

Impact économique des éco-matériaux

Le bois structure - panneaux de bois massif

Jean-François PLOTEAU
Master 2 SEMUI, Parcours éco-construction

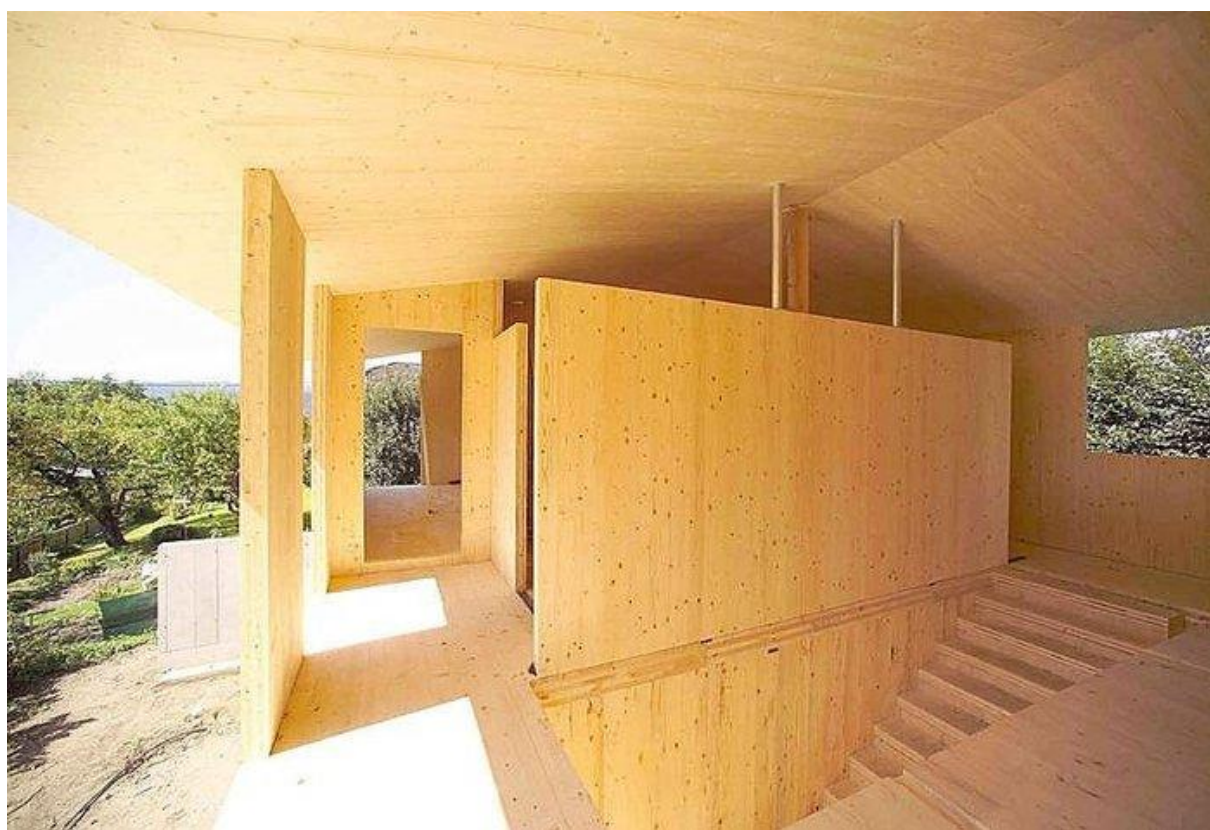


Figure 1 : Construction en panneaux de bois massif (source KLH)

Table des matières

Introduction	4
Les termes employés et les technologies existantes	6
Les panneaux de bois massif cloués (à plat ou sur chant)	7
Assemblage à plat	7
Assemblage sur chant	9
Le Bois Massif Reconstitué Tourillonné (BMR-T)	10
Le bois chevillé	10
Les panneaux contrecollés	11
Sans colle : soudure par chauffage ?	12
Les exemples d'usages	14
Logement individuel	14
Logement Collectif	15
Bâtiments tertiaires	16
Rénovation	16
Les entreprises en France	17
Panneaux en bois massif cloués	17
Air Bois Construction (Pas de réponse)	17
Ecomurs / Ecowood Construction (Répondu)	18
FEMBA (Pas de réponse)	18
Habitat Bois Massif (Pas de réponse)	19
Lignalithe (Répondu)	19
MASSIFBOIS / Scierie Moulin (Répondu)	20
TOTm / Tanguy S.A. (Répondu)	20
MHP (Répondu)	21
Panneaux contrecollés	22
Ageka (Pas de réponse)	22
Atlanwood - Scierie de l'Atlantique (Pas de réponse)	22
Arbosphère (Pas de réponse)	22
Area Wood (Pas de réponse)	23
Bo System (Pas de réponse)	23
Greenbox (Pas de réponse)	23
Lignatec / KLH (Kreuz Lagen Holz) (Répondu)	24
Lignotrend France / Objectif Bois (Répondu)	24

