce dernier est plus intensif en capital non seulement dans le cas du secteur agricole mais aussi dans le cas du secteur de transformation (huile de palme).

Tableau 2. Taux de croissance des prix des facteurs et de l'investissement (%/an) 1992-2000

	Scénario de référence	Augmentation de la main-d'œuvre rurale	Diminution des coûts de transport
Salaires ruraux	1.99	- 1.56	2.54
Taux d'intérêt rural	- 5.78	- 5.71	- 5.58
Salaires urbains	5.89	6.27	5.07
Taux d'intérêt urbain	- 6.15	- 6.02	- 6.06
Investissement rural	6.19	6.34	6.65
Investissement urbain	8.47	8.75	8.30

Pour mieux comprendre cette évolution, il faut tenir compte de l'évolution des coûts de transport et des prix sur les différents marchés. Le taux de croissance annuel des coûts de transport des biens agricoles et industriels est de 11.36%, 12% et 3.5% respectivement dans le scénario de référence, le second et le troisième scénario. Ceci conduit à des évolutions différenciées des prix des produits sur les marchés ruraux et urbains.

Tableau 3. Évolution des prix de biens des filières hévéa et palmier à huile sur les différents marchés (%/an) 1992-2000

	Scénarios					
	Référence		Main d'œuvre rurale		Coût de transport	
	Rural.	Urbain.	Rural	Urbain.	Rural	Urbain.
Hévéa	- 1.35	- 0.96	- 3.32	- 2.81	- 0.95	- 0.85
Palmier à huile	- 3.82	+ 0.91	- 4.64	0.66	- 3.53	- 1.75
Caoutchouc		- 2.03		- 2.96		- 2.03
Huile de palme	+ 0.22	- 1.89	0.33	- 1.91	- 2.28	- 3.15

Contrairement aux autres cultures, le prix du palmier à huile baisse sur le marché rural mais augmente sur le marché urbain, du fait de l'importance du coût de transport, sauf bien sûr dans le troisième scénario. Par conséquent, dans les deux premiers scénarios le coût marginal de la production d'huile de palme baisse moins rapidement que pour les autres productions industrielles. Le prix de vente en milieu rural augmente, entraînant une baisse de la demande et accentuant la limite de croissance de l'offre.

Dans le cas de la croissance de la main-d'œuvre rurale, le phénomène est accentué par le développement de la culture de l'hévéa qui, étant le secteur le plus intensif en main-d'œuvre, profite de l'augmentation de la disponibilité en main-d'œuvre. Simultanément, ce système utilise beaucoup d'espace. Le palmier à huile ne peut pas tirer partie de ce même processus du fait de l'augmentation des coûts de transport.

La réduction des coûts de transport a des effets multiples. Elle permet de diminuer les forces de friction entre le milieu rural et le milieu urbain. D'une part, la demande rurale pour des produits industriels est moins grevée par les coûts de transport. D'autre part, la demande de produits agricoles par les industries de transformation de ces biens se transmet plus rapidement au secteur rural. Ainsi, la croissance plus importante des cultures alimentaires dans le troisième scénario est liée à la croissance de la demande rurale et à la croissance de la demande intermédiaire des industries agro-alimentaires. Enfin, la diminution des coûts de transport libère des facteurs de production urbains, auparavant utilisés pour le transport des biens¹⁶; ces facteurs peuvent alors être alloués aux secteurs de production. L'évolution des productions de

biens industriels dans ces trois scénarios est à ce titre significative (tableau 4).

L'augmentation de la main-d'œuvre rurale a surtout des effets sur la croissance du secteur de l'hévéa mais peu significatifs sur les autres secteurs de production. La diminution des coûts de transport a des effets très significatifs sur la production d'huile de palme, mais stimule également la croissance de la production des biens agroalimentaires et du textile.

Une dernière remarque doit être faite en regardant plus finement le cas du secteur de l'hévéa. La diminution des coûts de transport entraîne une augmentation des salaires ruraux qui participe à grever la production de l'hévéa intensif en main-d'œuvre (tableau 2). On retrouve ici un élément explicatif de l'évolution des différentes cultures évoqué dans la première partie et qui est de première importance pour des politiques de développement soutenable (cf. infra).

Tableau 4. Taux de croissance des productions industrielles (%/an) 1992-2000

	Scénario de référence	Augmentation de la main-d'œuvre rurale	Diminution des coûts de transport
Agro-alimentaire	7.98	8.21	9.93
Caoutchouc	10.10	15.07	10.07
Huile de palme	9.74	9.87	15.69
Bois transformé	12.47	12.80	12.36
Textile	9.82	9.84	10.49

16. Les salaires urbains augmentent plus rapidement dans le deuxième scénario en particulier du fait de la demande plus importante de travail pour le transport.

