



## Cahiers d'Economie et de Prospective

### Compétitivité à l'exportation du secteur forêt-bois français

Anne-Laure LEVET<sup>a</sup>, Ludovic GUINARD<sup>a</sup>, Bertrand KOEBEL<sup>b</sup>, Phu NGUYEN VAN<sup>b</sup>, Indradev PUROHOO<sup>a</sup>

#### Résumé

Cette étude analyse, de façon empirique, ce qui détermine la performance à l'exportation des industries du bois, en se concentrant sur deux grandes catégories de facteurs : la disponibilité de la ressource forestière et la performance industrielle (productivité). Le modèle développé à l'échelle européenne permet de montrer que si la ressource joue un rôle significatif, la productivité est également un facteur déterminant pour expliquer les différences de solde commercial entre les pays. L'utilisation des données individuelles d'entreprises montre que les industries françaises ont bénéficié d'une amélioration de la productivité ces dernières années, mais cette progression n'a pas été homogène dans le temps et un phénomène de rattrapage par le bas a également été observé. Enfin, les coûts fixes et leur hétérogénéité entre les firmes peuvent expliquer des différences dans les comportements à l'exportation. Un second modèle a été formulé et permettra d'évaluer, dans des travaux ultérieurs, l'impact de ces coûts fixes dans le cas du secteur forêt-bois français.

**Mots clés :** balance commerciale, performance à l'export, productivité, secteur forêt-bois.

#### Abstract

The aim of this research project is to analyze the determinants of international trade of wood products, considering two main factors: the forest resource endowment and the industrial performance (productivity). Empirical tests based on European countries show that not only the resource endowment, but also the productivity of forest-based industries are significant determinants for explaining differences in net trade of wood products. Firm data reveal an increase of the productivity of French wood industries. However this trend is not homogeneous during the period considered and a downward convergence phenomenon is observed. Finally, fixed costs and their heterogeneity are taken into account in order to develop a new approach for explaining differences in export behavior.

**Key words:** trade balance, export performance, productivity, forest-based sector.

a : FCBA, Pôle Economie, Energie, Prospective

b : Bureau d'Economie Théorique et Appliquée (BETA) – Université de Strasbourg et CNRS

WORKING PAPER

## Introduction

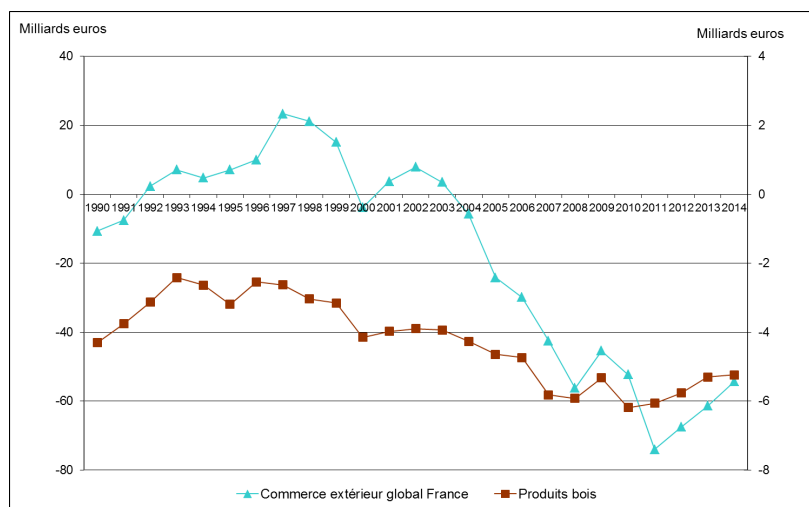
Le secteur forêt-bois français souffre d'un déficit commercial structurel oscillant depuis 2007 entre 5 et 6 milliards d'euros par an, ce qui représente selon les années entre 8 et 12 % du déficit commercial global de la France (10 % en 2014). Cette situation défavorable est bien connue des pouvoirs publics et des professionnels du secteur forêt-bois et est régulièrement soulignée dans les rapports publics sur la filière<sup>1</sup>. Elle est perçue comme paradoxale dans la mesure où la France dispose d'une des ressources forestières les plus importantes d'Europe, la 4<sup>ème</sup> en surface avec 16 millions d'hectares<sup>2</sup>.

L'une des explications mises en avant dans certains rapports sur la filière tient à l'insuffisante mobilisation du bois en forêt (Ballu, 2007 ; Puech, 2009). Pourtant, une comparaison internationale au niveau des principaux pays exportateurs de produits bois a montré que la France présentait un taux de mobilisation en bois ronds<sup>3</sup> comparable voire supérieur à des pays (Allemagne, Autriche, Italie) qui affichent un excé-

dent commercial de plusieurs milliards d'euros (Levet *et al.*, 2014). Au-delà de la mobilisation, d'autres facteurs sont avancés par la filière. Tout d'abord, l'adéquation de la ressource aux besoins du marché constitue une condition essentielle pour assurer des débouchés aux produits bois. Or, la France souffre de difficultés de valorisation d'une partie de ses essences feuillues (FCBA, 2011), qui conduisent aujourd'hui les acteurs de la filière à mener différents projets de recherche et développement pour renforcer l'usage des essences feuillues notamment dans la construction. La compétitivité de la 1<sup>ère</sup> transformation, qui se trouve dans une position charnière entre l'amont et l'aval, représente également un facteur clé, comme l'ont montré des études spécifiques portant sur l'analyse de la performance des scieries françaises (Bigot de Morogues *et al.*, 2003 et 2004 ; Chailayer, 2014). Enfin, outre ces facteurs intrinsèques, la situation de l'ensemble du commerce extérieur de la France, qui est devenu fortement déficitaire à partir de la fin des années 2000 (graphique 1), pose la question du rôle de l'environnement macro-économique et institutionnel, notamment à travers les coûts salariaux.

**Graphique 1 : Evolution de la balance commerciale de la France et des produits bois**

Source : INSEE et données douane - calculs FCBA



Dans ce contexte, ce travail cherche à analyser empiriquement, en s'appuyant sur des séries de données, le rôle de certains de ces facteurs sur la performance à l'exportation du secteur forêt-bois français. L'objectif est de mettre en évidence de manière quantifiée l'impact des facteurs de compétitivité sur les exportations de produits bois, en mettant l'accent sur le rôle de la ressource forestière (mobilisation), la demande intérieure (PIB) et la performance industrielle des entreprises du secteur forêt-bois (productivité, coûts de personnel). Pour cela, deux niveaux d'analyse ont été retenus :

- L'analyse empirique des données d'imports et d'exports de produits bois pour une quinzaine de pays européens permet de révéler, sur la base de cet échantillon international, quels sont les principaux facteurs explicatifs de la performance à l'exportation des industries du bois au niveau européen.
- L'exploitation des données individuelles d'entreprises françaises permet d'analyser de façon plus précise et plus fine la structure de la compétitivité à l'exportation des industries du secteur forêt-bois français à partir d'une estimation des fonctions de production et d'évaluer la productivité de ses sous-secteurs ainsi que leur dynamique.

<sup>1</sup> Voir pour les plus récents, les rapports Caultet (2013), Pipame (2012) et Puech (2009).

<sup>2</sup> Cf. Mémento FCBA 2014, d'après données FAO.

<sup>3</sup> Le taux de mobilisation a été défini ici comme le rapport entre la récolte de bois ronds et le volume sur pied des pays étudiés.