Lineazen (Répondu)	25
MetsäWood (ex Finnforest)/ LENO (Répondu)	25
MOBOA (Pas de réponse).....	26
SBM (Répondu)	26
Brettstapel ou BMR-T (Bois Massif Reconstitué Tourilloné)	28
Bois & Futur (Pas de réponse).....	28
Woodeum (Ex Bois&Futur Workshop) (Répondu)	28
Le marché en France	29
En dehors de la France	30
Les pionniers : Allemagne, Autriche, Suisse et les pays avancés : l'Angleterre, la Suède	30
Le Canada	30
Conclusion	32
Remerciements	33
Glossaire.....	34
Sources	35
Table des illustrations	36

Introduction

Si le procédé constructif industriel en panneau de bois massif structurel est récent en France, il est utilisé en Europe depuis 1999¹ et particulièrement répandu en Allemagne et Autriche. Aujourd'hui, en Europe, plus de 1 million de m² de bâtiments ont été réalisés selon ce procédé constructif². La croissance annuelle du marché Européen sur les 10 dernières années est de près de 20%³

Quelque soit le procédé de fabrication utilisé, le but est toujours de reconstituer, par des procédés divers qui seront détaillés dans cette étude, des panneaux épais (de 5 à 40 cm environ), de grande taille (jusqu'à 4m x 30m, suivant les procédés) utilisables comme murs, cloisons, planchers et / ou toitures (suivant les procédés), en utilisant des planches peu épaisses de résineux (en général, et souvent de l'épicéa) et donc peu couteuses, qui, souvent, auraient eu peu d'autres possibilités d'usage. D'autre part, ces panneaux sont usinés (portes, fenêtres, passages de câbles, découpes d'assemblage) pour permettre un montage très rapide sur site.

Ces panneaux peuvent être utilisés dans tout type de construction, de la maison individuelle aux logements collectifs, aux bâtiments tertiaires ou aux ERP. Suivant la qualité de finition ils seront soit recouvert d'un parement intérieur soit visibles.

Parmi les avantages souvent mis en avant par les promoteurs des différents systèmes on trouve :

- Utilisation de ressources de bois local, souvent non valorisé pour d'autres usages
- Une capture de CO₂ : un mur en bois massif contient beaucoup plus de bois qu'une construction en ossature bois (sachant qu'un m³ de bois capture 930 kg de CO₂)
- L'utilisation d'un produit naturel, renouvelable et recyclable
- Une bonne isolation phonique des parois extérieures
- Une bonne inertie thermique (utile pour le confort d'été et d'hiver)
- Une participation de la structure au déphasage
- Un pouvoir isolant des parois permettant l'utilisation d'une épaisseur plus faible d'isolant rapporté.
- Une bonne régulation hygrothermique, gage de confort
- Une bonne qualité de l'air intérieur (mis en avant par les fournisseurs utilisant des techniques sans colle pour l'assemblage)
- Une très bonne résistance au feu, contrairement aux idées préconçues. En effet le panneau carbonise lentement en surface et transmet très peu de chaleur
- Un chantier sec et court lié à la préfabrication des panneaux en usine
- Un chantier générant peu de déchets
- Un chantier générant peu de nuisance pour le voisinage
- Un délai de mise hors d'eau, hors d'air très court (quelques jours à quelques semaines suivant la taille des projets et le niveau d'intégration en atelier)
- Une gestion assez simple de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment

¹ Sur le bulletin N°10 du CRIT du mois de Mai 2002

(<http://www.crit.archi.fr/En%20Savoir%20Plus/Bulletins/BULLETIN%20CRIT%20No10.pdf>), on peut toutefois noter qu'il est mentionné une technique de fabrication de plancher et murs en bois massif cloué, proche du MHP, promue par le [Professeur Julius Natterer](#), directeur de l'Institut du Bois de l'EPFL, utilisée en 1995 sur un chantier de [logements collectifs à Gilamont-Vevey](#) en Suisse..

² Source Nexity, programme Ywood Business (<http://www.nexity.fr/fr/accesdirect/entreprises/ywood>)

³ Source « Prospective sur le marché actuel des nouveaux produits issus du bois et des évolutions à échéance 2020 » MINEFI

- La possibilité, dans certains cas, d'intégrer les gaines techniques dans les panneaux pour ne pas risquer de compromettre l'étanchéité
- Des possibilités architecturales étendues grâce aux grandes portées possibles (en combinaison avec des poutres en lamellé-collé, par exemple)
- Un usage possible dans tout type de construction, de la maison individuelle aux ERP, en passant par le logement collectif et différents types de locaux techniques.
- La possibilité de construire des bâtiments multi-étages (actuellement 8 en Angleterre, par exemple)
- La résistance aux séismes
- Une précision parfaite dans les découpes en usine facilitant le montage sur site
- La possibilité de réaliser structure et parement(s) en une seule opération, selon la qualité de finition des panneaux choisie
- La possibilité d'utiliser certains panneaux comme éléments de toiture et donc de se passer de charpente, au sens traditionnel du terme

Les termes employés et les technologies existantes

Que recouvrent les différents termes ?