Conclusion

L'examen de ces différents scénarios conduit à discuter la compatibilité des systèmes de production agricoles soutenables avec le développement économique régional. En effet, il apparaît pour le moment que les systèmes de production adaptés à la fragilité des sols des îles extérieures sont fondés, soit sur des cultures qui maintiennent une certaine couverture végétale (ce sont souvent des cultures commerciales), soit sur une utilisation temporaire des terres, ce qui suppose la mise en jachère de surfaces importantes (que ce soit l'agriculture sur brûlis ou l'exploitation forestière). Dans le premier cas, il faut envisager l'approvisionnement en produits alimentaires depuis une autre région, ce qui suppose que les infrastructures de transport soient suffisamment développées. Le second cas implique une utilisation extensive de l'espace, qui peut donc limiter la croissance des revenus agricoles et le développement industriel du fait de l'éloignement rapide des surfaces cultivées.

Dans le même esprit, la réduction des coûts de transport internes entraîne l'augmentation des salaires ruraux et rend peu intéressante la culture de l'hévéa, plus intensive en main-d'œuvre. Or, les agroforêts à hévéa sont considérées comme un mode d'exploitation des ressources qui permet de maintenir un certain couvert forestier, tout en assurant un revenu aux populations rurales et en maintenant une biodiversité importante. Les agriculteurs risquent alors de convertir leurs agroforêts en plantation de palmier à huile, alternative plus intéressante en terme de revenus mais beaucoup plus dommageable sur le plan écologique. C'est d'ailleurs un phénomène déjà observable dans certaines provinces indonésiennes. Il n'est pas question de revenir sur les aspects bénéfiques du développement des infrastructures pour le développement agricole. Cependant, si l'objectif est de maintenir un type d'exploitation basé sur une faible dégradation des ressources naturelles, on peut

réfléchir à des politiques d'accompagnement (subventions au profit du secteur de l'hévéa, amélioration des techniques de production pour réduire la demande en main-d'œuvre) qui permettent de conserver la rentabilité de ce type d'exploitation par rapport à des productions comme le palmier à huile.

Le modèle confirme les limites d'une politique de développement basée sur le secteur agricole ou forestier, si elle n'est pas assortie d'une amélioration importante des infrastructures de transport ou d'une croissance de la disponibilité en facteurs dans le centre urbain. Les programmes de transmigration agricole risquent alors de conduire à une croissance peu élevée des revenus, d'autant moins élevée que les sites d'accueil sont éloignés des centres urbains. La croissance de la main-d'œuvre agricole ne permet pas d'augmenter de manière significative la croissance de la valeur ajoutée rurale et industrielle; elle augmente principalement la croissance de la valeur ajoutée dans le transport. Si on considère, comme dans le cas présenté ici, que l'investissement dans la zone rurale est fonction de la valeur ajoutée créée, la baisse de la valeur ajoutée dans la zone rurale y entraîne en outre une diminution des capitaux investis. Ceci rend les régions d'autant plus fragiles que les ressources forestières diminuent et, si les rendements des forêts secondaires sont trop faibles ou s'il existe une dégradation des sols agricoles, le développement de ces régions sera remis en cause.

La prise en compte de la consommation d'espace par le secteur primaire et des irréversibilités liées à la déforestation montre ainsi les limites possibles d'une dynamique régionale stimulée par ce secteur. Ce n'est pas seulement une question de rendement d'échelle constant, comme dans les modèles de type centre périphérie, mais aussi une question de consommation d'espace. En outre, du fait de l'augmentation des coûts de transport au cours du temps, la courbe de déforestation

n'est pas forcément exponentielle, au contraire. Par contre, les dynamiques rapides rencontrées dans les modèles de type centre-périphérie montrent qu'il est nécessaire de mieux représenter la dynamique de développement industriel dans un modèle de ce type, en considérant les économies d'échelle. Si des dynamiques cumulatives de décentralisation des industries tendent à se mettre en place dans les régions périphériques de l'Indonésie et

que ces industries sont liées à un usage intensif des forêts, la déforestation risque de s'accélérer de manière significative. Le devenir des forêts tropicales dépend en grande partie de la dynamique industrielle de ces régions, sujet trop souvent ignoré.