Au final, les résultats issus de ce travail de recherche doivent permettre de contribuer à améliorer la connaissance de la performance du secteur forêt-bois français en termes de positionnement concurrentiel à l'exportation et de productivité, et d'identifier des déterminants clés de cette performance de façon à alimenter la réflexion pour réduire le déficit extérieur des produits bois. Le choix de ce projet a été de traiter ces questions dans le cadre d'une analyse empirique basée sur l'exploitation de séries statistiques publiques. Les facteurs de compétitivité plus qualitatifs et donc difficilement quantifiables, comme la culture à l'exportation ou le niveau de gamme des produits, n'ont pas pu être intégrés dans ce projet mais devront être considérés dans le cadre d'une analyse plus globale. De même, la compétitivité a été analysée ici sous l'angle de la performance à l'exportation. La capacité des entreprises françaises à satisfaire le marché intérieur n'a pas été explorée. Ces limites et les perspectives qu'elles ouvrent pour des recherches futures seront discutées en conclusion de ce document.

### Le secteur forêt-bois

Le secteur forêt-bois regroupe ici l'ensemble des produits issus de l'exploitation forestière et de la transformation du bois. Ils sont parfois désignés dans ce document sous l'appellation générique « produits bois ». Quatre groupes de produits ont été constitués en cohérence avec les nomenclatures des statistiques publiques :

- Produits de l'exploitation forestière (bois bruts, grumes, autres produits forestiers) ;
- Produits du travail du bois (sciages, placages, panneaux, emballages, parquets, charpentes et menuiseries...) ;
- Pâte, papiers-cartons (pâte à papier, papiers-cartons) ;
- Meubles et sièges en bois (meuble domestique, meuble professionnel).

Dans le cadre de cette étude, l'analyse s'est essentiellement portée sur les produits transformés du bois, correspondant aux trois dernières catégories répertoriées ci-dessus.

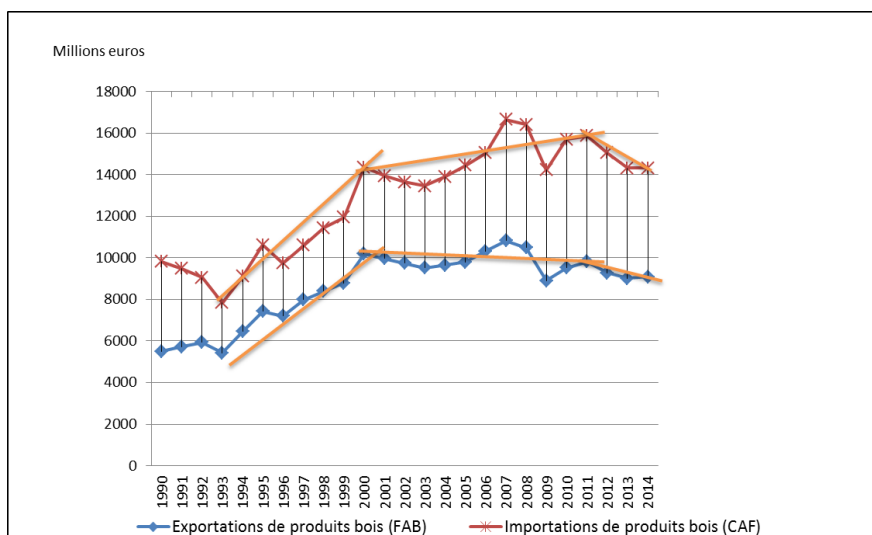
### Solde commercial et performance à l'exportation du secteur forêt-bois français

Sur l'ensemble de la période observée 1990-2014, les produits du secteur forêt-bois (voir encadré) affichent un déficit commercial situé selon les années entre - 2,5 milliards d'euros (milieu des années 1990) et - 6 milliards d'euros en 2010 et 2011. Le creusement du déficit s'est accéléré au début des années 2000 jusqu'en 2010-2011, du fait de la poursuite de l'augmentation des importations de produits bois à un

rythme moyen de près de 1 % par an, alors que les exportations ont baissé en moyenne annuelle entre 2000 et 2011 (graphique 2). Autrement dit, la pénétration du marché intérieur s'est accrue au cours de la décennie 2000, alors que la performance à l'exportation des entreprises françaises du secteur forêt-bois s'est détériorée au cours de cette même période. La diminution du déficit entre 2011 et 2014, de plus de 800 millions d'euros, s'explique par une baisse plus rapide des importations par rapport à celle des exportations, du fait de la crise économique qui a réduit la demande intérieure.

### Graphique 2 : Evolution comparée des importations et exportations

Source : données douanes



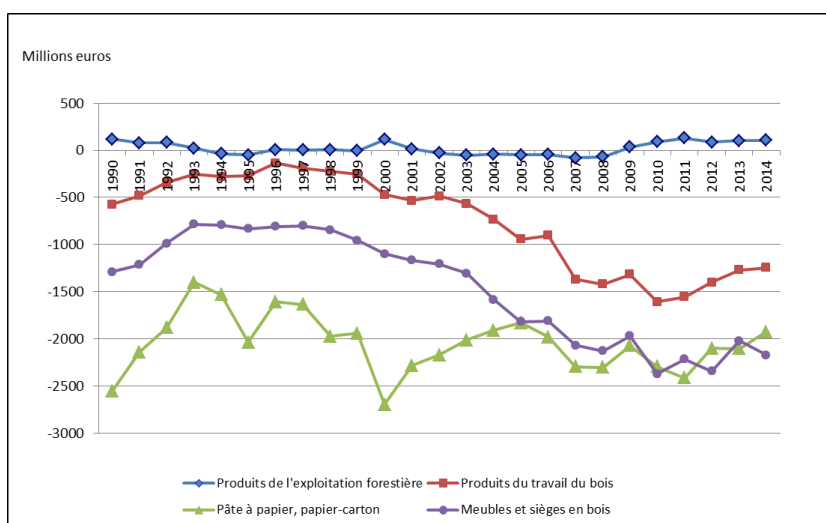
Par secteurs, si les meubles et sièges en bois ainsi que la pâte et les papiers-cartons représentent les principaux contributeurs au déficit, à hauteur respectivement de 41 % et 37 % en 2014, le creusement du déficit à partir du début des années 2000 provient principalement des meubles et sièges en bois et des produits du travail du bois (graphique 3).

Pour ce dernier groupe de produits, environ 70% du déficit est lié au secteur de la construction et résulte :

- soit, de l'absence ou l'insuffisance de l'offre recherchée pour répondre au développement de la construction bois (importations de sciages conifères, CLT<sup>4</sup>...) ;
- soit, d'une concurrence étrangère croissante en termes de compétitivité prix, entraînant une hausse des importations d'éléments de menuiserie (fenêtres, portes) et de parquets.

### Graphique 3 : Evolution de la balance commerciale par secteurs

Source : données douanes



Concernant les meubles, la volonté des consommateurs de renouveler plus souvent leur intérieur les incite à se tourner vers des produits abordables voire low-cost. Cette tendance a été favorisée par la montée en puissance des pays à bas coûts, d'Europe de l'Est (Pologne, Roumanie) et d'Asie (Chine, Vietnam...). Il en a résulté une forte augmentation des importations de meubles : leur part sur le marché domestique des meubles meublants est passée de 37 % en 1995 à plus de 60 % ces dernières années. Cette pénétration croissante du marché intérieur n'a pas pu être compensée par les exportations, les fabricants français de meubles affichant une propension à exporter<sup>5</sup> encore relativement faible (12 % en moyenne pour le meuble domestique).