- **Bois lamellé-cloué** : ou **BLCI**, mentionné par le **CRIT**⁴ concernant une réalisation de logements collectifs à Gilamont-Vevey, en Suisse, en 1995. Il s'agit de murs et planchers réalisés en bois cloué sur chant
- **BMR ou Bois Massif Reconstitué** : certains fabricants de panneaux utilisent le terme de Bois Massif Reconstitué pour qualifier leur produit alors que le **CNDB**, comme **Batibois** utilisent ce terme exclusivement dans le cas « d'éléments linéaires reconstitués par collage de lames de bois massifs de forte épaisseur aboutées ou non au moment de la fabrication, de section reconstituée maximum de 260 x 320 mm »⁵.
- **BMR-T ou Bois Massif Reconstitué Tourillonné** : terme employé par **Bois&Futur** pour parler des panneaux tourillonnés fournis par la société **Sohm HolzBautechnik**, société dépositaire du brevet « Diagonal Dûbel », système exclusif de tourillonnage en diagonale assurant à la fois une stabilité dimensionnelle longitudinale et latérale de modules.
- **BMT-D ou Bois Massif Tourillonné en Diagonal** : terme employé par **Woodeum** pour qualifier ses panneaux tourillonnés fournis par la société **Sohm HolzBautechnik** : assemblage de 10 solives d'épicéa ou de sapin blanc sec à 12%. Ces solives de 60 mm de large, d'abord aboutées et profilées sont maintenues les unes contre les autres mécaniquement alors qu'elle avancent dans la « tourillonneuse en diagonal » qui va successivement réaliser des percements traversants puis insérer des tourillons de hêtre⁶.
- **Panneaux de bois massif** : terme employé par le **CNDB** pour qualifier les panneaux réalisés en planches contrecollées (les autres techniques de fabrications ne sont pas mentionnées), dans sa description des systèmes constructifs utilisant du bois (à savoir, l'ossature légère – en général qualifié d'ossature-bois ou MOB-, le système poteaux-poutres, le colombage, les madriers –aussi appelé empilage-, et enfin les panneaux de bois massif⁶). On peut aussi noter que le **CNDB** emploie une autre dénomination, le **panneau massif reconstitué**, pour décrire cette technologie, toujours réservée exclusivement au contrecollage. **Abibois**⁷ utilise aussi le terme de **panneaux de bois massif**, **Bois massif structurel** ou **Panneau massif Structurel** : les termes sont régulièrement employés comme synonyme des panneaux de bois massif⁸.
- **Construction en bois massif ou murs en bois massif** : ce terme est utilisé presque exclusivement pour les constructions à base d'empilage de poutres (de section ronde ou rectangulaire et profilées de façon différente par chaque promoteur de cette technique), ou de rondins écorcés voire de troncs (fustes) que l'on appelle aussi construction en bois empilé⁹.

⁴ Source CRIT :

<http://www.crit.archi.fr/web%20folder/bois/Bois/7.References/habitatcollectif/logtsvevey/logtsvevey.HTML>

⁵ Source CNDB :

http://www.cndb.org/live/produits_et_materiaux/bois_de_structure/bois_contrecolles.pdf

⁶ Source CNDB : http://www.cndb.org/?p=systemes_constructifs On peut d'ailleurs noter que c'est le seul endroit sur le site du CNDB où est mentionnée cette technique de construction, en dehors d'une page de description des panneaux contrecollés : http://www.cndb.org/?p=panneaux_massif.

⁷ Réseau des professionnels du bois en Bretagne :

<http://www.abibois.com/sinformer-sur-le-bois-en-bretagne/construire-et-amenager-en-bois/quelle-construction-choisir-pour-ma-maison-en-bois.html>

⁸ Par exemple sur le blog <http://www.batissezbois.com> ou sur le site Archi Expo <http://www.archiexpo.fr>

⁹ Source CNDB :

http://www.cndb.org/live/produits_et_materiaux/composants_structure/murs_bois_massif.pdf

- **Le panneau contrecollé-croisé** ou **panneaux massifs contrecollés** : terme utilisé par le site [bois.com](http://www.bois.com)¹⁰ pour définir les panneaux contrecollés fabriqués à partir de lames d'épicéa séchées artificiellement, calibrées et contrecollées en au moins 3 plis croisés, du type **KLH** ou **LENO**
- **éléments murs-plancher en bois tourillonné** : terme employé par [bois.com](http://www.bois.com) pour définir le bois massif reconstitué tourillonné.
- **panneaux porteurs en bois massif reconstitué** : terme utilisé par [bois.com](http://www.bois.com) pour qualifier les panneaux de la société **KLH**, donc en technique contrecollée¹¹, les panneaux sont aussi qualifiés de **panneaux contrecollés de bois massif** dans ce même article.

Le terme **panneau de bois massif** sera employé dans cette étude pour dénommer de façon générique tout panneau constitué d'un assemblage de lames de bois par collage, cloutage, tourillonnage, à plat ou sur chant.

Les panneaux de bois massif cloués (à plat ou sur chant)

Assemblage à plat

Ce mode de fabrication est essentiellement l'apanage de la technologie brevetée **MHM** conçue par le fabricant de machines et centres d'usinage Allemand **Hundegger**.