Marie-Gabrielle PIKETTY

Docteur en économie,

chercheur en économie au CIRAD-Ecopol

PRÉSENTATION DU MODÈLE LES ÉQUATIONS-CLÉS

r région/rurale-urbaine/	i biens	k facteurs de production
$X_{i,r}, D_{i,r}$	Production et demande de bien i dans la région r	
$Q_{i,r}$	Quantité de bien i transportée depuis la région r	
E_i	Exportations nettes de i vers une autre région (depuis le centre urbain uniquement)	
$F_{i,r,k}$	Consommation de facteur k pour la production de i dans la région r	
$Ft_{i,k}$	Consommation de facteur k pour le transport de i	
$w_{k,r}$	Prix du facteur k dans la région r	
$p_{i,r}$	Prix du bien i dans la région r	
y_i	Rendement pour le bien i	
α, β, δ	Paramètres des fonctions de production, de demande et de transport	
$Y_{k,r}$	Part du facteur k détenue par les ménages dans la région r	
ϵ_r	Part du revenu épargnée dans la région r	
$Sind_t$	Surfaces indisponibles à la période t	

Production et consommation

$$X_{i,r} = \Pi_k F_{i,r,k}^{\alpha_{k,i}} \quad w_{k,r} * F_{i,r,k} = \alpha_{k,i} * p_{i,r} * F_{i,r,k} \quad \text{équations 1 et 2}$$

$$p_{i,r} * D_{i,r} = \beta_{i,r} * (1 - \epsilon_r) * (\sum_k Y_{k,r} * \sum_i w_{k,r} * F_{i,r,k}) \quad \text{équation 3}$$

Transport

$$S = \sum_i X_{rural,i} / y_i + Sind_{t-1} \quad \text{équation 4}$$

$$tm_i = \sum_k \delta_{k,i} * w_{k,urbain} * S^{1/2} \quad Ft_{k,i} = \delta_{k,i} * S^{1/2} * Q_{i,r} \quad \text{équations 5 et 6}$$

Marchés et échanges

$$p_{i,rural} = p_{i,urbain} + tm_i \quad p_{i,urbain} = p_{i,rural} + tm_i \quad \text{équations 7 et 8}$$

$$X_{rural,i} + Q_{i,urbain} = D_{rural,i} + Q_{i,rural} \quad \text{équation 9}$$

$$X_{urbain,i} + Q_{i,rural} = D_{urbain,i} + Q_{i,urbain} + E_i \quad \text{équation 10}$$

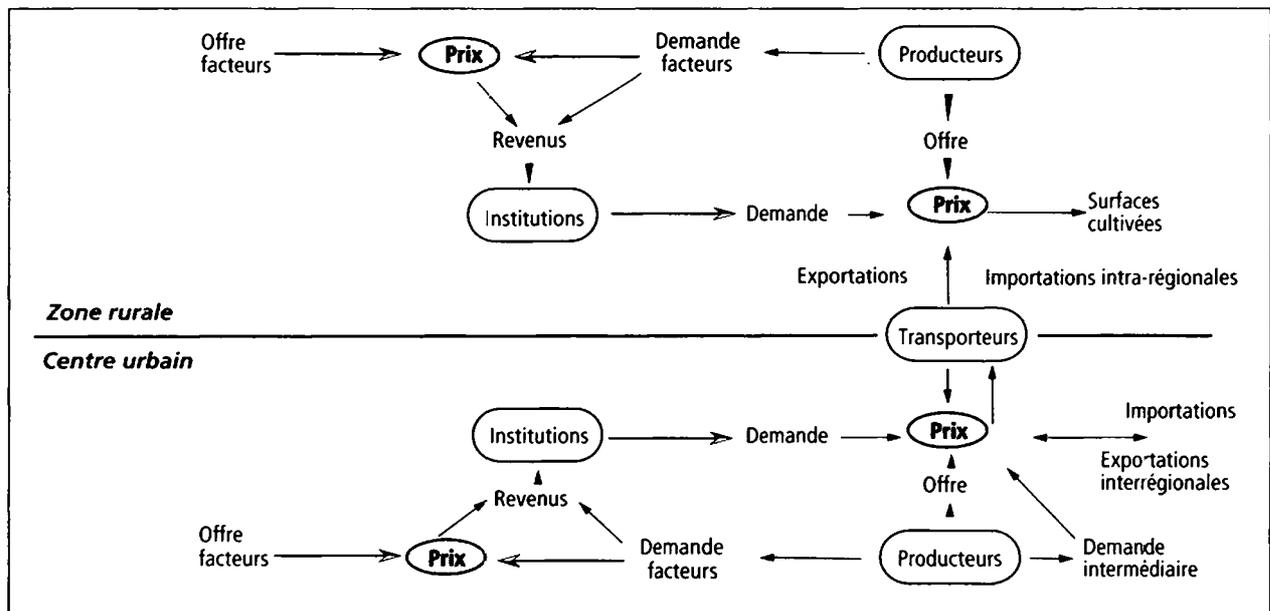
Évolution des surfaces indisponibles au cours du temps