Enfin, sur l'ensemble de la période 1990-2014, le déficit de la pâte et des papiers-cartons suit une tendance stable autour de - 2 milliards d'euros. Ce secteur est caractérisé par une propension à exporter élevée (environ la moitié de la production est vendue à l'étranger) mais aussi par un taux de pénétration des importations qui atteint 60 % de la consommation des papiers-cartons. Ces flux importants d'imports-exports s'expliquent notamment par les échanges entre les filiales européennes des grands groupes du secteur.

#### Les données d'imports et d'exports

L'analyse de la balance commerciale française des produits a été réalisée à partir des données douanes collectées auprès de la Direction Générale des Douanes. Ces données, disponibles depuis 1990 jusqu'à l'année n-1, sont fournies par code produit selon la nomenclature à 8 chiffres NC8. Des regroupements ont été effectués de façon à reconstituer les 4 grands secteurs définis dans cette étude. Les données douanes sont livrées en valeur et en quantité et/ou masse. Les unités physiques pouvant différer entre produits d'un même groupe ou secteur, l'unité valeur a été retenue pour effectuer les calculs. Pour les autres pays, les données d'imports et d'exports ont été extraites de la base de données UN Comtrade qui collecte auprès des services statistiques nationaux les flux de commerce international des marchandises. Les données sont disponibles selon la même nomenclature que celle des Douanes mais à un niveau plus agrégé (codes produit à 6 chiffres – SH6).

<sup>4</sup> Cross Laminated Timber : panneaux en bois lamellé-croisé utilisés dans la construction, notamment pour les bâtiments multi-étagés.

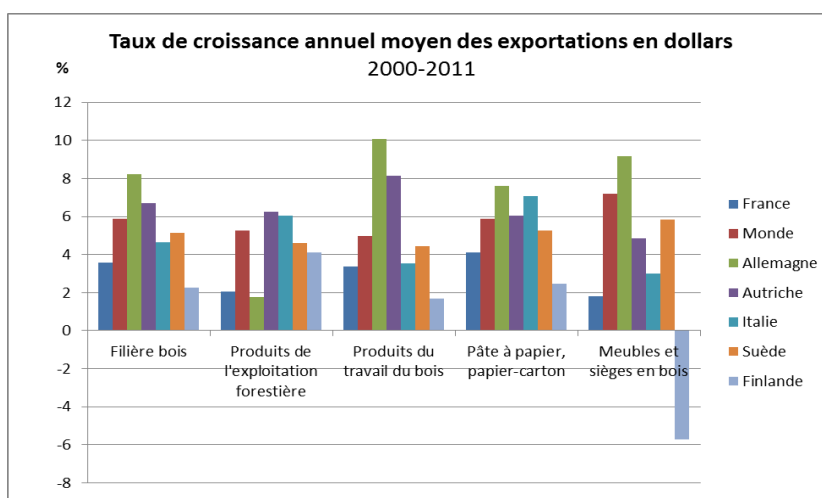
<sup>5</sup> La propension à exporter est définie comme la part du chiffre d'affaires réalisée à l'étranger.

La sous-performance à l'exportation soulignée plus haut s'observe également à travers la comparaison de la France avec ses principaux partenaires européens (graphique 4). Le rythme d'évolution des exportations françaises de produits bois en moyenne annuelle sur la période 2000-2011 est infé-

rieur à la moyenne mondiale ainsi qu'à l'Allemagne, l'Autriche, l'Italie et la Suède. Seule la Finlande affiche de moins bonnes performances que la France sur la période considérée.

#### Graphique 4 : Evolution comparée des exportations entre pays

Source : données UN Comtrade

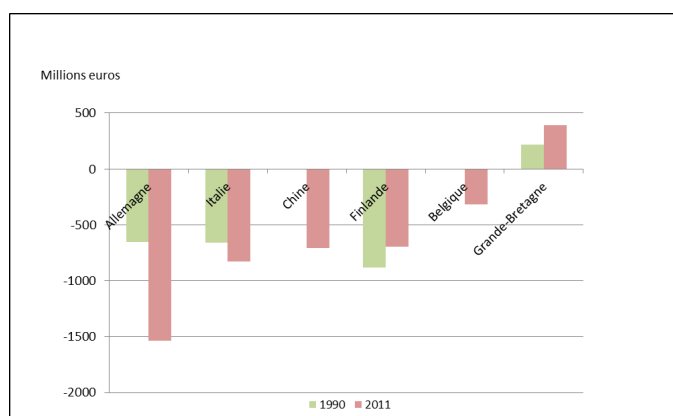


L'analyse des flux géographiques montre que la France n'a pas globalement diversifié son portefeuille de clients entre 1990 et 2011. Les pays européens (Allemagne, Italie, Belgique, Espagne, Suisse...) restent les principaux destinataires des exportations françaises de produits bois, comme c'était déjà le cas au début des années 1990. Ils sont également les principaux fournisseurs mais la comparaison des flux d'importations entre 1990 et 2011 montre clairement la montée en puissance des pays émergents. En particulier, la Chine est devenue le 3<sup>ème</sup> fournisseur de la France, en valeur, pour les produits du travail du bois et le 2<sup>ème</sup> pour les meubles en bois. Alors que la France n'avait quasiment pas d'échanges commerciaux avec ce pays au début des années 1990, elle affiche désormais un déficit de plus de 700 millions d'euros (graphique 5). Le déficit le plus important reste toutefois celui enregistré vis-à-vis de l'Allemagne. Il a plus que doublé entre 1990 et 2011, passant de 650 millions d'euros à plus de 1,5 milliard d'euros. L'Allemagne est le 1<sup>er</sup> fournisseur de la France pour la pâte et les papiers-cartons, les produits du travail du bois et le 3<sup>ème</sup> pour les meubles en bois. L'Italie représente la deuxième source de déficit (plus de 800 millions d'euros), dû essentiellement aux importations de pâte,

papiers-cartons et de meubles en bois. En comparaison, la France enregistre un de ses excédents les plus élevés avec la Grande-Bretagne, lequel a augmenté entre 1990 et 2011 passant de 219 millions d'euros à 392 millions d'euros.

#### Graphique 5 : Solde commercial (tous produits bois) entre la France et quelques pays

Source : données douanes



## Les déterminants des échanges internationaux de produits bois

Observant la détérioration de la performance à l'exportation des produits bois français depuis le début des années 2000, une étude empirique a été menée sur l'analyse des déterminants de la compétitivité à l'export des industries du bois sur la base d'un échantillon international de pays, qui porte plus

précisément sur une quinzaine de pays européens. En s'appuyant sur les modèles de commerce international disponibles dans la littérature économique, l'objectif est de tester l'importance du facteur ressource et, au-delà, de la performance industrielle à travers la productivité des secteurs du bois (voir encadré).

### Modélisation des échanges internationaux

L'analyse empirique des échanges internationaux de produits bois s'est appuyée sur un modèle de commerce international dans le cadre de la théorie Heckscher-Ohlin-Vanek. Le modèle dit HOV permet d'étudier le lien empirique entre les exportations nettes d'un pays et sa dotation en ressources (ici forestières). Ce modèle a déjà été testé à plusieurs reprises dans la littérature économique (pour une revue plus détaillée de la littérature, voir Koebel *et al.*, 2015). Une extension a été proposée de façon à analyser également l'impact de la performance industrielle des secteurs forêt-bois à travers un indicateur de productivité (productivité totale des facteurs) et les coûts salariaux.