Les panneaux **MHM** (Massiv Holz Mauer) sont fabriqués en utilisant exclusivement les machines produites par la société **Hundegger**. De nombreuses sociétés, en France et dans de multiples autres pays, utilisent ce procédé pour produire, sous licence, ces panneaux **MHM**.



Figure 2 : Planche rainurée (source Hundegger)

¹⁰ Source bois.com : <http://www.bois.com/particuliers/construire/techniques-construction/materiaux-structure> et <http://www.bois.com/professionnels/moe-prescripteurs/maitrise-oeuvre-le-bois-materiau-aux-mille-vertus/performances-technologie>

¹¹ Source bois.com : <http://www.bois.com/professionnels/elus-collectivites/chantiers-a-la-loupe/troyes-immeubles-bureau>



Figure 3 : Assembleur de murs (source Hundegger)

Le procédé consiste à empiler des couches de planches peu épaisses (23 mm) rainurées (pour emprisonner de l'air) et croisées puis à les solidariser par cloutage, couche par couche, à l'aide de clous en aluminium rainurés (permettant ensuite d'usiner les panneaux produits sans risque pour les outils de coupe)



Figure 4 : Centre d'usinage Hundegger PBA (source Hundegger)

Les panneaux produits sont utilisables exclusivement pour fabriquer des murs, et sont d'une taille qui va de 2m x 2m à 3,15m x 6m et d'une épaisseur de 7 à 36 cm environ, en fonction du nombre de couches croisées.



Figure 5 : Mur MHM avec des clous disposés en diagonale pour augmenter la résistance (Source Hundegger)

Par défaut ces murs ne sont conçus que pour être recouverts d'un parement, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur, car ils n'existent pas en qualité de surface visible, les têtes des clous étant apparentes et les planches simplement rabotées.

Toutefois, l'un des fabricant français de murs **MHM**, la société **TOT'm** a développé une version avec l'une des faces en qualité visible.

Assemblage sur chant

Dans ce second cas les planches sont clouées sur chant, toujours avec des clous en aluminium pour pouvoir les usiner. Les panneaux sont alors utilisables en murs (bois debout) ou en planchers (bois sur chant). Seule la société **MHP** produit ces panneaux pour utilisation dans des murs. En revanche, plusieurs sociétés produisent aussi des panneaux du même type pour usage en plancher ou en toiture.



Figure 6 : Panneau T-Board de la société MHP (Source MHP)

Les panneaux de plancher **MHP (T-BOARD)** peuvent être de dimension maximale 1,2m x12m pour une épaisseur de 8,7 à 25 cm. Les panneaux muraux **MHP (X-BOARD)** peuvent avoir des dimensions maximales de 4 m x 30 m pour une épaisseur de 8,7 à 25 cm.

Le Bois Massif Reconstitué Tourillonné (BMR-T)

On pourrait comparer les panneaux **BMR-T** (ou **Diagonal-Dowel-Timber**, terme employé par le fabricant **Sohm HolzBautechnik**, qui utilise une technique consistant à percer les planches non pas perpendiculairement, mais en diagonales alternées, pour y insérer les tourillons et brider plus fortement l'assemblage) avec des panneaux **MHP**, la fixation par clous étant remplacée par une fixation tourillonnée.



Figure 7 Panneau BMT (Source Bois & Futur)

Les panneaux sont donc constitués uniquement de bois (ni clou, ni colle). Les planches en épicéa sur chant sont percées tous les 40 cm. Des tourillons en hêtre, très secs, sont enfoncés en force. Le transfert d'humidité entre l'épicéa (séché à 15%) et le hêtre (séché à 9%) permet de brider fortement les panneaux.



Figure 8 : Panneau acoustique BMR-T (source Tschopp HolzBau)

La taille des panneaux de plancher est au maximum de 60cm x 12m pour une épaisseur de 5 à 28 cm. Et la taille des murs est de 3,10m x 13 m au maximum pour une épaisseur de 8 ou 10 cm

Le bois chevillé

La technique a été développée et brevetée par l'entreprise **Thoma Holz** en 1998, sous le nom Thoma Holz 100.

