DK538563

BA-TH 1411

ECOLE SUPERIEURE DU BOIS
GROUPE

CIRAD- Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.
Département Forêts
TA 10/16
73, Av JF Breton
34398 Montpellier cedex 5
FRANCE
Tel: 33 4 67 61 44 99 / fax 33 4 67 61 57 25

MEMOIRE pour :

L'ECOLE SUPERIEURE DU BOIS A NANTES

STAGE DE 3EME ANNEE- ANNEE SCOLAIRE 2005-2006

Exploration statistique du commerce et de la consommation de bois tropicaux dans le monde en fonction d'indicateurs de population et de développement humain

Présenté par :
Bo ZHAO
Année scolaire 2005/2006

Encadrant :
Dr Jean-Marc RODA
Chercheur au CIRAD Forest

Année 2006

ÉCOLE D'INGÉNIEURS FONDÉE EN 1934
Etablissement privé sous tutelle des Ministères de l'Agriculture et de l'Enseignement Supérieur
Membre de la Conférence des Grandes Ecoles

Atlanpôle - B.P. 10605 - Rue Christian Pauc - 44306 NANTES Cedex 3 - Tél. (33) 02 40 18 12 12 - Fax (33) 02 40 18 12 00

CIRAD-Dist
BIBLIOTHÈQUE

000094165

SOMMAIRE

SOMMAIRE 1
Remerciements: 2
Résumé : 3
Introduction: 4
Déroulement : 5
1. Présentation de l'entreprise : 5
1.1 Le CIRAD 5
1.2. Activités au sein de l'entreprise 5
1.2.1 Généralités 5
1.2.2 Economie des produits forestiers 6
2. Contexte : 6
2.1 Les moteurs de l'évolution des filières forestières tropicales 6
2.2 Les facteurs d'une évolution radicalement nouvelle 8
3. Problématique : 8
4. Démarche : 9
4.1 Acquisition de la ressource 9
4.1.1 Base de données de la FAO 9
4.1.2 Base de données du WDI 10
4.2 Analyser la ressource 10
4.3 Analyser la courbe 13
4.3.1 Chercher un modèle de base : 14
4.3.2 Chercher le modèle modifié: 16
4.4 L'équation et les paramètres 17
4.5 Prédiction de la consommation dans le futur : 19
CONCLUSION 23
BIBLIOGRAPHIE 24
ANNEXE 26

Remerciements:

Je remercie tout particulièrement mon tuteur, Jean-Marc RODA, d'avoir facilité mon accueil en me présentant rapidement à une équipe où j'ai pu m'intégrer facilement, ce qui a contribué à créer une bonne ambiance, et donc de bonnes conditions de travail. Je le remercie également de m'avoir aidé à travailler dans une bonne optique, sur un sujet intéressant (l'économie).

Je remercie mon tuteur de l'ESB Alexandre SOKIC, Monsieur Christian SALES et Jean Gérard, directeur du Département des forêts de Cirad-forêt, de m'avoir permis d'effectuer ce stage au CIRAD à Montpellier, de m'avoir accueilli et de m'avoir fait confiance lors de mon étude.

Enfin, je remercie Mme Catherine MEJEAN, Isabelle CHALON, ainsi que M. Daniel GUIBAL et Santosh RATHI, pour leur bonne humeur durant mon passage au CIRAD. Ils ont ainsi contribué à créer un climat agréable qui m'a permis de travailler sereinement.

Résumé :

Le volume de bois consommé dans le monde est compris entre 3,2 et 3,4 milliards de m3 par an. La consommation des bois tropicaux est très différente selon les pays. Les pays qui jouent un rôle important dans la consommation des bois tropicaux sont les pays en développement. Ce qui nous intéresse, c'est la cause de ce constat. Il y a sûrement plusieurs facteurs dans ces pays qui influencent la consommation. Le but de ma recherche est trouver le facteur principal et d'analyser la relation entre la consommation du bois et ce facteur. A l'aide des outils et des méthodes statistiques, on a trouvé une équation qui explique le mode de croissance de la consommation des bois tropicaux. On a prévu la tendance de la consommation des bois tropicaux dans le futur. C'est une méthode simple et pratique.

Introduction:

Le volume de bois consommé dans le monde semble s'être pour un temps stabilisé entre 3,2 et 3,4 milliards de m3 par an. Si, au niveau mondial, environ la moitié de ce volume est utilisé pour produire de l'énergie, et l'autre moitié pour du bois d'oeuvre ou d'industrie, la répartition de ces usages est très différente selon les pays et les différentes époques.

L'évolution des filières forestières tropicales, après avoir été essentiellement déterminée par le Japon et un petit groupe de pays nouvellement industrialisés producteurs d'Asie du Sud-est, l'est désormais de plus en plus par la Chine. La demande croît avec le développement des classes moyennes des pays émergents, et les diasporas de l'Asie lui permettent de globaliser ses échanges de bois tropicaux. Ces changements procèdent d'une évolution radicalement nouvelle des systèmes de production.

La capacité de consommation des classes moyennes dans un pays est un facteur potentiel qui influence la consommation du bois. Le développement des classes moyennes provoque la demande. Analyser la relation potentielle entre les classes moyennes et la consommation du bois, bien fixer l'indicateur qui peut présenter les classes moyennes, ensuite trouver une équation qui peut présenter la relation entre la consommation et l'indicateur est la démarche de mon stage. Le but du stage est de trouver une équation qui peut prévoir la consommation du bois des années suivantes.

Déroulement :

1. Présentation de l'entreprise :

1.1 Le CIRAD

Le CIRAD[1] est un organisme scientifique qui contribue au développement rural des régions tropicales et subtropicales. Il effectue des recherches et des expérimentations, principalement dans le secteur agricole, forestier et agro-alimentaire.

Ce centre réalise des opérations de recherche, de développement agricole et de formation dans plus de quarante pays à travers le monde. Il emploie 1820 agents, dont 950 cadres et comprend sept départements organisés en 60 unités de recherche. Son budget s'élève à 170 millions d'euros, dont les 2/3 proviennent de l'état français et 1/3 de contrats passés avec différentes structures (entre autres l'Union Européenne, banque mondiale, sociétés privées).

Le CIRAD est un organisme public français créé en juin 1984, par un décret constitutif. Son statut est celui d'EPIC[2].

1.2. Activités au sein de l'entreprise

1.2.1 Généralités

L'activité du Cirad est répartie en sept départements de recherche, dont chacun est structuré en unités de recherche. Les départements de recherche sont :

- Les culture annuelles (entre autres alimentaires comme le riz, ou de production comme le coton)
- Les cultures pérennes (cacao, café, hévéa, palmier, cocotier)
- Les productions fruitières et horticoles (fleurs, fruits, légumes)
- L'élevage et la médecine vétérinaire (santé animale, production de viande, faune sauvage)
- Les forêts (forêts naturelles, plantations, bois)
- Les territoires, environnement et acteurs
- L'appui à la recherche et à l'innovation scientifique (laboratoire, documentation)

---

[1] CIRAD = Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement
[2] EPIC = Etablissement Privé à caractère Industriel et Commercial

1.2.2 Economie des produits forestiers

La cellule "mise en marché des produits forestiers" conseille sur toutes les questions relevant de l'organisation de l'approvisionnement en bois, du marketing et de la compétitivité des produits forestiers tropicaux :

- analyse de l'offre et de la demande en bois d'œuvre
- analyse de marchés
- audits de gestion et de marketing
- développement de nouveaux marchés
- réseaux internationaux
- écocertification
- planification et amélioration de la compétitivité
- diagnostics de production
- prévision de rentabilité assistée par ordinateur

2. Contexte :

La structure et l'organisation des filières forestières du monde est relativement stabilisée depuis les chocs pétroliers et la recomposition économique mondiale, ainsi que depuis la fin de la guerre froide. Par exemple, le commerce mondial des bois bruts ou de première transformation semble s'être stabilisé depuis les années 70 entre 150 et 200 millions de m3, et la consommation mondiale fluctue depuis 1985 entre 3,2 et 3,4 milliards de m3 par an, selon les chiffres de la FAO. Depuis 20 à 30 ans, les filières bois paraissaient s'être figées entre deux mondes aux structures quasiment indépendantes, celui des pays développés, et celui des pays en développement. Cependant, ce qui a pu apparaître comme une période stabilisée a sans doute été une période de gestation préparant la mise en place de nouvelles organisations de production, où flexibilité, réactivité, et adéquation rigoureuse à la demande sont des critères déterminants, où les stratégies d'approvisionnement sont mondiales et questionnent les politiques forestières, et dont on décèle des signes avant-coureurs depuis le milieu des années 90.