L'équation testée est donc la suivante :

$$Tbal_{it} = \beta_1 Revenu_{it} + \beta_2 Ressource_{it} + \gamma Autres\ facteurs_{it} + \lambda_i + \mu_t + \varepsilon_{it}$$

où, la variable à expliquer  $Tbal$  mesure les exportations nettes de produits bois (exportations – importations). Les variables explicatives sont le *Revenu*, mesuré par le PIB à parité de pouvoir d'achat, la *Ressource*, mesurée soit par la production ou la consommation de bois ronds. Dans le cas des meubles et sièges en bois, la variable *Ressource* a également été testée à travers la production ou la consommation de panneaux. Enfin, *Autres facteurs* intègre séparément la productivité totale des facteurs (PTF) et les coûts de personnel (salaires + charges sociales).

Les régressions économétriques ont utilisé les méthodes des données de panel, qui permettent de considérer plusieurs individus (pays  $i$ ) dans le temps. Elles ont été réalisées pour trois groupes de produits : produits du travail du bois, pâte, papiers-cartons et meubles en bois et 15 pays européens. Les données utilisées sont issues des bases de données internationales : UN Comtrade, FAOSTAT, Eurostat, Banque Mondiale et EUKlems.

Le tableau 1 montre l'impact d'une variation des trois facteurs considérés ici (ressource, demande, performance industrielle) sur les exportations nettes de produits bois. Les résultats sont globalement conformes à la littérature. Dans le détail, plusieurs points marquants ressortent :

- Le facteur ressource a un impact statistique significatif sur les exportations nettes des produits de pâte, papiers-cartons et des meubles en bois. Cette ressource peut provenir soit de la production locale soit des importations, la production de bois ronds et la consommation (qui inclut les importations) ayant le même impact. Cela signifie qu'au-delà de la seule ressource forestière locale, c'est plus largement l'accès à la matière première (locale ou importée) qui influence la capacité de production et d'exportation des industries du bois. D'autre part, la production ou la consommation de panneaux ont un impact beaucoup plus fort sur les exportations nettes de meubles en bois que la production ou la consommation de bois ronds. Ceci s'explique par la part croissante de meubles fabriqués à partir de panneaux (panneaux de

particules, MDF). Cela indique également que plus le produit bois est transformé, moins sa production dépend directement de la ressource brute (bois ronds). Enfin, la ressource mesurée par la production ou la consommation de bois ronds n'a pas d'impact statistique significatif sur les exportations nettes des produits du travail du bois. Ce dernier résultat doit toutefois être nuancé et peut être dû à l'hétérogénéité de cet ensemble de produits, qui regroupent à la fois des produits semi-finis (sciages, panneaux) et des produits finis (éléments de constructions, emballages...) et qui ne dépendent donc pas tous de la ressource brute avec la même ampleur.



Au-delà du facteur ressource, les résultats empiriques montrent le rôle significatif d'autres variables pour expliquer les échanges internationaux de produits bois. En effet :

- La demande, mesurée par le Produit Intérieur Brut (PIB), a un impact négatif sur les exportations nettes des produits de pâte, papiers-cartons et des meubles en bois. Ce résultat est cohérent avec la théorie économique : plus le pays est grand et la demande intérieure importante, moins les entreprises nationales sont incitées à exporter car elles cherchent d'abord à satisfaire les besoins du marché intérieur. A l'inverse, dans les pays à faible taille démographique, les entreprises cherchent plus souvent des débouchés à l'extérieur pour compenser la faiblesse du marché intérieur.
- La performance industrielle est aussi un déterminant significatif pour expliquer les différences de solde commercial entre les pays. En particulier, une hausse de la productivité totale des facteurs<sup>6</sup> a un impact positif sur les exportations nettes des produits du travail du bois. L'impact négatif sur les exportations nettes de meubles en bois est en revanche contre-intuitif. Il peut s'expliquer par la présence de fabricants de meubles haut de gamme affichant une faible productivité du fait de leur modèle économique, qui exportent vers des marchés de niche. Le coût du travail, qui intègre les salaires et les charges sociales, a quant à lui un impact significatif négatif : une hausse entraîne une baisse des exportations nettes des produits du travail du bois et des meubles en bois. L'impact est plus fort pour la première catégorie de produits. En revanche, l'impact n'est pas significatif pour le secteur de la pâte et des papiers-cartons.
- Enfin, le pouvoir explicatif global du modèle montre que, selon les secteurs et les variables explicatives prises en compte, on explique entre 7 % et 60 % des différences dans les exportations nettes des produits bois. Cela signifie que seule une partie des facteurs déterminants a pu être capturée par le modèle et que d'autres pistes doivent également être explorées pour expliquer la performance à l'exportation des secteurs du bois, notamment des facteurs plus qualitatifs.

**Tableau 1 : Impacts de la ressource et de la performance industrielle sur les exportations nettes de produits bois**

*Lecture du tableau : variation d'une unité des exportations nettes (million de tonnes) suite à une variation d'une unité des facteurs déterminants ; n.s. : non significatif ; \* : selon le modèle testé*

Déterminants	Ressource				Demande	Performance industrielle	
	Production bois ronds	Consommation bois ronds	Production panneaux	Consommation panneaux		Productivité totale des facteurs	Coûts du travail
<b>Exportations</b>							
<b>Pâte, papiers-cartons</b>	0,07	0,07	-	-	-1,7	n.s.	n.s.
<b>Meubles en bois</b>	0,02	0,02	0,18	0,17	-0,86 ou -1,26*	-0,31 ou -0,36*	-0,02
<b>Produits travail du bois</b>	n.s.	n.s.	-	-	n.s.	2,0	-0,17

Si cette première analyse empirique a permis de dégager des tendances sur les comportements d'exportation des industries du bois au niveau international (européen), elle comporte également des limites. Celles-ci sont liées à la nature agrégée des données, qui ne permet pas d'analyser les secteurs à un niveau fin, ni même de prendre en compte l'hétérogénéité des entreprises qui peut exister au sein d'un même secteur. De plus, pour des raisons de disponibilité des

données, le calcul de la productivité totale des facteurs repose sur des hypothèses restrictives (rendements d'échelle constants) qui ne sont pas entièrement satisfaisantes. L'utilisation de données individuelles d'entreprises, dans la deuxième partie de l'étude, permet d'approfondir l'analyse de la performance des industries du bois au niveau des entreprises françaises.

<sup>6</sup> La productivité totale des facteurs (PTF) mesure l'accroissement de la production à partir de l'ensemble des facteurs de production : travail, capital et consommations intermédiaires. Dans cette partie de l'étude, les données sur la PTF proviennent de la base EUKlems et sont calculées en volume sur la base d'une hypothèse de rendements d'échelle constants.

## Structure et dynamique de la productivité des industries du bois françaises

L'analyse précédente a souligné que l'approche avec des données sectorielles est insuffisante pour expliquer de manière satisfaisante le manque de compétitivité de la filière bois française. Une étude portant sur des données d'entreprises<sup>7</sup> nous semble une bonne alternative. En particulier, elle peut nous aider à comprendre la structure et la dynamique de la productivité, un élément important de la compétitivité des industries du bois françaises.