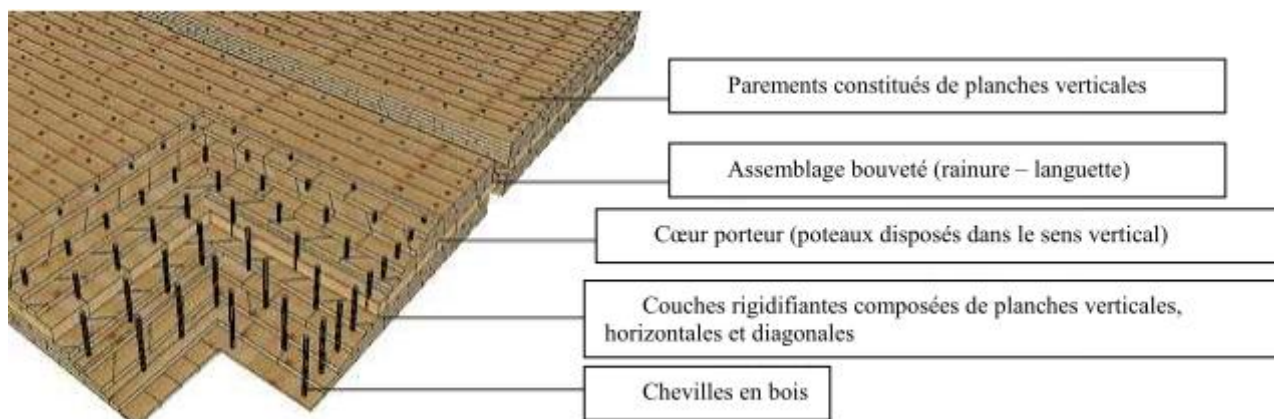


Figure 9 Schéma de principe d'un panneau Thoma Holz 100 (Source : Rapport d'étudiants de l'ENSTIB)

La méthode consiste à utiliser des couches de planches de différentes épaisseurs croisées à 90° et à 45° (l'épaisseur la plus importante sert d'âme centrale et les planches sont disposées verticalement). Le tout est solidarisé par des chevilles de bois très sèches qui se dilatent en absorbant le peu d'humidité résiduelle des planches assemblées et brident fortement le tout.



Figure 10 Panneau Thoma Holz 100 (Source www.buchner-bau.de)

L'entreprise vante particulièrement le λ de son panneau annoncé comme étant de $0,078 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Il semblerait que ces panneaux soient disponibles en France mais je n'ai pas réussi à trouver un importateur et l'entreprise, malgré plusieurs mails en Anglais et en Allemand ne m'a jamais répondu.

Les panneaux contrecollés

Les panneaux contrecollés sont constitués de couches de planches peu épaisses, assemblées à plis croisés (certains fabricants croisent des couches à 90° et à 45°, la plupart, seulement à 90°), et collées sous pression. Le nombre de couches est toujours impair (symétrie par rapport à la couche centrale) pour des raisons de stabilité.

Les colles utilisées sont soit des colles polyuréthane,

Les bois utilisés sont en général des résineux mais on trouve aussi l'usage de feuillus comme le hêtre (**Lineazen**), dans des panneaux moins épais destinés à concevoir des caissons de plancher ou parois.

Certains fabricants comme **MetsäWood** utilisent aussi du **LVL** (**KERTO** dans ce cas) comme couche centrale dans leur produit **KERTO in LENO**.

Parce qu'ils sont très présents sur le marché français, on parle souvent de **KLH** (de la société éponyme) ou **LENO** (de la société **Finnforest**) pour parler de ce type de panneaux pourtant produits par de nombreuses autres sociétés sous divers vocables comme **CLT** ou **X-Lam**, de façon générique ou **BBS** (de la société **Binderholz Baustysteme**).



Figure 11 : Installation d'un panneau KLH (source KLH)

Les dimensions dépendent des fabricants et vont jusqu'à 4m x 24 m environ pour une épaisseur jusqu'à 50 cm.

Le fabricant se distingue par les tailles maximales, par les colles et types de presses utilisées ainsi que par la stratégie commerciale et l'étendue de la gamme de produits pour la construction bois.

Sans colle : soudure par chauffage ?

Des études actuellement en cours au CRITBOIS, sur le campus de l'ENSTIB, à Epinal permettraient d'assembler des panneaux en utilisant des tourillons qui seraient « collés » par soudage. Il est même envisager de souder des planches simplement par friction, les tourillons n'étant plus nécessaires.

Les informations suivantes m'ont été fournies par des étudiants de l'ENSTIB ayant réalisé un mémoire sur « *Marché des murs et planchers en planches assemblées mécaniquement* » :

Le soudage du bois s'effectue sans aucun apport extérieur de matière. Ce sont les machines à frictions, généralement utilisées pour l'assemblage des matières plastiques, qui sont réemployées pour le soudage du bois brut.

Description simplifiée du procédé :

Deux pièces de bois sont mises en contact sur la surface à souder, et les micro-frictions produites par la machine (déplacement d'environ quelques millimètres) provoquent un échauffement superficiel.

La chaleur ainsi produite (approximativement < 200°C) fait fondre la paroi des fibres ligneuses du bois. C'est donc la colle naturelle du bois, qui, chauffée, perd localement ses caractéristiques. Les fibres se libérant vont pouvoir s'entrelacer d'une surface à l'autre, et, une fois la machine stoppée et le contact maintenu, cette colle naturelle va à nouveau se durcir et souder ainsi les deux pièces comme si elles n'avaient toujours fait qu'une.

La surface soudée, appelée joint, a pour particularité de présenter un relief carboné dû à l'action mécanique, de plus il semblerait que ce carbone renforce l'assemblage.