2.1 Les moteurs de l'évolution des filières forestières tropicales

Autrefois, le commerce des bois tropicaux correspondait au schéma de l'importation par les pays industrialisés de produits primaires venant du reste du monde. Cela n'est plus vrai à présent, en raison de la concurrence mondiale des bassins de main d'oeuvre et du poids

croissant des pays en développement dans l'offre et la demande des biens manufacturés. C'est dans cette catégorie de pays que se comptent désormais les premiers exportateurs de produits de seconde transformation à base de bois tropicaux. Les flux qui aboutissaient auparavant essentiellement en Europe se sont modifiés après la seconde guerre mondiale, avec la reprise économique de l'Asie Orientale. Le Japon a été à l'origine d'une forte croissance du commerce des bois, jusqu'à ce que ses importations culminent dans les années 1970 (en 1974, il représentait à lui seul 55 % des importations mondiales de grumes et de produits de première transformation). Jusqu'au début des années 1990, ce pays a été le moteur essentiel de la demande en bois tropicaux, tandis que la Malaisie, l'Indonésie, et les Philippines ont été les moteurs de l'offre. A partir de ce moment, la transformation, après avoir été essentiellement le fait du Japon et de la Corée, s'est alors relocalisée en Malaisie, Indonésie, et en Inde.

Depuis une vingtaine d'années, la part de l'Europe est très faible dans la consommation des bois tropicaux (entre 4 et 5 % de la consommation mondiale de grumes, sciages et contreplaqués, en équivalent bois rond), alors que le schéma du commerce de ces bois continue d'évoluer avec la globalisation des échanges. Il devient majoritairement dominé par les pays en développement ou en transition, en particulier en Asie. Si le Brésil est le premier consommateur de sciages tropicaux, et le second de grumes tropicales, après l'Indonésie, c'est pourtant bien l'Asie qui contrôle l'utilisation des bois tropicaux en consommant près de 70 % des produits bruts ou de première transformation, en équivalent bois rond. Pourtant, les importations de l'Asie développée de bois tropicaux bruts baissent régulièrement depuis les années 80, ce qui correspond à la baisse de la disponibilité de la ressource en Asie tropicale (raréfaction dans cette zone des surfaces de forêts naturelles à rente élevée). Pour autant, la demande ne diminue pas, et la tension accrue sur les coûts induit une réorganisation de la transformation. En particulier, depuis l'ouverture de la Chine en 1993, les importations de l'Asie en développement sont quand à elles en augmentation quasi exponentielle, malgré l'épisode de la crise financière asiatique en 1998. La transformation se déplace donc à présent en Chine. En même temps, la demande se répercute à l'ensemble de la planète, et de plus en plus d'exportations de l'Afrique ou de l'Amérique du Sud sont captées par l'Asie, laquelle est devenue le carrefour mondial des bois tropicaux (importations de produits bruts, et exportations de produits finis).

2.2 Les facteurs d'une évolution radicalement nouvelle

Ce qui se passe à présent sous nos yeux procède de deux dynamiques différentes. Il s'agit pour la première du développement économique des classes moyennes des grands et petits pays émergents. Celles-ci dopent les demandes locales en bois de construction, comme en bois d'ameublement de qualité moyenne et de prix abordable. La transformation locale est quand à elle encouragée par l'existence d'infrastructures et de services efficaces, et d'une force de travail de plus en plus qualifiée, tout en restant encore peu coûteuse. Il s'agit pour la seconde du relais qu'assurent les diasporas de certains de ce pays pour répercuter leurs demandes à l'étranger via les réseaux commerciaux propres à ces communautés. Alors que les Indiens et Chinois d'outre-mer permettent à l'Asie de mondialiser sa demande en bois tropicaux, le Brésil, qui ne dispose pas de telles connexions internationales, fonctionne quand à lui dans une quasi autarcie, son énorme demande se nourrissant de son immense offre locale.

3. Problématique :

Les pays qui influencent la consommation de bois tropicaux mondiale sont les pays en développement. La part de l'Europe est très faible dans la consommation des bois tropicaux, entre 4 et 5 % de la consommation mondiale. Ces pays qui jouent les rôles importants comme consommateurs dans la filière bois sont l'Inde, la Chine et le Brésil. La consommation des bois tropicaux dépend de la capacité de consommation des classes moyennes dans un pays. Le changement de la qualité de la vie va influencer la consommation des bois tropicaux. Le développement économique des classes moyennes dope les demandes locales en bois de construction, comme en bois d'ameublement de qualité moyenne et de prix abordable. Le fait qu'il existe un lien direct entre le développement d'un pays et la consommation des bois tropicaux est une hypothèse qui n'est pas encore prouvée. Le sujet de mon stage est l'exploration statistique du commerce et de la consommation de bois tropicaux dans le monde, en fonction d'indicateurs de population et de développement humain.

Le but est de prouver que l'hypothèse est correcte. Si c'est le cas, on va essayer de trouver une relation linéaire, analyser sa courbe et trouver l'équation qui relie les indicateurs et la consommation des bois tropicaux. Ensuite prévoir la consommation des bois tropicaux pour l'année suivante. L'équation que l'on cherche doit être fiable et facile à utiliser, les paramètres de l'équation doivent être correctement précisés dans les différentes conditions économiques.

4. Démarche :

4.1 Acquisition de la ressource

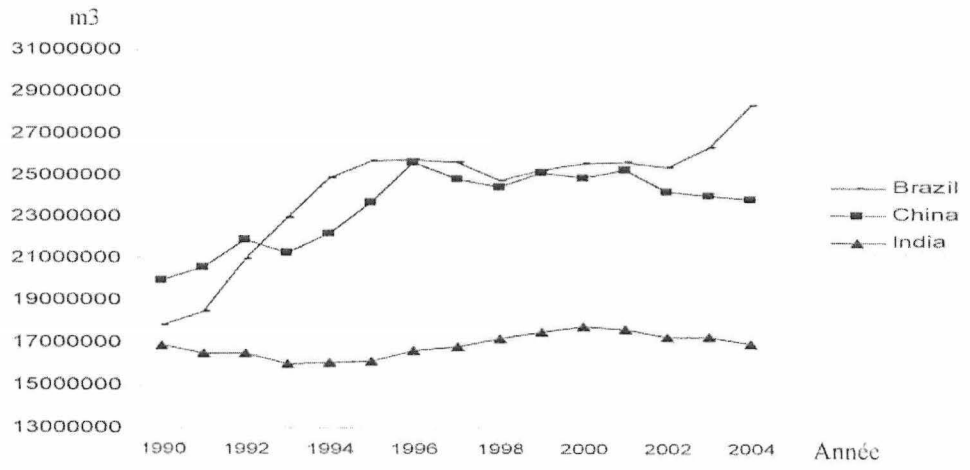
4.1.1 Base de données de la FAO

La quantité de consommation de bois tropicaux vient de la base de données de la FAO[3]. FAOSTAT est une banque de données en ligne qui regroupe plus de trois millions de séries chronologiques statistiques disponibles sur les sujets d'agriculture et d'alimentation. FAOSTAT, dans le cadre de la base de données de la FAO, fournit des données couvrant 18 domaines. Ces données concernent les pays au niveau de domaines tels que la production et le commerce des produits agricoles, les prix payés aux producteurs, etc., mais aussi les indices de la production agricole et du commerce, les approvisionnements alimentaires, etc.

Par ailleurs, FAOSTAT m'a également permis de trouver la population urbaine, celle-ci reflétant de manière assez pertinente la classe moyenne dans les pays en développement. Les chiffres des consommations de bois sont rangés selon une série chronologique de 45 ans.

pays	Unit	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Brazil	1000m3	25709	25777	25611	24749	25251	25569	25635	25380	26283	28299
China	1000m3	23672	25628	24829	24407	25148	24860	25232	24186	24014	23816
India	1000m3	16098	16638	16785	17202	17502	17741	17649	17260	17221	16937

Figure 1 Consommation de bois tropicaux des 3 pays pendant 10 ans.



Graphique 1 Consommation de bois tropicaux des 3 pays pendant 10 ans.

Sur le graphique on peut voir : pendant les derniers 10 ans, la consommation de bois tropicaux augmente, puis se stabilise autour de 25 millions de m^3 par an pour le Brésil et la

[3] FAO. 2002. FAOSTAT data base. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture.