Cette partie vise à fournir l'estimation d'une fonction de production pour la filière bois française en utilisant des données d'entreprises. Pour ce faire, nous proposons un cadre d'analyse stochastique afin de calculer les élasticités de

différents facteurs de production (capital, travail, consommations intermédiaires). Un autre objectif est d'estimer la productivité totale des facteurs, qui reflète le changement technologique des entreprises, non pas uniquement de manière déterministe comme dans la partie précédente, mais en prenant également en compte une composante stochastique (voir encadré). La composante déterministe traduit un progrès technique autonome identique pour toutes les entreprises, alors que la composante stochastique reflète les actions des entreprises dans le temps, mais dont les causes ne sont pas observables dans les séries statistiques (investissements en R&D, comportements stratégiques, innovations de process ou organisationnels...). Nous nous intéressons également à la dynamique et à la composition de la productivité totale des facteurs.

### Estimation de la productivité totale des facteurs

Considérons la fonction de production stochastique suivante :

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\beta_k} L_{it}^{\beta_l} M_{it}^{\beta_m} e^{\varepsilon_{it}},$$

où  $Y_{it}$ ,  $K_{it}$ ,  $L_{it}$  et  $M_{it}$  correspondent respectivement à la production, le stock du capital physique, le travail et les consommations intermédiaires de la firme à la date  $t$ . Les coefficients  $\beta_k$ ,  $\beta_l$ ,  $\beta_m$  représentent les élasticités des facteurs de production. La productivité totale des facteurs (PTF) est donnée par :

$$A_{it} = A_0 e^{\alpha t + \omega_{it}}$$

Ainsi, la PTF comprend deux composantes, une composante déterministe représentant le progrès technologique autonome associé à la tendance  $\alpha$  et une composante stochastique non observée  $\omega_{it}$  ( $A_0$  est la constante de la régression).

Pour étudier la dynamique de la PTF, nous pouvons calculer son taux de croissance comme :

$$\frac{\dot{A}_{it}}{A_{it}} = \alpha + \dot{\omega}_{it}.$$

Les résultats d'estimation (obtenus avec la méthode proposée par Olley et Pakes, 1996 ; Levinsohn et Petrin, 2003 ; Akerberg et al., 2006) sont présentés dans le tableau 2. Parmi les trois principaux inputs (Capital, Travail, et Consommation intermédiaire), la consommation intermédiaire présente l'élasticité la plus élevée. En effet, une augmentation de 1 % des consommations intermédiaires entraîne une augmentation de 0,56 % de la production, alors que cette augmentation n'est que de 0,05 % suite à une variation de 1 % du capital et de 0,12 % dans le cas du facteur travail. Le capital, en particulier, apparaît donc comme ayant une faible incidence

sur la variation de la production, excepté pour le Meuble.

Les résultats montrent aussi qu'à part le secteur Pâte, papiers-cartons dont la production est à rendements d'échelle constants ( $\beta_k + \beta_l + \beta_m = 0,985$  proche de 1), les autres secteurs (Travail du bois et Meubles) ont des rendements d'échelle nettement décroissants ( $\beta_k + \beta_l + \beta_m < 1$ ).

Concernant les paramètres de la PTF, le coefficient associé à la tendance ( $\alpha$ ) est significatif, ce qui reflète une amélioration de la productivité dans le temps. Autrement dit, il existe un progrès technique autonome qui bénéficie à toutes les entreprises de la filière.

<sup>7</sup> Les données utilisées dans cette étude proviennent de la base des données d'enquête annuelle des entreprises (EAE) de l'INSEE. Il s'agit d'un panel de 4673 entreprises observées sur la période 1996-2007 avec un total de 27697 observations. Les entreprises étudiées correspondent aux codes NACE suivants :

- Travail du bois (2378 entreprises) : 2010: sciage, rabotage et imprégnation du bois ; 2020: fabrication de panneaux en bois ; 2030: fabrication de charpentes et menuiseries ; 2040: fabrication d'emballages en bois ; 2051: fabrication d'objets divers en bois ; 2052: fabrication d'objets en liège, vannerie ou sparterie.
- Pâte, papiers-cartons (1022 entreprises) : 2111: fabrication de pâte à papier ; 2112: fabrication de papier et carton ; 2121: fabrication de carton ondulé et d'emballages en papier ou carton ; 2122: fabrication d'articles en papier à usage sanitaire ou domestique ; 2123: fabrication d'articles de papeterie ; 2124: fabrication de papiers peints ; 2125: fabrication d'autres articles en papier ou carton
- Fabrication de meubles (1302 entreprises) : 3611: fabrication de sièges ; 3612: fabrication de meubles de bureau ou de magasin ; 3613: fabrication de meubles de cuisine ; 3614: fabrication d'autres meubles ; 3615: fabrication de matelas.



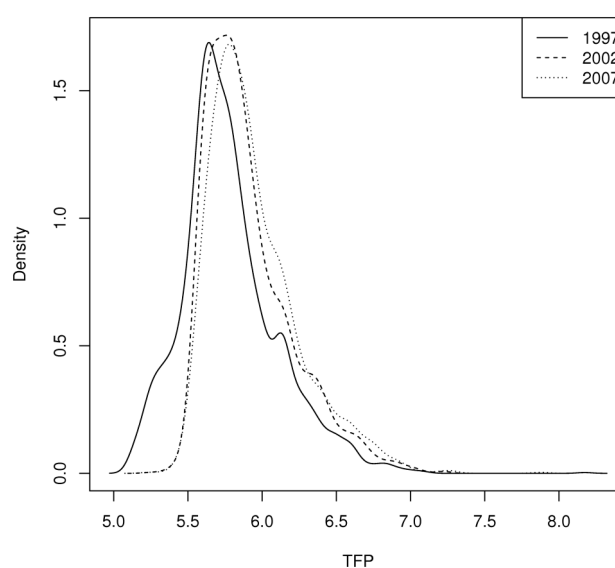
Tableau 2 : Estimation de la fonction de production

	Travail du bois	Meubles	Pâte, papiers-cartons	Ensemble
<b>Elasticités</b>				
Capital ( $\beta_k$ )	0,067	0,105	0,028	0,050
Travail ( $\beta_l$ )	0,123	0,030	0,116	0,121
Consommation intermédiaire ( $\beta_m$ )	0,496	0,505	0,841	0,563
<b>Autres coefficients</b>				
Tendance ( $\alpha$ )	0,010	0,003	0,004	0,007
Rendements d'échelle ( $\beta_k + \beta_l + \beta_m$ )	0,686	0,640	0,985	0,734
Nombre d'entreprises	2378	1302	1022	4673
Nombre d'observations	12340	8103	7254	27697

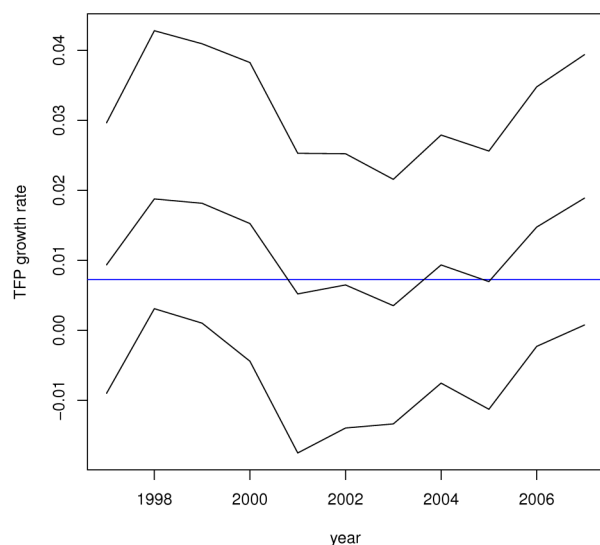
Notes : tous les coefficients sont significatifs au seuil de 5%. Lecture du tableau : les élasticités s'interprètent comme le pourcentage d'augmentation de la production suite à une augmentation d'un input de 1% ; le coefficient  $\alpha$  représente l'augmentation de la production dans le temps (progrès technologique autonome). Les rendements d'échelle sont décroissants, constants ou croissants si la somme  $\beta_k + \beta_l + \beta_m$  est inférieure, égale ou supérieure à l'unité.