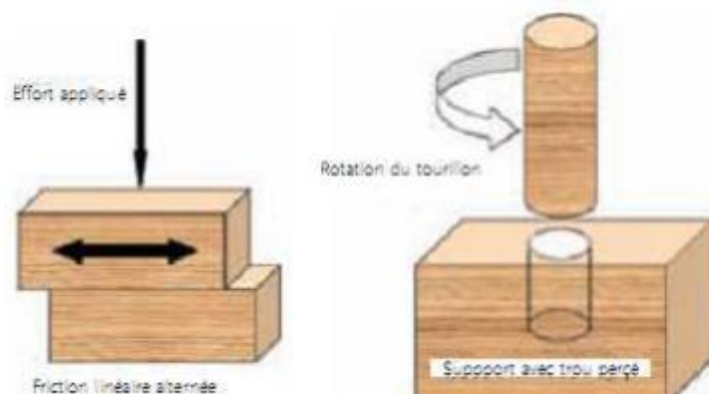


Figure 12 Soudage par friction (Source : Rapport d'étudiants de l'ENSTIB)

Le soudage se fait par un mouvement inculqué à l'une des deux pièces ou à un tourillon traversant les deux planches pour les lier.

Les exemples d'usages

Les différents procédés décrits permettent de produire des panneaux de formes et de tailles variées utilisables pour des usages structurels très divers.

Les panneaux contrecollés ou tourillonnés, ainsi que cloués sur chant sont utilisables en murs, cloisons, planchers et toitures alors que les panneaux cloués par assemblages à plat ne sont utilisables qu'en murs et cloisons.

Un certains nombres de panneaux de planchers sont aussi utilisables pour constituer des planchers collaborant bois-béton.

Logement individuel



Figure 13 Maison individuelle en MHM (Source Eco2Murs)

Logement Collectif



Figure 14 Chantier Woodeum à Conflans Ste-Honorine en BMR-T (Photo JFP)



Figure 15 Bâtiments de 4 et 5 étages de logement social en KLH (Source bois.com)

Bâtiments tertiaires



Figure 16 Siège de Millet Menuiseries en LENO (Source Magazine wOOD n°2 de MetsäWood)

Rénovation



Figure 17 Loggias en Leno à Bondy (Source MetsäWood)