Chine. Ce chiffre est 1.5 fois supérieur à celui de l'Inde, qui se stabilise autour de 17 millions de m^3. Dans notre recherche, nous nous concentrons sur les derniers 40 ans, où les filières bois paraissent s'être figées entre deux mondes aux structures quasiment indépendantes, celui des pays développés, et celui des pays en développement.

4.1.2 Base de données du WDI

Les données des indicateurs qui présentent le développement des classes moyennes viennent de la base de données du WDI[4] . La base de données du WDI est une banque de données qui comprend environ 900 indicateurs de développement pour tous les pays. Les données sont organisées dans 6 domaines : World View, People, Environnement, Economy, States et Marketing, et Global Links. WDI est la première source de données statistiques de la Banque mondiale, les données couvrent la période 1960-2006 pour plus de 200 pays et 18 groupes de pays (régions, niveau d'endettement, revenu par tête). De nombreux outils de recherche sont disponibles sur la base de données : ils permettent notamment le téléchargement des données collectées dans un fichier Excel. Les indicateurs se rangent en séries chronologiques statistiques.

Après tri des données, on a choisi 288 indicateurs qui nous permettent de connaître le contexte de développement de 3 pays. Ces indicateurs couvrent tous les domaines possibles qui peuvent présenter la vie des classes moyennes. Parmi ces indicateurs, il faut qu'on choisisse ceux qui sont en relation avec la consommation du bois.

4.2 Analyser la ressource

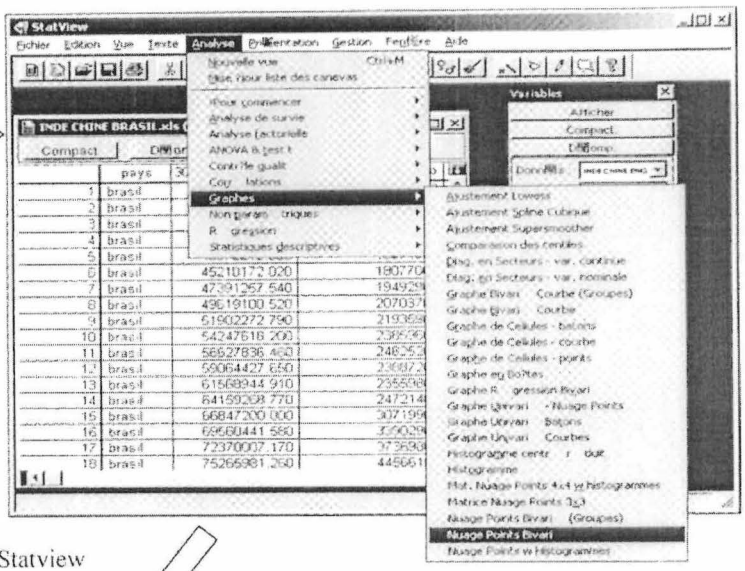
L'analyse des bases de données a été effectuée avec le logiciel Statview, qui nous permet de regrouper les consommations et les indicateurs selon deux axes. A l'aide de ce logiciel, on peut faire des graphiques qui présentent la relation entre deux facteurs. S'il y a une relation entre les deux, le graphique peut se présenter comme une ligne droite ou une courbe, sinon, il se présente comme un nuage de points non régulier.

Les données sous format Excel peuvent directement être introduites dans le logiciel Statview, après quoi on peut réaliser le graphique selon des pays.

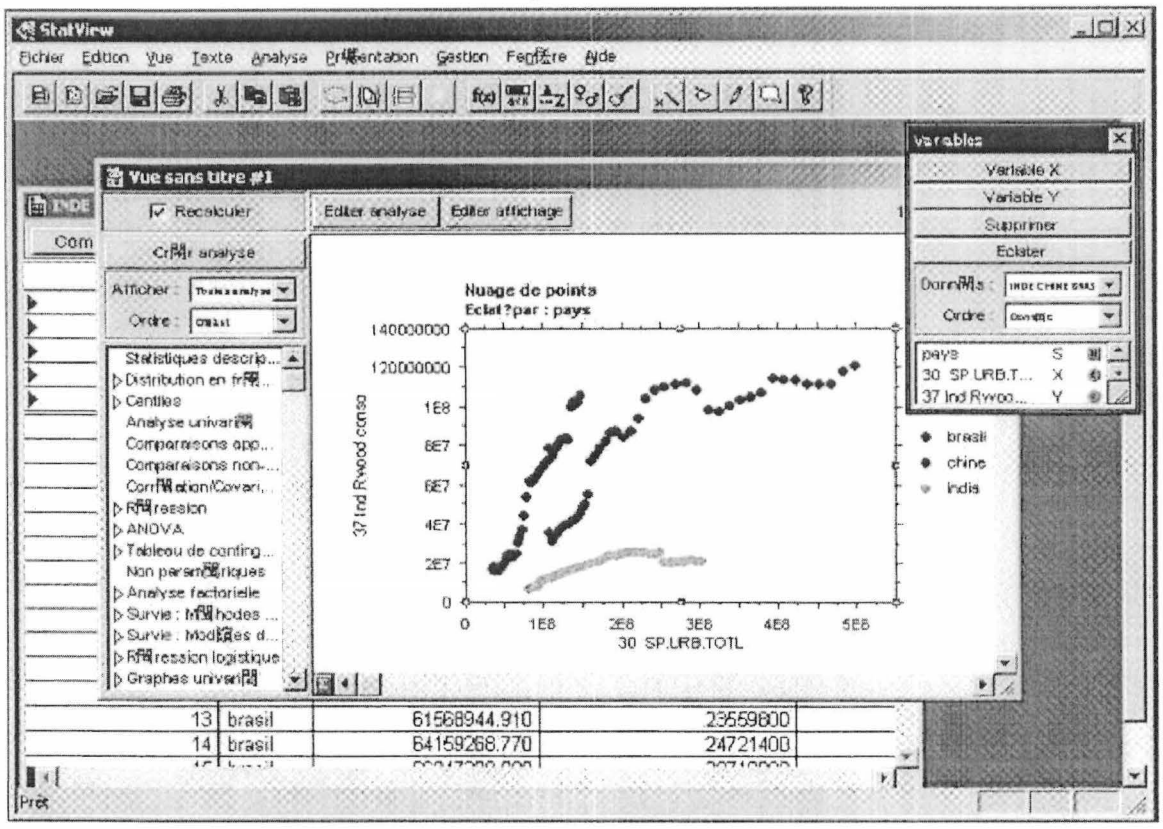
---

[4] World development indicators 2006. World Bank, 2006, Washington, USA. ISBN: 0-8213-4553-2

pays	population	consommation
brésil	35005852	16916800
brésil	36922396	18029300
brésil	38919541	16234100
chine	107763214	36068200
chine	110725540	31377900
chine	115606654	34800400
inde	80547822	6620900
inde	83149949	7148200
inde	85866276	7573700



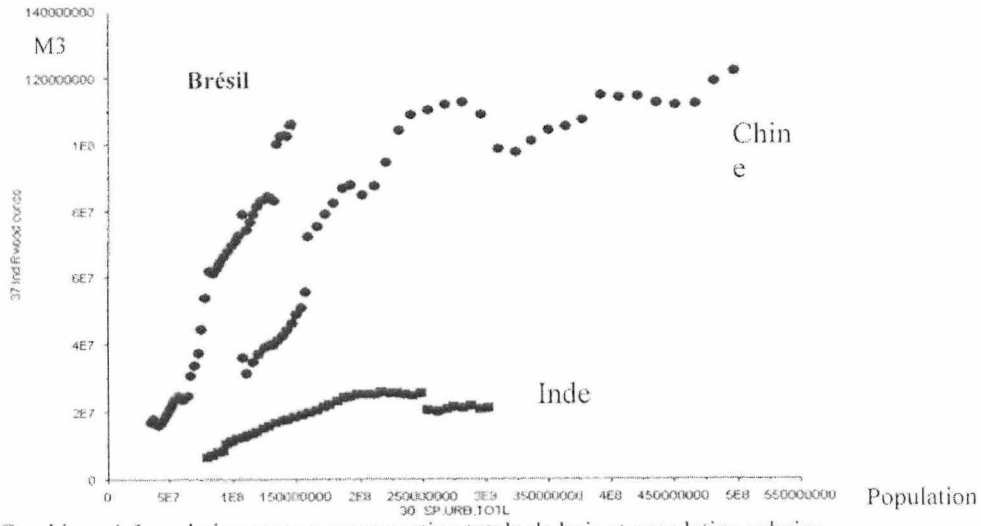
Graphique 2 Introduction des données dans Statview



Graphique 3 Tracé du graphique selon des pays

Après traitement de 900 graphiques groupés par indicateur et consommation, on a trouvé 30 indicateurs parmi les 288 étudiés pour lesquels une relation claire apparaît. Ensuite, par

comparaison de ces 30 indicateurs, on a conclu que la population urbaine est un indicateur totalement lié avec la consommation de bois (*graphique4*).