Graphique 6 : Distribution de la composante stochastique de la PTF

Le graphique 6 illustre la distribution de la composante stochastique de la PTF pour l'ensemble des entreprises étudiées. Il apparaît que la composante stochastique de la PTF, elle-aussi, s'améliore dans le temps. Ceci est reflété par un glissement à droite de la distribution de la PTF entre les années étudiées (1997, 2002 et 2007).



## Graphique 7 : Taux de croissance de la PTF



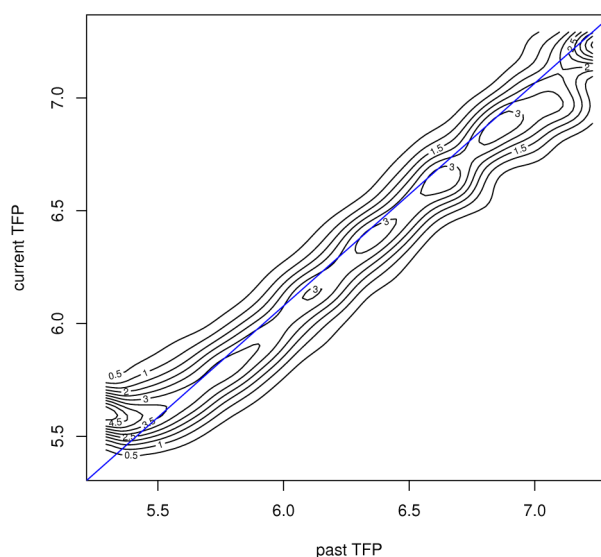
La ligne horizontale (en bleu) représente le progrès technique autonome ( $\alpha$ ). Les courbes en continu correspondent au 1<sup>er</sup> quartile, 2<sup>ème</sup> quartile (médiane) et 3<sup>ème</sup> quartile de la distribution de la PTF stochastique ( $\omega$ ).

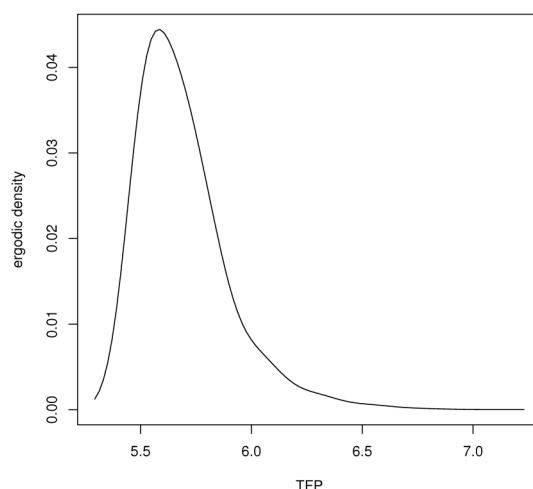
Le graphique 7 présente le taux de croissance de la PTF pour l'ensemble de la filière. On observe qu'il y a une amélioration de la productivité (la plupart des entreprises ont un taux de croissance de productivité positif). Cependant, cette augmentation n'est pas homogène dans le temps. On remarque une forte croissance de la productivité à la fin des années 90 et à partir de 2006.

Afin d'étudier maintenant la dynamique de l'ensemble de la distribution de la PTF (surtout la partie stochastique), nous faisons appel au concept de la distribution conditionnelle. Pour ce faire, nous construisons la distribution de la PTF stochastique à la date  $t$ , en fonction des valeurs de la PTF observées dans le passé ( $t-1$ ).

Le graphique 8 présente cette distribution conditionnelle en courbes de niveau pour l'ensemble des entreprises étudiées. Les entreprises ayant une productivité faible dans le passé ont tendance à voir leur productivité s'améliorer, alors que les entreprises ayant un niveau de productivité élevé connaissent un certain infléchissement de leur PTF. Ce résultat illustre bien un phénomène de convergence de la productivité de la filière. Cette convergence est également reflétée par une distribution de long terme uni-modale de la productivité (Graphique 9) avec une majorité d'entreprises concentrées autour des niveaux de productivité relativement faibles (distribution asymétrique à gauche). On observe également ce phénomène de convergence lorsque les données sont divisées en sous-secteurs (Travail du bois, Meubles, Pâtes à papier).

## Graphique 8 : Distribution de la PTF courante en fonction de la PTF passée



**Graphique 9 : Distribution de long terme de la PTF stochastique**

L'analyse des données individuelles a montré que l'effet de taille n'a globalement pas joué dans les industries du bois, sur la base des données observées passées, du fait de l'existence de rendements d'échelle constants ou décroissants. Sur la période considérée, les entreprises françaises du secteur forêt-bois ont bénéficié d'une amélioration de la productivité avec toutefois un phénomène de convergence vers le bas. Par ailleurs, la faible incidence du capital sur la production pose un certain nombre de questions, parmi lesquelles : 1. Est-ce dû à des investissements non productifs (normatifs, par exemple) ?, 2. Faut-il atteindre un seuil pour que l'impact du facteur capital soit plus important ?, 3. Quelles actions à

mener pour changer la donne ?

Si ces estimations ont permis d'analyser plus finement la structure et la dynamique de la productivité des entreprises françaises, les fonctions de production, à partir desquelles a été calculée cette productivité, n'intègrent pas la notion de coûts fixes. Or la littérature économique met de plus en plus en avant le rôle des coûts fixes pour expliquer le comportement à l'exportation des entreprises. La troisième partie de l'étude introduit cette notion de coûts fixes et propose un modèle pour les prendre en compte dans le cas du secteur forêt-bois.

### **La prise en compte des coûts fixes dans le comportement à l'exportation des entreprises françaises du secteur bois**

Bien qu'il soit reconnu que l'hétérogénéité dans les comportements d'exportation des entreprises puisse être expliqué par (i) les coûts fixes liés à l'exportation et (ii) les chocs de productivité, le traitement par la littérature empirique de cette hétérogénéité non-observée reste assez sommaire. Notre objectif empirique est d'expliquer pourquoi des entreprises en apparence similaires ont des performances (en termes de gains de productivité et de capacité à exporter) aussi différentes. Notre thèse consiste à montrer que les choix technologiques permettent d'expliquer les différentes trajectoires des entreprises. Bien que ces choix technologiques ne soient pas directement observés dans nos données, nous montrons que l'information véhiculée par les données permet d'identifier ces choix, notamment via les coûts fixes et les coûts variables.