Les entreprises en France

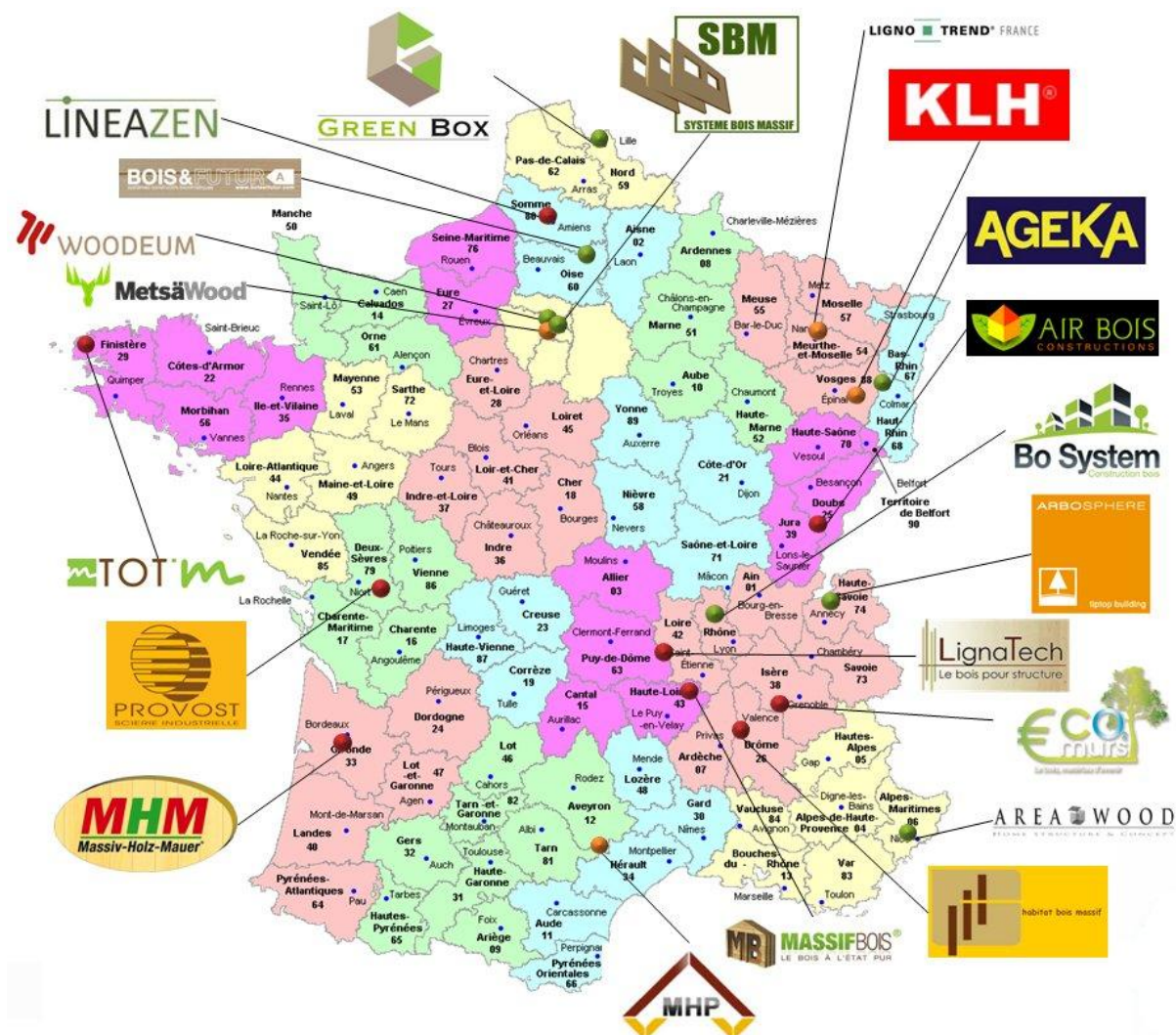


Figure 18 : Répartition des fabricants, filiales de distribution et importateurs sur le territoire Français

Panneaux en bois massif cloués

MHM¹² revendique 28 lignes de production de panneaux **MHM** en service dans le monde, depuis la création de l'entreprise en 2005 par **Hundegger**, sa maison mère, fabriquant les centres d'usinage utilisés pour fabriquer ces panneaux. La première maison **MHM** a été construite en 2002.

Air Bois Construction (Pas de réponse)

	MHM Air Bois Construction SAS 26 Rue du Lhotaud 25560 FRASNE Tel : +33 (0)3 81 89 75 06 Contact : contact@air-bois-constructions.fr Site : http://www.air-bois-constructions.fr/
---	--

¹² Historique de MHM : <http://www.massivholzmauer.de/geschichte,41.html>

Filiale de la Scierie Lorin et des Chalets Claudet
Près de Pontarlier, dans le Doubs
Scierie locale et usage exclusif du bois local du Jura.
Serait le premier producteur MHM en France

Aucune réponse de l'entreprise

Ecomurs / Ecowood Construction (Répondu)

 	MHM	Ecomurs / Ecowood Construction RN 532 Lieu dit Pra-Paris 38360 Noyarey Tel : +33 (0)9 65 333 281 Fax : +33 (0)4 76 77 45 94 Contact : contact@ecomurs.com ou contact@ecowood-constructions.fr Site : http://www.ecomurs.com/ ou http://ecowood-constructions.fr/
Ecomurs est un fabricant de MHM près de Grenoble EcoWood est une entreprise de pose		

Ecomurs est une jeune entreprise, créée en décembre 2010.

Elle a réalisé un investissement de 2M€ pour lancer sa production de panneaux MHM par une installation permettant de produire 60 000 m² de panneaux par an, avec un rendement de 66% : 1m³ de MHM nécessite 1,5m³ de bois scié. Bois (sapin, épicéa) PEFC produit par une scierie à 3km et acheté dans un rayon de 50km.

La première année d'activité en engendré une production de 7000 m² de panneaux.

Les panneaux disposent d'un AT 3/09-595. Un ACV a été réalisé et la fiche FDES est en cours de réalisation.

Les références sont essentiellement des maisons individuelles

FEMBA (Pas de réponse)

	MHM	FEMBA (Fabrication Eléments Massif Bois Aquitaine) 16 Chemin de Blasignon 33190 LA REOLE Tel : +33 (0)6 98 92 22 60 Contact : info@femba.fr ou blasignon@gmail.com Site : http://www.femba.fr
Filiale de MHM http://www.massivholzmauer.de		

Aucune réponse de l'entreprise

Habitat Bois Massif (Pas de réponse)

	MHM	Habitat Bois Massif 71 route des Mines 07000 PRIVAS Tel : +33 (0)4 75 29 46 96 Contact : contact@habitatboismassif.fr Site : http://habitatboismassif.fr
Fabriquant ? Semble importer ses panneaux		

Aucune réponse de l'entreprise

Lignalithe (Répondu)

	Cloué	Lignalithe SARL 2 rue du repos 42600 MONBRISON Tel : +33 (0) 4 77 96 30 63 Fax : +33 (0) 4 77 58 57 56 Contact : bet@lignalithe.com Site : http://www.lignalithe.com Lignatech Place Bouthier 42370 SAINT HAON LE VIEUX Tel : +33 (6) 10 37 63 11 Contact : thomas.chabry@lignatech.fr Site : http://www.lignatech.fr
http://www.lignatech.fr/ http://www.lignalithe.com/ (utilisateur des panneaux lignatech) http://www.archipente.com/		

Les informations m'ont été communiquées par Lignalithe, un bureau d'étude et non par Lignatech.

Lignatech produit des murs Lignapli et des dalles Lignadal depuis 2010.

Les murs Lignapli et les dalles Lignadal sont assemblés en utilisant de clous en acier à double cisaillement.

Les dalles Lignadal sont des prédalles permettant de réaliser des planchers collaborants bois-béton. Le bois massif assure la partie en traction et est solidarisé avec le béton coulé assurant la partie travaillant en compression.

Les dalles Lignadal font l'objet d'un avis technique AT 3/00-335 (en cours pour les murs Lignapli) et une fiche FDES est disponible depuis avril 2010.