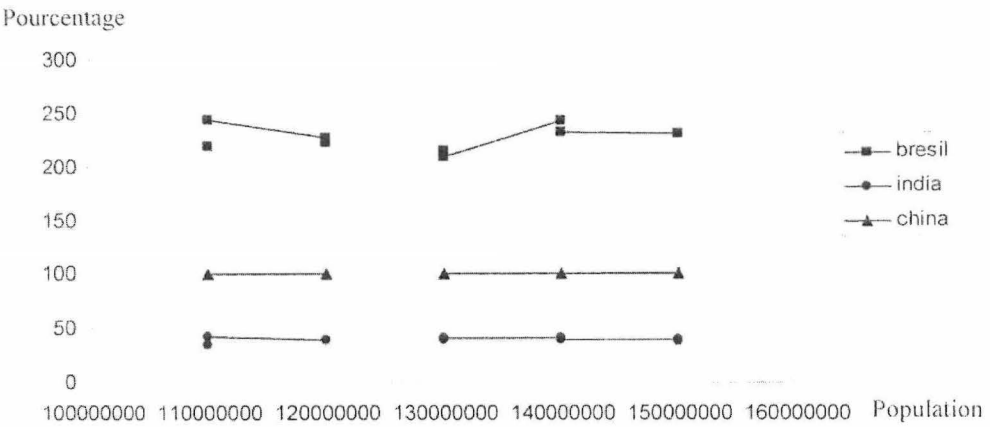
Graphique 4 La relation entre consommation totale de bois et population urbaine

Cet indicateur est un facteur commun à ces 3 pays. Il permet de former 3 courbes avec la même allure générale. Les trois courbes ont le même mode de croissance qui contient deux parties. La consommation de bois croît progressivement, puis tend vers un seuil quand la population urbaine augmente. Au début, la croissance de la courbe est forte, puis elle ralentit. Cette forme caractéristique montre une dynamique de développement des classes moyennes dans les pays en train de se développer.

Le bois est un matériau pondéreux, son prix est faible par rapport aux matériaux modernes. C'est un matériau moins cher que le plastique ou le métal. Ce matériau naturel moins cher joue un rôle important dans la construction civile des pays en développement. La construction dope les demandes locales en bois de construction, comme en bois d'ameublement de qualité moyenne et de prix abordable. C'est-à-dire que, avec la croissance de la population urbaine, l'augmentation rapide de la consommation de bois correspond aux constructions urbaines. Ensuite, il vient un moment où la taille des villes se fixe : la construction devient saturée dans la ville, donc la consommation de bois est freinée, ce qui fait qu'elle augmente très lentement.

Sur le graphique (*graphique 4*), on peut voir que les 3 courbes des 3 pays ont la même forme, mais avec des pentes différentes. Celle du Brésil est la plus verticale, celle de l'Inde est la plus plate, et celle de la Chine se situe entre les deux. La pente des courbes est directement liée à la difficulté de consommation du bois. Dans ces trois pays, c'est l'Inde qui a le plus de difficultés à chercher du bois par rapport aux deux autres pays, car il n'y a pas beaucoup de

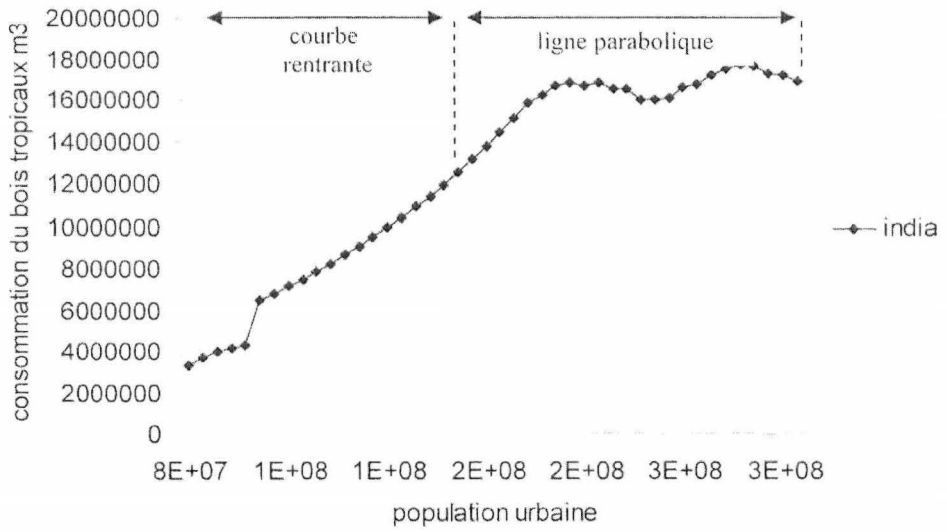
bois en Inde et les indiens ont donc besoin d'aller en chercher dans les autres pays. Cette difficulté freine l'Inde dans sa consommation de bois, la pente de la courbe indienne est moins forte que celle des deux autre pays. Pour le Brésil, il y a beaucoup de bois sur place, ce n'est donc pas très difficile d'en trouver au Brésil, c'est pourquoi pour une même base de population, les brésiliens consomment plus de bois que les deux autres pays. A population urbaine égale, si on considère que la consommation de bois en Chine vaut 100%, il y a une relation constante entre les consommations des 3 pays (*graphique 5*). Les indiens consomment moitié moins que les chinois, et les brésiliens consomment deux fois plus que les chinois.



Graphique 5 Consommation totale de bois des 2 pays par rapport à la Chine (100%)

4.3 Analyser la courbe

Le graphique qui présente la relation entre la consommation de bois et la population urbaine est constitué de deux parties. La première partie est une courbe rentrante, la seconde est une ligne parabolique (*graphique6*).



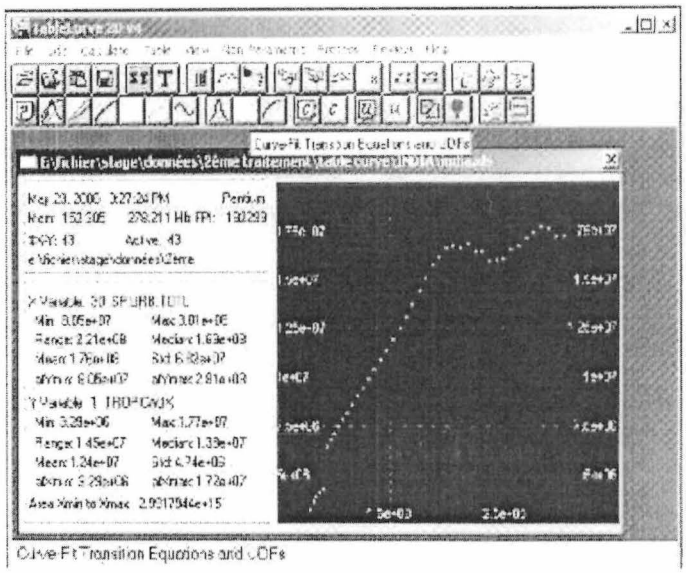
Graphique 6 La relation entre la consommation de bois et la population urbaine en Inde

La courbe rentrante présente la croissance rapide de la consommation de bois (qui correspond à la construction urbaine), ensuite la ligne parabolique présente le moment où la taille des villes est fixée et où la construction devient saturée dans la ville, ce qui a pour conséquence de freiner la consommation de bois.