En économie internationale, les coûts fixes sont principale-

ment utilisés pour expliquer la non-participation de certaines entreprises à l'activité d'exportation et sont souvent négligés lors de l'estimation de fonctions de production, une pratique à l'origine de biais d'estimation quant à l'importance des différents facteurs explicatifs. Notre contribution théorique à la littérature est d'étendre la méthode proposée par Olley and Pakes (1998) pour permettre l'estimation semi-paramétrique de fonctions de production avec des coûts fixes (non-linéaires).

Le Tableau 3 ci-après illustre l'importante hétérogénéité des entreprises du secteur bois (regroupant les entreprises des secteurs du travail du bois, de la pâte à papier, du papier, de la fabrication de meubles en bois) en termes de capacité à exporter. L'hétérogénéité se situe à la fois au sein d'une classe de taille, qu'entre les différentes classes d'entreprises. Pour les petites entreprises, une part assez importante d'entre elles sont actives sur le marché des exportations. Pour ce groupe d'entreprises, le chiffre d'affaire à l'exportation se situe à un niveau faible avec toutefois une très grande disparité entre des entreprises similaires du point de vue de leur taille.

**Tableau 3 : Tailles des entreprises et exportations (en moyenne sur la période)**

Source : données INSEE-EAE

Niveau de production	Nombre de firmes	Firmes Exportatrices en %	Exportations en %		
			Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
100000-500000	70	37.9	0.0	0.0	0.0
500,000-1 Mio	708	64.3	0.0	0.0	1.3
1-5 Mio.	2686	78.3	0.0	3.1	9.5
5-10 Mio.	1312	89.4	0.0	0.1	8.5
10-50 Mio.	1032	96.2	1.3	7.5	25.8
50-100 Mio.	149	99.1	2.0	12.8	41.3
Plus de 100 Mio.	125	98.6	9.6	35.2	58.7

Plutôt que de ventiler les entreprises par leur taille (en termes de chiffre d'affaire), le tableau 4 les regroupe par secteur d'activité. Ces statistiques révèlent à nouveau une disparité entre les secteurs, avec une part des exportations

plus importante pour les secteurs composés d'entreprises de taille importante (comme l'industrie de la pâte à papier, ou à un degré moindre l'industrie du papier).

**Tableau 4 : Part des entreprises exportatrices par secteur (en moyenne sur la période)**

Source : données INSEE-EEA

Secteur	Nombre de firmes	Firmes Exportatrices en %	Exportations en %		
			Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
Total filière bois	2228	72.2	0.0	2.8	16.0
Travail du bois	1017	64.9	0.0	1.9	16.7
Papier	588	81.8	0.4	4.4	19.1
Meuble	621	75.2	0.0	2.8	12.5

Ce que le tableau 4 ne met pas en évidence, c'est que même au sein d'un secteur d'activité donné, les entreprises sont très hétérogènes en termes de présence sur le marché de l'exportation.

Nos travaux empiriques mettent ainsi en évidence un phénomène ressemblant à la théorie des fractals de Mandelbrot et déjà décrit par Griliches et Mairesse (1995) dans un autre

contexte : malgré le découpage d'une industrie pour y repérer des entreprises en apparence homogènes (en termes de secteur d'activité et de taille de l'entreprise), les différences en termes de performance à l'exportation persistent.

Nous apportons une réponse à ce paradoxe en montrant que les choix non-observés de la technologie de production (notamment le choix du couple coûts fixes et variables) permettent d'expliquer les données et leur hétérogénéité. Les coûts fixes ne reflètent pas uniquement une inefficacité technologique ; s'ils permettent de réduire suffisamment les coûts variables une entreprise ayant des coûts fixes élevés peut produire plus qu'une entreprise comparable ayant des coûts fixes faibles.

Un des problèmes rencontré est que les données statistiques disponibles au niveau des entreprises (de la filière bois) nous fournissent qu'une indication sur le coût total de production et sur le niveau de production. Il est impossible d'observer les choix technologiques, et le couple coûts fixes/ coûts variables choisi par l'entreprise. Cependant, étant donné que le coût fixe ne varie pas avec la quantité produite (mais uniquement avec le coût des facteurs de production) alors que le coût variable varie avec la quantité produite (ainsi qu'avec le coût des facteurs de production), nous pouvons identifier empiriquement le coût fixe et le coût variable.

Les estimations obtenues sur l'importance des coûts fixes, permettent d'étudier l'efficacité de différentes politiques économiques pour améliorer la compétitivité du secteur bois. D'une part, la présence de coûts fixes pourrait permettre de réduire les coûts totaux de production en fusionnant certaines entreprises. D'autre part, il se peut que les entreprises aient une incitation à choisir des technologies sans coût fixe pour contourner des problèmes éventuels de rationnement sur le marché du crédit, ce qui les prive d'une technologie plus efficace (à partir d'une certaine échelle de production). Les données disponibles pour notre étude ne permettent malheureusement pas d'approfondir ces questions.

### La mesure des coûts fixes

Les coûts fixes de production correspondent au coût des inputs qui sont nécessaires pour initier la production. Paradoxalement, Chen et Koebel (2015) ont montré que les coûts fixes ne correspondent pas simplement au coût des inputs fixes et qu'il convient de prendre en compte la réduction du coût variable qu'ils génèrent.

Une des particularités des coûts fixes est qu'ils ne peuvent pas être observés ; les données comptables disponibles permettent d'identifier le coût total des facteurs de production, mais pas le coût fixe et le coût variable séparément. Les techniques économétriques sont cependant utiles pour identifier cette décomposition, qui s'exprime :

$$c_{nt} = u_n(w_{nt}) + v_n(w_{nt}, Y_{nt}) + e_{nt}$$

où  $c_{nt}$  représente le coût de production, les fonctions  $u_n$  et  $v_n$  dénotent les coûts fixes et variables respectivement,  $w_{nt}$  correspond aux prix des facteurs de production,  $Y_{nt}$  représente les productions (domestique et exportations) et  $e_{nt}$  dénote un terme d'erreur aléatoire.

L'indice  $n$  dénote l'entreprise et  $t$  le temps. Les fonctions de coût fixe et de coût variable peuvent donc différer d'une entreprise à l'autre. Chen et Koebel ont montré que les variations de la production permettent d'identifier les coûts variables séparément des coûts fixes. Ils ont par ailleurs montré que plus les coûts fixes sont importants, plus le coût variable est faible.

Dans le cadre de ce projet, nous avons caractérisé les fonctions de productions qui génèrent des coûts fixes. Celles-ci ont été estimées, et ces estimations ont mis en évidence l'importance des coûts fixes, de leur hétérogénéité entre les entreprises, et leur capacité à expliquer pourquoi des entreprises en apparence homogènes peuvent avoir des performances différentes.