$$Sind_t = Sind_{t-1} = S_{forêt,t-1} \quad \text{équation 11}$$

$$Sind_t = Sind_{t-1} + S_{t-1} \quad \text{équation 12}$$

Note: les fonctions de production et d'utilité sont de type Cobb-Douglas et les fonctions de transport de type Léontieff

SCHÉMA SIMPLIFIÉ DU MODÈLE



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barro R.J., Sala-i-Martin X. *Economic growth*. McGraw-Hill, New York, 1995, 539 p.
- Boussard J.-M. *La collecte des grains : un essai de modélisation de l'espace agricole*. Revue Région et Développement, 1997, 5, pp. 53-68.
- Boutin D. *Communication personnelle*. CIRAD, 1996.
- Brakman S. et al. *Negative Feedbacks in the Economy and Industrial Location*. Journal of regional science, 1996, 36 (4), pp. 631-651.
- BPS. *Intercensal Population Survey*. Biro Pusat Statistik, Jakarta, Indonésie, 1995, www.bps.go.id.
- Calmette M.F., Le Pottier J. *Localisation des activités : un modèle bi-sectoriel avec coûts de transport*. Revue Économique, 1995, 46, pp. 900-909.
- Elbers C. *Linking CGE Models : Modelling the Transport Sector and Spatially Homogeneous Goods*. In Recent advances in spatial equilibrium modelling. Methodology and applications, J. van den Bergh *et al.* (eds), Berlin, Springer Verlag, 1995, pp. 245-260.
- Fujita M., Krugman P., Venables A.J. *The Spatial Economy. Cities, Regions and International Trade*. MIT press, Cambridge, 1999, 367 p.
- Fujita M., Thisse J.-F. *Economie géographique. Problèmes anciens et nouvelles perspectives*. Annales d'économie et de statistiques, 1997, 45, pp. 38-87.
- Kaldor N. *The Case for Regional Policies*. Scottish Journal of political economy, 1970, 17, pp. 337-348.
- Krugman P. *Increasing Returns and Economic Geography*. Journal of political economy, 1991, 99 (3), pp. 483-499.
- Krugman P., Elizondo R.L. *Trade Policy and the Third World Metropolis*. Journal of development economics, 1996, 49, pp. 137-150.
- Krugman P., Venables A.J. *Globalization*

- and the Inequality of Nations*. Quarterly journal of economics, 1995, CX (4), pp. 857-880.
- Levang P., Michon G., De Foresta H. *Agriculture forestière ou agroforesterie?* Bois et forêts des Tropiques, 1997, 251 (1), p. 42.
- Liu A., Yao S., Greener R. *A CGE Model of Agricultural Policy Reforms in the Philippines*. Journal of agricultural economics, 1996, 47 (1), pp. 18-27.
- Löfgren H., Robinson S. *Spatial Networks in Multiregion Computable General Equilibrium Models*. Trade and Macroeconomics division discussion paper n° 35, Washington D. C, IFPRI, 1999, 31 p.
- Michon G., de Foresta G. *Complex Agroforestry Systems and the Conservation of Biological Diversity*. In Harmony with Nature, International conference on the conservation of biodiversity, Kuala Lumpur, 1990, pp. 457-473.
- Piketty M.-G. *Dynamiques régionales et déforestation. Le cas de l'Indonésie*. Thèse d'université, sciences économiques, Université de Paris I, 1999, 309 p.
- Piketty M.G., Laumonier Y. *Étude de cas Indonésie. Les forêts indonésiennes et leurs évolutions. Analyse des indicateurs disponibles*. Contribution à l'ATP dynfor: Déforestation, couverts boisés, dynamiques forestières: définitions, échelles d'observation, causes et processus, CIRAD, Paris, 1998, 39 p.
- Puga D., Venables A.J., 1996. *The Spread of Industry: Spatial Agglomeration in Economic Development*. London School of Economics, Center for economic policy research, 1996, 30 p.
- Weischet W., Caviedes C.N. *The Persisting Ecological Constraints of Tropical Agriculture*. Singapore, Longman scientific and technical, 1993, 319 p.