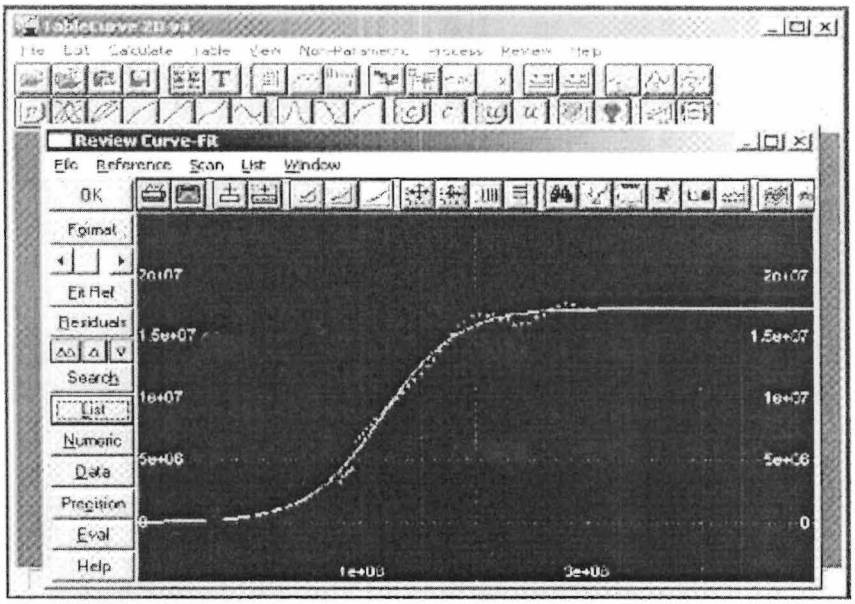
4.3.1 Chercher un modèle de base :

Cette courbe est une courbe classique. Plusieurs équations de transition peuvent correspondre à cette forme. Pour trouver une équation qui correspond bien à notre courbe, on a utilisé un logiciel spécial : le logiciel Tablecurve. Celui-ci peut directement prendre les données sous format Excel. Il peut nous aider à analyser les courbes et donner les meilleures équations correspondant à ces courbes.

pays	population	consommation
brésil	35005852	16916800
brésil	36922396	18029300
brésil	38919541	16234100
chine	107763214	36068200
chine	110725540	31377900
chine	115606654	34800400
inde	80547822	6620900
inde	83149949	7148200
inde	85866276	7573700



Graphique 7 Introduction des données dans Tablecurve.

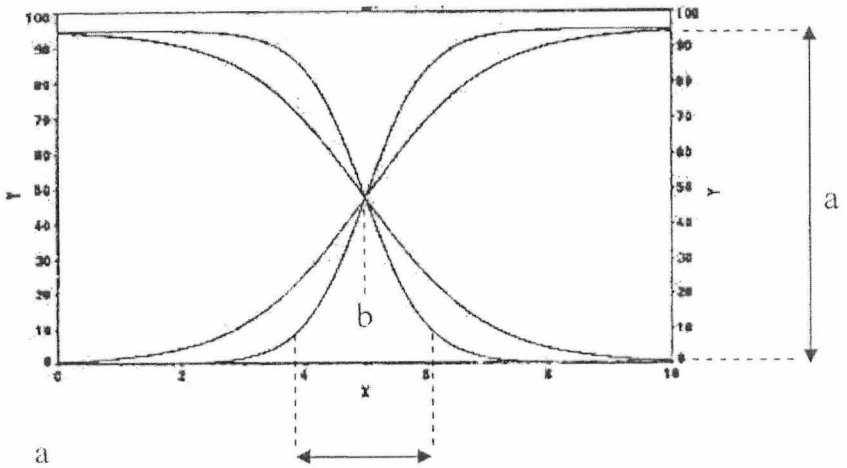


Graphique 8 Analyse des données et détermination de l'équation.

Pour trouver une équation qui corresponde au mieux à une courbe, on essaye tous les modèles possibles. Parmi les modèles, l'équation symétrique de transition et l'équation asymétrique de transition nous intéressent beaucoup, car elles ont une forme simple avec trois coefficients, qui contrôlent la forme de la courbe. Ces équations de transition forment un centre de transition présenté par le coefficient B, le coefficient A présente la hauteur de la courbe, C contrôle la largeur de transition.

L'équation symétrique de transition :

(1). Sigmoid :



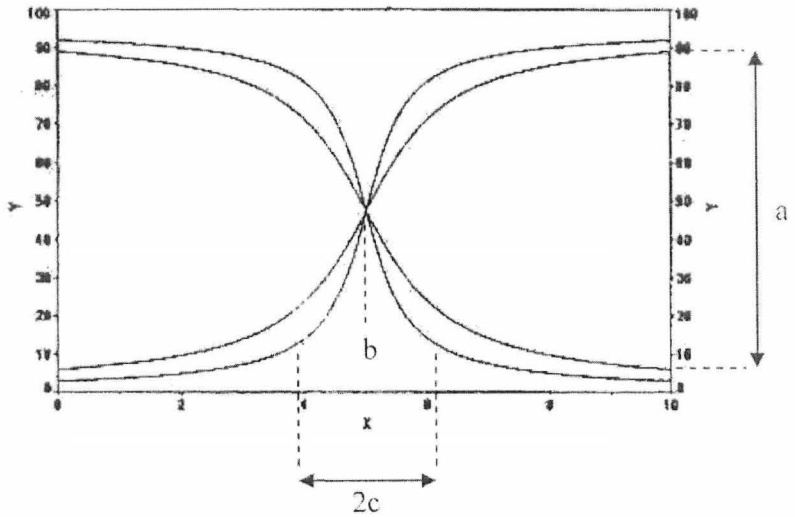
$$Y = \frac{a}{1 + \exp\left(-\frac{x-b}{c}\right)}$$

Hauteur de transition : a

Centre de transition : b

Largeur de transition : 2.19722 c

(2). Lorentzian Cumulative :



CIRAD-Dist
Unité documentaire
Montpellier

$$Y = \frac{a}{\pi}\left[\arctan\left(\frac{x-b}{c}\right)+\frac{\pi}{2}\right]$$

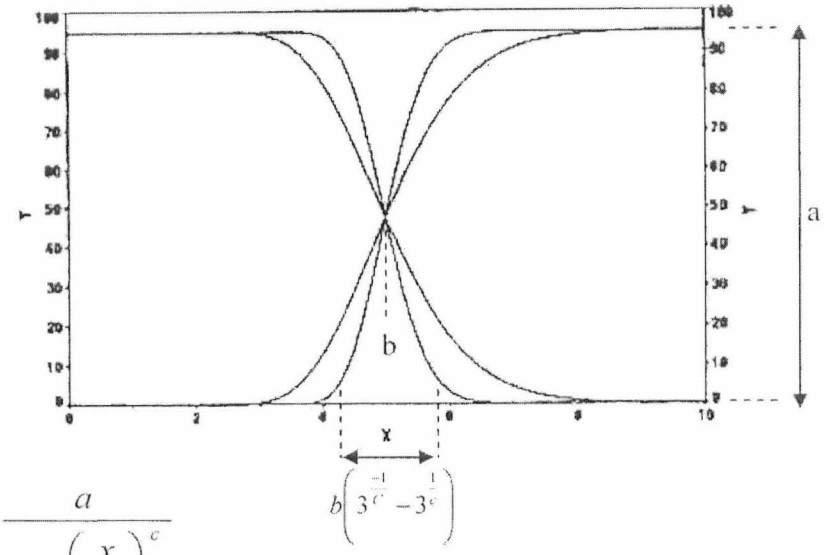
Hauteur de transition : a

Centre de transition : b

Largeur de transition : 2c

L'équation asymétrique de transition :

(3). Logistique Dose Response :



$$Y = \frac{a}{1+\left(\frac{x}{b}\right)^{c}} \qquad b\left(3^{\frac{-1}{c}}-3^{\frac{1}{c}}\right)$$

Hauteur de transition : a

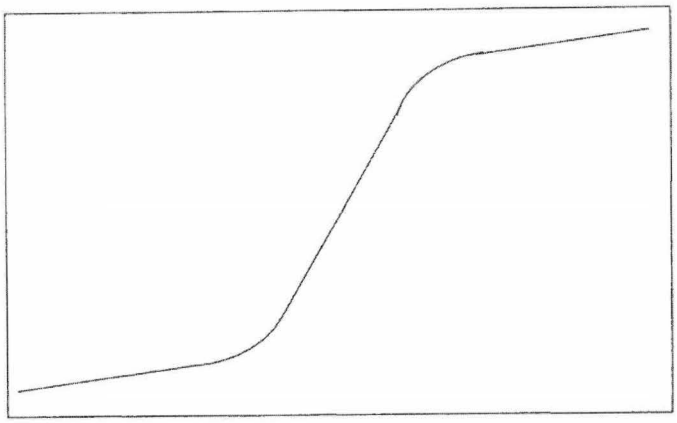
Centre de transition : b

Largeur de transition : $b\left(3^{\frac{-1}{c}}-3^{\frac{1}{c}}\right)$

4.3.2 Chercher le modèle modifié:

Ces équations peuvent très bien correspondre à nos données. Mais ces trois équations sont des équations classiques. Elles ont une valeur maximale constante présentée par le coefficient a. Selon le graphique (*graphique4*), qui présente la relation entre la consommation de bois et la population urbaine, on peut voir facilement, sur la partie droite des courbes, que la consommation cesse pratiquement d'augmenter, mais pour des niveaux très différents selon les pays. Pour obtenir une équation qui puisse représenter correctement l'évolution de la consommation de bois, il est nécessaire de modifier nos équations.