## Conclusion et perspectives de recherche

En conclusion, ce projet de recherche a permis de mieux comprendre les ressorts de la performance et du comportement à l'exportation des industries du bois en mettant en évidence plusieurs résultats :

- Au-delà du facteur ressource (forestière), d'autres variables jouent un rôle pour déterminer les échanges internationaux de produits bois. Un modèle de commerce international élargi a été développé pour analyser leur incidence. En particulier, la productivité des entreprises apparaît comme un facteur significatif pour expliquer les différences de solde commercial entre les pays.
- Dans le cas du secteur forêt-bois français, l'utilisation des données individuelles d'entreprises a montré que les industries avaient bénéficié d'une amélioration de la productivité ces dernières années, mais cette progression n'a pas été homogène dans le temps et un phénomène de rattrapage par le bas a également été observé.
- Enfin, les différences de comportement à l'exportation peuvent aussi s'expliquer par des coûts fixes, et plus précisément par leur hétérogénéité entre les entreprises d'un même secteur. Ces coûts fixes peuvent être liés à l'éloignement géographique ou culturel des marchés d'exportation mais relèvent aussi des choix technologiques des entreprises. La troisième partie de l'étude a permis de développer un modèle intégrant des fonctions de production avec coûts fixes. Il reste ici à réaliser les tests empiriques à partir des données du secteur forêt-bois.

Au-delà de ces résultats, ce projet a aussi permis de constituer des bases de données complètes sur les importations et exportations de produits bois ainsi que les déterminants de la compétitivité analysés dans le cadre de cette étude (productivité, coûts de production...) :

- Au niveau international avec une quinzaine de pays européens et quelques autres grands pays exportateurs (USA, Canada, Chine, Brésil...).
- A partir des données individuelles d'entreprises françaises fournissant pour l'analyse empirique plusieurs milliers d'observations.

Dans le cadre de ce projet, des limites ont également été mises en évidence et ouvrent de nouvelles perspectives de recherche :

- Cette étude s'est concentrée sur l'analyse empirique de deux grandes catégories de déterminants : la ressource (approvisionnement en matière première des entreprises) et la performance industrielle (productivité). La performance à l'exportation peut s'expliquer également par d'autres facteurs qui n'ont pas été traités ici : la culture à l'exportation, l'accès

aux capitaux et la qualité des relations avec les banques, la prospection commerciale, le niveau de gamme des produits, la pression réglementaire (sociale, environnementale)... Certains de ces facteurs sont plus qualitatifs et donc difficilement quantifiables. Par exemple, il n'est pas possible, sur la base des données statistiques actuellement disponibles, de refléter correctement le niveau de gamme et la qualité des produits bois. Pour évaluer le rôle de ces facteurs, une analyse qualitative à travers des enquêtes, serait plus adaptée.

- L'hétérogénéité des résultats entre les secteurs de la filière bois (travail du bois, pâte, papiers-cartons, meubles) incitent à développer des approches et des analyses spécifiques pour chacun de ces secteurs, voire sous-secteurs.
- La compétitivité a été appréhendée ici sous l'angle de la performance à l'exportation. Or, la hausse des importations au cours des vingt dernières années pose aussi la question de la performance des entreprises françaises sur leur marché intérieur. Cette question reste encore à traiter.
- Il nous semble intéressant de réaliser une étude comparative sur des données d'entreprises françaises et allemandes, cela nous permettrait de comparer les distributions de taille des entreprises, de comparer les prix et les structures des coûts, et de mieux identifier quels sont les facteurs qui favorisent les exportations.
- Enfin, l'intégration du commerce international dans les modèles représentant la filière (modèles d'équilibre, modèles input-output) nécessite encore des développements. Par exemple, une grande partie des importations de bois se fait par des entreprises par leur consommation intermédiaire, il serait informatif d'analyser ce qui les incite à substituer le bois importé au bois domestique.

## Remerciements

Ce projet a bénéficié du soutien financier du GIP ECOFOR dans le cadre de l'appel à intention de recherche lancé à l'Automne 2011. Les auteurs tiennent en particulier à remercier Jean-Luc Peyron et François Bigot de Morogues pour leur écoute et leurs conseils tout au long du projet.



## Références bibliographiques

- ◇ **Akerberg D. A., Caves K., Frazer G. (2006)**, "Structural identification of production functions," *Small Business Economics* 30(1), 85-100.
- ◇ **Ballu, J.M. (2007)**, Pour mobiliser la ressource de la forêt française : rapport du Groupe de travail sur l'insuffisante exploitation de la forêt française, La Documentation française.
- ◇ **Bigot de Morogues, F. et al. (2003)**, Compétitivité de l'industrie du sciage en France : une approche théorique – Partie 1, étude pour le Ministère de l'Agriculture.
- ◇ **Bigot de Morogues, F. et al. (2004)**, Compétitivité de l'industrie du sciage en France : une approche théorique – Partie 2, étude pour le Ministère de l'Agriculture.
- ◇ **Caullet, J.Y.(2013)**, Bois & Forêts de France, nouveaux défis, Rapport pour le Premier Ministre.
- ◇ **Chalayer, M. (2014)**, La scierie française et la productivité, L'Harmattan.
- ◇ **Chen, X., and B. M. Koebel (2015)**, "Fixed cost, variable cost, markups and returns to scale," BETA Working Papers 2013-13, University of Strasbourg.
- ◇ **FCBA (2011)**, Perspectives de valorisation de la ressource de bois d'œuvre feuillus en France, rapport pour le Ministère de l'Agriculture.
- ◇ **FCBA (2014)**, Mémento : <http://fcba.fr/sites/default/files/files/memento2014.pdf>
- ◇ **Griliches, Z. and J. Mairesse (1995)**, Production Functions: The Search for Identification, Working Paper n° 5067, NBER, Cambridge.
- ◇ **Koebel, B., Levet A.L., Nguyen Van, P., Purohoo, I., Guinard, L. (2015)**, Productivity, resource endowment and trade performance of the wood product sector, article soumis au *Journal of Forest Economics* (en cours de révision).
- ◇ **Levet A.L., Guinard L., Purohoo I. (2014)**, « Le commerce extérieur des produits bois : existe-t-il réellement un paradoxe français ? », *Revue Forestière Française* LXVI – 1-2014, 51-66.
- ◇ **Levinsohn J., Petrin A. (2003)**, "Estimating production functions using inputs to control for unobservables," *Review of Economic Studies* 70(2), 317-341.
- ◇ **Olley S., Pakes A. (1996)**, "The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry," *Econometrica* 64(6), 1263-1297.
- ◇ **PIPAME (2012)**, Marché actuel des nouveaux produits issus du bois et évolutions à échéance 2020.
- ◇ **Puech, J. (2009)**, *Mise en valeur de la forêt française et le développement de la filière bois*, La Documentation française.

### POUR ALLER PLUS LOIN :

- **Les derniers numéros en lien avec la thématique : n°4 - mars 2014** : « De l'inexact déficit de la balance commerciale française »
- **Rappel bibliographique FCBA sur la thématique : Levet A.L., Guinard L., Purohoo I. (2014)**, « Le commerce extérieur des produits bois : existe-t-il réellement un paradoxe français ? », *Revue Forestière Française* LXVI – 1-2014, 51-66.
- **Economie, Energie, Prospective** :  
Le pôle Economie , Energie, Prospective réalise des missions de recherche, d'étude, de conseil et de veille prospective à dominante économique ou technico-économique.  
Plus précisément il réalise des études de ressources forestières, des études de marché et des audits stratégiques d'entreprises, livre les Chiffres-clés de la filière bois.
- **Responsable de publication** : Ludovic GUINARD - Mail : [ludovic.guinard@fcba.fr](mailto:ludovic.guinard@fcba.fr) - Tel. : 01.72.84.97.86



10, rue Galilée  
77420 Champs-sur-Marne  
Tel : 01.72.84.97.84  
[www.fcba.fr](http://www.fcba.fr)