Le coefficient a, qui présente la valeur maximale, est un chiffre constant, or il semble qu'on n'atteigne jamais de palier de consommation, donc il faudrait que les équations prévoient une croissance linéaire pour de fortes valeurs de population. Pour changer cette valeur, on a remplacé le coefficient a par une fonction du premier degré, de la forme A=dx+a. Après ce changement, on a obtenu des équations sans seuil, comportant une pente pour la fin des courbes (*graphique 9*).



Graphique 9 Courbe des équations modifiées

Après modification des équations, on a les trois modèles suivants :

(1). Sigmoid modifié :

$$Y = \frac{dx + a}{1 + \exp\left(-\frac{x - b}{c}\right)}$$

(2). Lorentzian Cumulative modifié :

$$Y = \frac{dx + a}{\pi}\left[\arctan\left(\frac{x - b}{c}\right) + \frac{\pi}{2}\right]$$

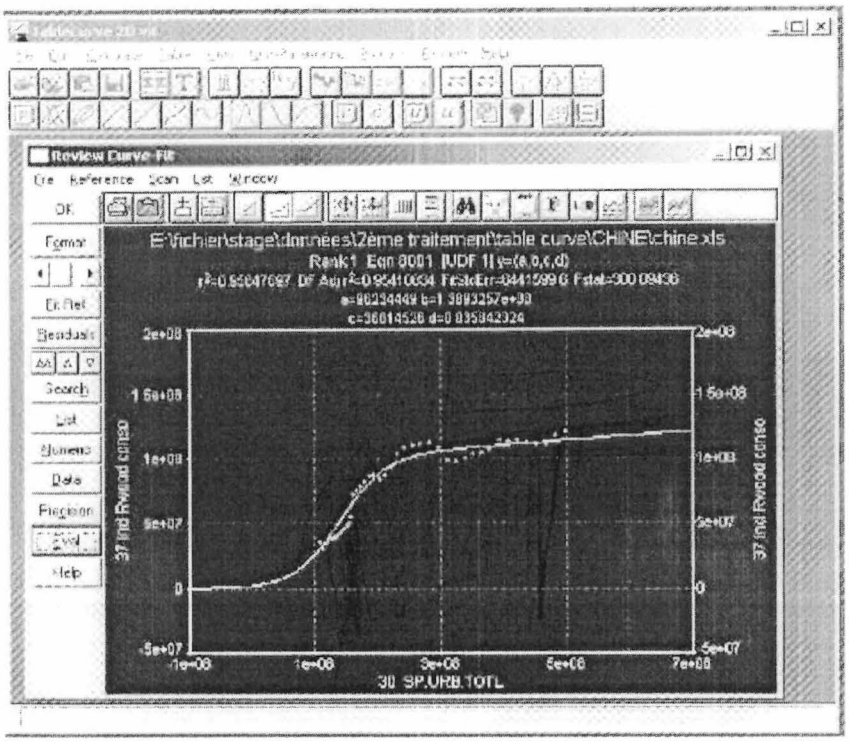
(3). Logistique Dose Response modifié :

$$Y = \frac{dx + a}{1 + \left(\frac{x}{b}\right)^{c}}$$

4.4 L'équation et les paramètres

Une fois que l'on a modifié l'équation, on a réintroduit ces trois équations dans le logiciel Tablecurve (*graphique 10*). A partir du graphique de la consommation de bois, on a demandé

au logiciel de faire les courbes en se basant sur les équations que l'on a modifiées, afin de trouver la valeur des trois coefficients et obtenir la valeur maximum de R^2.



Graphique 10 Réintroduction des trois équations modifiées dans Tablecurve

Parmi ces trois équations, il en est une qui correspond particulièrement bien aux données et pour laquelle la valeur de R^2 est maximale, comparativement aux autres équations modifiées. C'est l'équation Logistique Dose Response modifiée :

$$Y = \frac{dx + a}{1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c}$$

Pour les différents pays, les coefficient ne sont pas les mêmes, mais ils sont très proches.

Pour la Chine

a= 1.102E+08 b=1.39E+08 c=-4.07 d=0.0117 r2=0.93

Pour l'Inde

a= 1.499E+08 b=1.097E+08 c=-2.316 d=0.0177 r2=0.97

Pour le Brésil

a= 2.565E+07 b=1.093E+08 c=-3.546 d=0.0037 r2=0.859

4.5 Prédiction de la consommation dans le futur :

Avec les équations que l'on a trouvées, on peut prolonger les courbes et modéliser la consommation de bois dans le futur.

La population urbaine future des trois pays a été évaluée par les experts des pays concernés et des Nations Unies. Ces évaluations sont consultables dans les documents de la FAO.

Pays	Item	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Brésil	Population Urbaine	154 002 000	167 039 000	178 485 000	188 143 000	196 083 000	202 686 000
Chine	Population Urbaine	543 631 000	624 251 000	702 738 000	774 311 000	836 052 000	886 962 000
Inde	Population Urbaine	315 276 000	355 205 000	401 898 000	455 823 000	517 178 000	586 052 000

Figure 2 La population urbaine future des trois pays

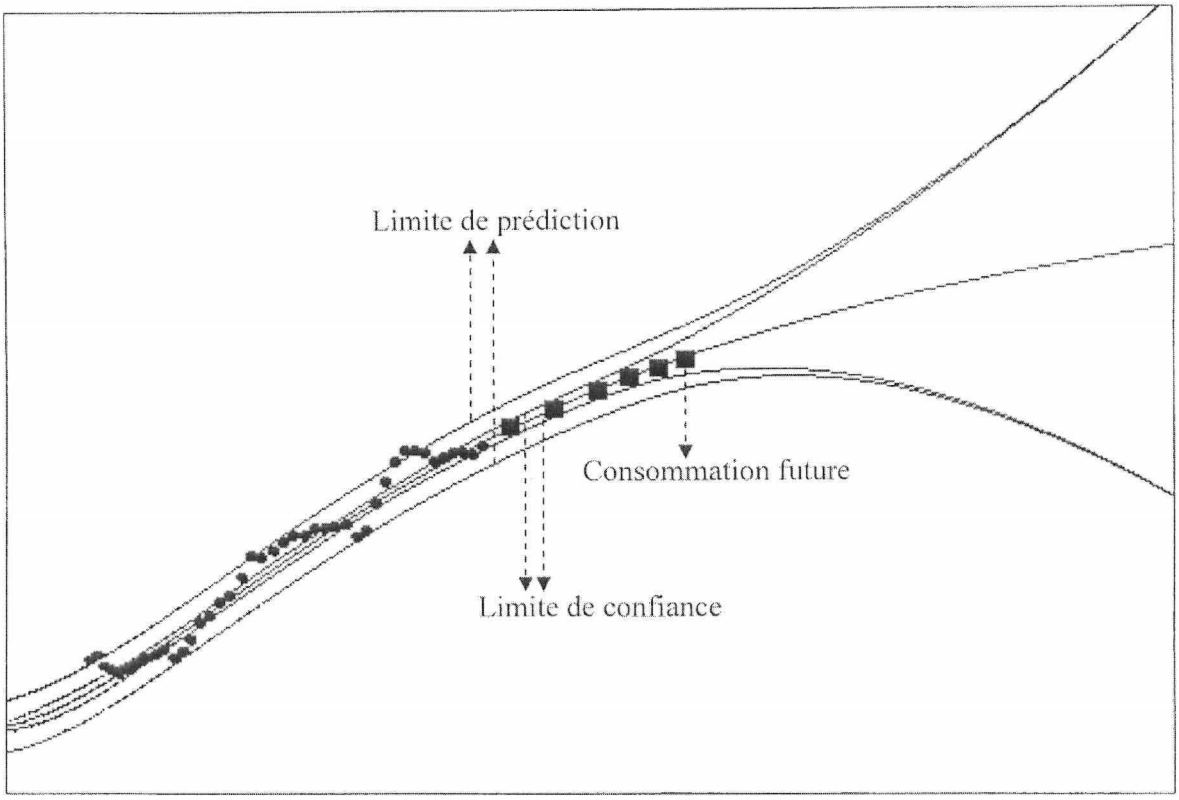
Avec les modèles que nous avons construits, on peut faire une prédiction de la consommation future.

pays	unité	2010	2015	2020	2025	2030
brésil	consommation du bois tropicaux m^3	29698774	31256537	32476871	33419691	34164562
chine	consommation du bois tropicaux m^3	25499643	25631957	25738532	25826086	25896793
inde	consommation du bois tropicaux m^3	18169225	18378002	18550824	18701779	18841798

Figure 3 La consommation future des trois pays

Pour la consommation future, il y a les limites de prédiction et les limites de confiance. La zone qui est délimitée par les limites de prédiction est l'espace qui contient 90% des données prédites. La zone délimitée par les limites de confiance contient 90% des données d'origine. Ces limites peuvent indiquer l'erreur de notre prédiction. Elles sont calculées selon les données d'origine, donc elles sont différentes selon les pays.

Le Brésil est un pays en développement, la construction civile n'est pas encore finie. Les anciennes données n'ont pas encore indiqué la phase saturée de construction civile, donc la zone limite qui présente l'erreur est large.

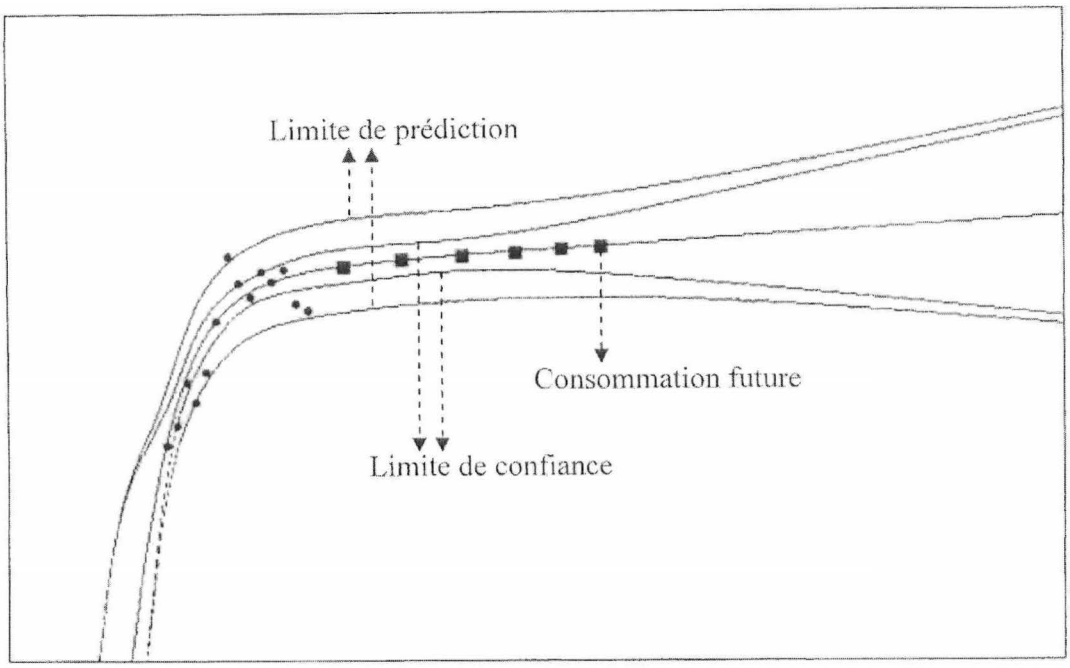


Graphique 11 la consommation du bois future en brésil

Pour le Brésil, les limites de confiance et de prédiction qui indiquent les erreurs pour les 30 ans à venir sont les suivantes :

consommation de bois tropicaux m^3		2010	2015	2020	2025	2030
		29698774	31256537	32476871	33419691	34164562
90% Limite de confiance	minimum	28900000	30410000	31470000	32150000	32580000
	maximum	30490000	32100000	33480000	34690000	35750000
90% Limite de prédiction	minimum	27200000	28740000	29900000	30730000	31310000
	maximum	32200000	33770000	35050000	36110000	37020000

Pour la Chine, les données indiquent que la consommation se ralentit, la consommation future est donc presque constante.

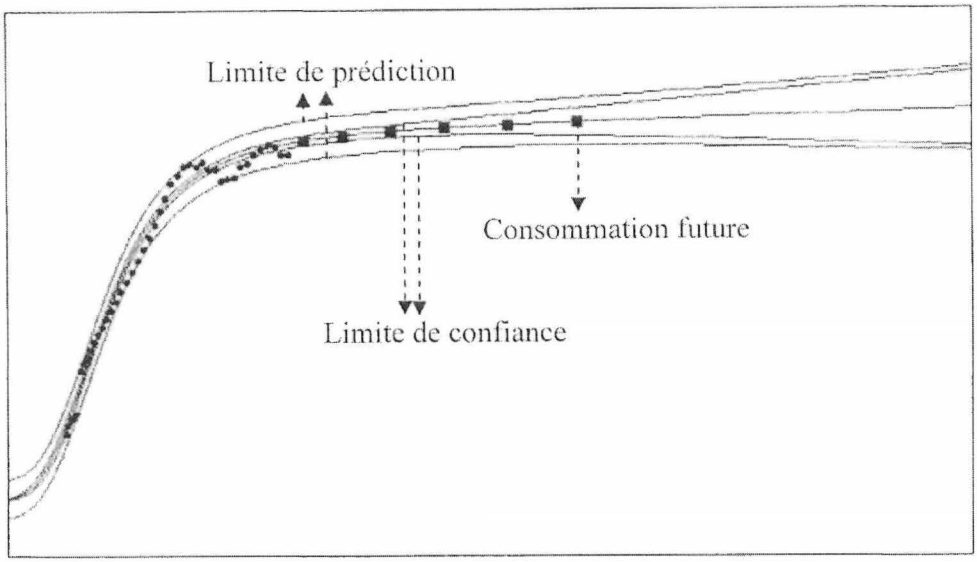


Graphique 12 La consommation future du bois en Chine

Pour la Chine, les limites de confiance et de prédiction qui indiquent les erreurs pour les 30 ans à venir sont les suivantes :

consommation de bois tropicaux m^3		2010	2015	2020	2025	2030
		25499643	25631957	25738532	25826086	25896793
90% Limite de confiance	minimum	25020000	25160000	25180000	25140000	25070000
	maximum	25980000	26100000	26290000	26520000	26730000
90% Limite de prédiction	minimum	24140000	24270000	24350000	24370000	24370000
	maximum	26860000	26990000	27130000	27280000	27420000

Pour l'Inde, les données indiquent que la consommation se ralentit, la consommation future suit la même tendance que celle de la Chine.



Graphique 13 La consommation future du bois en Inde

Pour l'Inde, les limites de confiance et de prédiction qui indiquent les erreurs pour les 30 ans à venir sont les suivantes :

consommation de bois tropicaux m^3		2010	2015	2020	2025	2030
		18169225	18378002	18550824	18701779	18841798
90% Limite de confiance	minimum	17930000	18110000	18230000	18300000	18360000
	maximum	18530000	18780000	18970000	19100000	19190000
90% Limite de prédiction	minimum	17110000	17310000	17450000	17550000	17620000
	maximum	19350000	19580000	19740000	19850000	19930000

CONCLUSION

Le volume de bois tropicaux consommé dans le monde semble s'être pour un temps stabilisé. L'évolution des filières forestières tropicales a été essentiellement déterminée par les pays en développement. La demande croît avec le développement des classes moyennes de ces pays. La capacité de consommation des classes moyennes dans les pays en développement est un facteur fortement lié avec la consommation du bois. Le développement des classes moyennes provoque la demande des bois tropicaux.

La population urbaine est un facteur qui explique la croissance de la consommation des bois tropicaux, il y a une très forte corrélation entre la consommation de bois et la population urbaine. La relation entre les deux peut être représentée par l'équation Logistique Dose Response modifiée sous la forme

$$Y = \frac{dx + a}{1 + \left(\frac{x}{b}\right)^c}$$

Cette équation nous permet de prévoir la consommation de bois des années suivantes en fonction de l'évolution de la population dans le futur, avec des limites précises. Elle décrit le mode de développement de la consommation de bois tropicaux, et prévoit la tendance de développement à venir. C'est une nouvelle méthode, simple et pratique à utiliser.

BIBLIOGRAPHIE

1. les articles

Roda, J.-M., 2000. Etat de l'économie des bois d'oeuvre tropicaux 2000 - State of the tropical timber economics 2000. Cirad. Montpellier, 85 p.

Roda, J.-M., 2002. Les produits forestiers tropicaux : analyse des flux et de leurs évolutions. 1er Congrès des ITENM de la filière bois, 29-31/05/2002 - Le bois international 2 : 6-7.

Consommation mondiale de bois: tendances et évolution, Par András Madas. Budapest. Akadémiai Kiadó, 1974. 130 p.

http://ctbg.cirad.fr/ctbg/ecompl
http://ctbg.cirad.fr/ctbg/ecompl/publi/reseauxasiatiques.pdf
http://ctbg.cirad.fr/ctbg/ecompl/publi/040503%20BoisMag%20fev04.pdf
http://bft.e-revues.com/article.jsp?articleId=2480
http://ctbg.cirad.fr/ctbg/ecompl/publi/274EPRodaEco.pdf
http://www.cirad.fr/fr/regard_sur/devdur/pdf/rodab.pdf
http://hdr.undp.org/docs/statistics/data/flash/2005/2005.html
http://ctbg.cirad.fr/ctbg/ecompl/state.html

2. les références des outils méthodologiques
http://www.statview.com/support/doc/statview_reference.pdf
http://www.systat.com/products/tablecurve2d/resources/?sec=1008

3. les sources statistiques utilisées

FAO, 2006. Situation des forêts du monde 2006. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, Italie, ISBN : 92-5-204193-1.

FAO, 2006. FAOSTAT data base. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, Italie.

Population data: Land use. FAOSTAT on line data base. Alimentation et Agriculture Organisation des Nations Unies, 2006, Rome, Italie. URL: http://apps.faoorg/default.htm

World development indicators 2006. World Bank, 2006, Washington, USA. ISBN: 0-8213-4553-2

World development indicators 2006 Data Query. World Bank, Washington, USA. URL:http://devdata.worldbank.org/data-query

ANNEXE

pays	Item	Unité	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969
Brésil	consommation du bois tropicaux	M3	6717800	7022500	6127100	5639700	5548900	5792000	6240900	6502700	6895900
Chine	consommation du bois tropicaux	M3	7595700	7129100	7796100	8454700	8539900	8688600	8939100	9617000	9895000
Inde	consommation du bois tropicaux	M3	3285500	3681900	3964700	4161800	4311600	6498600	6821200	7151700	7501800

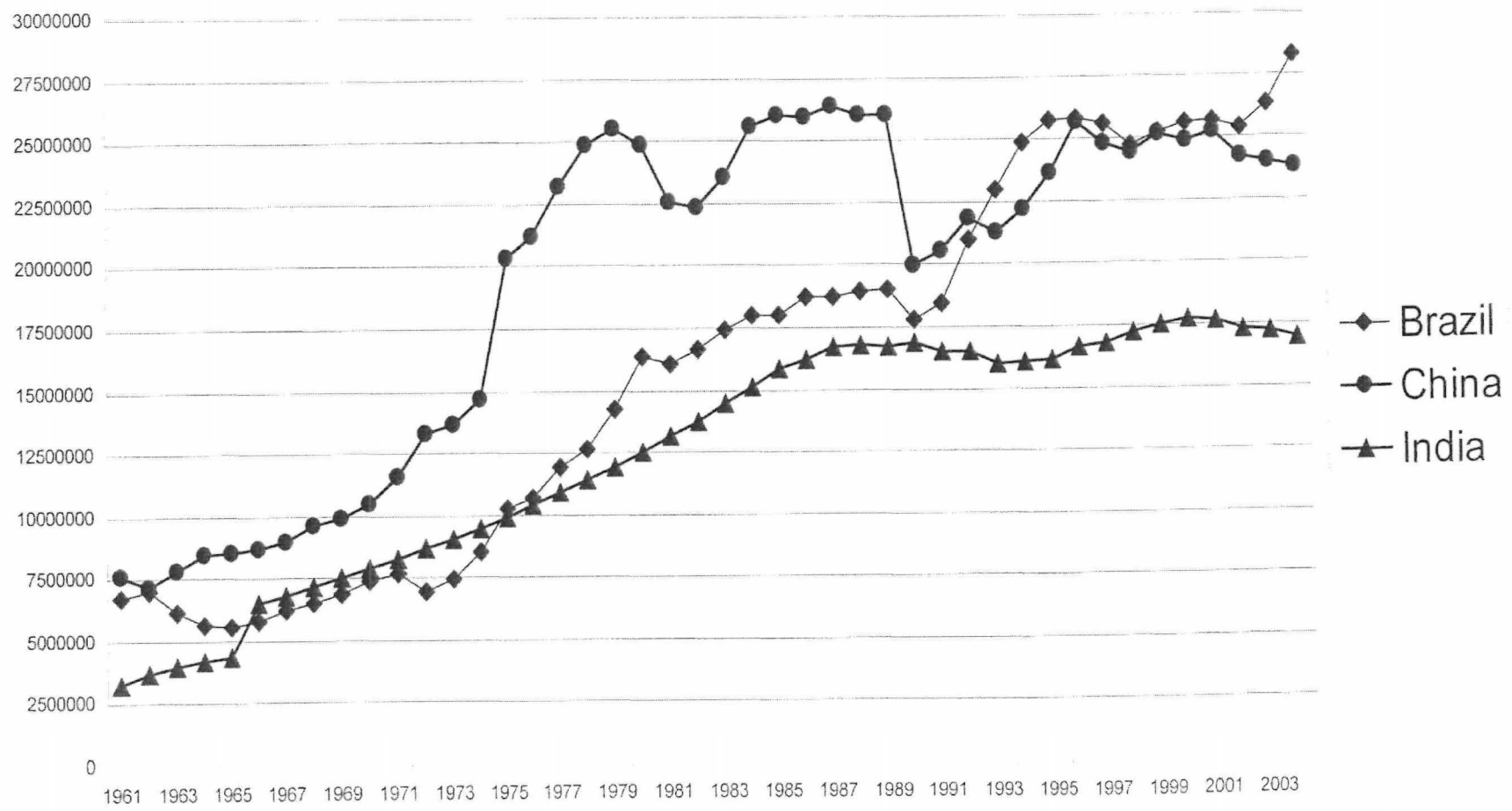
pays	Item	Unité	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978
Brésil	consommation du bois tropicaux	M3	7391600	7694300	6923000	7475400	8536400	10238000	10713500	11954800	12661200
Chine	consommation du bois tropicaux	M3	10470900	11584800	13283000	13675300	14702900	20302000	21196200	23171700	24853108
Inde	consommation du bois tropicaux	M3	7877600	8250300	8643300	9040600	9490700	9931700	10400100	10906000	11426000

pays	Item	Unité	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Brésil	consommation du bois tropicaux	M3	14233500	16324000	16034000	16659500	17397300	17971100	17988300	18732400	18726800
Chine	consommation du bois tropicaux	M3	25517200	24878208	22552500	22315708	23594508	25622008	26026300	25978800	26351900
Inde	consommation du bois tropicaux	M3	11959500	12526500	13138100	13770500	14423500	15107500	15830800	16209023	16663110

pays	Item	Unité	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Brésil	consommation du bois tropicaux	M3	18942500	18984900	17809023	18424238	20930386	22953907	24868500	25709000	25777000
Chine	consommation du bois tropicaux	M3	26037200	25996014	19944787	20532369	21858431	21244387	22192935	23672465	25628100
Inde	consommation du bois tropicaux	M3	16795673	16685446	16855308	16492088	16493441	15983271	16032653	16098153	16638500

pays	Item	Unité	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Brésil	consommation du bois tropicaux	M3	25611700	24749000	25251000	25569100	25635500	25380600	26283773	28299840	
Chine	consommation du bois tropicaux	M3	24829701	24407098	25148198	24860998	25232998	24186598	24014598	23816570	
Inde	consommation du bois tropicaux	M3	16785300	17202000	17502000	17741100	17649300	17260300	17221106	16937066	

Figure 4 Consommation de bois tropicaux des 3 pays pendant 44 ans.



Graphique 14 Consommation de bois tropicaux des 3 pays pendant 44 ans.