Les références communiquées m'ont permis de constater que les usages principaux de Lignapli sont essentiellement des maisons individuelles et que le marché est surtout régional, pour des surfaces de 100 à 300 m² de panneaux.

En revanche, le marché Lignadal (constitué pour environ 1/3 de planchers massifs et 2/3 de planchers collaborants bois-béton) est clairement national, avec un record de 1300 m² pour un lycée dans l'Isère. Ce qui est corroboré par le fait que des fournisseurs ou utilisateurs d'autres panneaux à usage de mur recommandent ou emploient des dalles Lignadal (à l'exemple de MassifBois).

MASSIFBOIS / Scierie Moulin (Répondu)

	MHM MASSIFBOIS ZA de Ville 43220 DUNIERES Tel : +33 (0)4 71 61 70 00 Fax : +33 (0)4 71 61 95 61 Contact : contact@moulin-sa.com Site : http://www.moulin-sa.com/MHM-Panneaux-Bois-Massifs-cloues.html
Utilise la marque MASSIFBOIS et non MHM et ne communique pas sur la technique MHM Produit par les Scieries Moulin, qui produisent aussi du BMA (Bois Massif Abouté), du BMR (Bois Massif Raboté) et du BLC (Bois Lamellé Collé). Fabriquant au sud de St-Etienne	

Entreprise rencontrée (et découverte) sur le salon Batimat.

La maison mère existe depuis 1916 et s'est lancée dans l'exploitation du procédé MHM en septembre 2009. Elle réalise un chiffre d'affaire global de 60 M€ et 8% du personnel travaille pour la ligne de produit MassifBois.

L'approvisionnement en bois (Sapin, épicéa, Douglas) est très local puisqu'il provient d'Auvergne et de la région Rhone-Alpes et bénéficie d'une certification PEFC.

L'unité de production a une capacité de 100 m² de panneau par jour. L'avis technique AT 3/09-595 est en cours de validation.

Parmi les références, on peut noter un centre d'accueil de la petite enfance de près de 1000 m² de murs.

TOTm / Tanguy S.A. (Répondu)

	MHM TOT'm Siège Tanguy S.A. 11, rue de la roche 29870 LANNILIS Tel : +33 (0)2 98 04 02 39 Fax : +33 (0)2 98 04 05 80 Site : http://www.totm-mhm.fr/
Marque commerciale de Tanguy S.A. (1 an) www.tanguy-sa.com à Brest	

Entreprise découverte sur Internet et rencontrée au salon de la Maison Bois à Angers.

C'est une entreprise de négoce de bois (80% du CA) et de production de produits en bois (20% du CA : lamellé collé depuis 1965, poutres en I depuis 1980 et mobilier extérieur depuis 1990), existant depuis 1925, employant près de 800 personnes et ayant commencé à produire du panneau MHM en décembre 2010. Elle a réalisé 226 M€ de CA en 2011. Elle a produit 5000 m² de panneaux sur ses 15 premiers mois d'exploitation.

Le bois est local à 50% et provient essentiellement du Limousin pour le reste. Il est certifié PEFC.

TOT'm dispose d'une spécificité, parmi les producteurs de panneaux MHM : la possibilité de panneaux avec une face finie en mut intérieur : dans ce cas, la première couche de lames de bois de 23mm d'aspect non fini est remplacée par des lames de 34mm rabotées poncées pour que les clous d'aluminium ne puissent traverser. La plus value est de 6€/m².

Parmi ses références, on peut noter un ensemble de 19 logements sociaux en individuel groupé représentant 2000 m² de mur, à Nantes, ainsi qu'un immeuble de bureaux.

Les panneaux sont sous avis technique AT 3/09-595.

Enfin un bilan carbone a été réalisé sur un chantier : il était logiquement largement négatif du fait du carbone emprisonné dans le bois.

MHP (Répondu)

	MHP	MHP Eléments Constructifs S.A.R.L. Lieu dit Brès 34260 AVENE Tel : +33 (0)6 75 19 41 34 Contact : mhp@les-elements-constructifs.fr Site : http://www.les-elements-constructifs.fr/ ou http://www.mhp24.eu/fr/index-fr.html
Bois cloué sur chant et contrecollé à Avène, proche de Montpellier		

MHP Eléments Constructifs S.A.R.L. est une jeune entreprise qui existe depuis Avril 2010 et importe des panneaux produits par la société MHP (Massiv Holz Productkte GmbH).

2 type de produits existent

- Cloués avec les panneaux T-Board (planchers et toits) et X-Board (Murs)
- Contrecollé avec les panneaux M-Board (tous usages)

Elle a vendu 1400 m³ de panneaux en 2011.

On trouve des références dans le logement social (par exemple à Villejuif) ou les maisons individuelles.

Panneaux contrecollés

Ageka (Pas de réponse)

	Contrecollé Ageka 13 allée Ettore Bugatti 68000 Colmar Tel : +33 (0) 3 89 29 00 69 Fax : +33(0) 3 89 29 01 04 Contact : contact@ageka.fr Site : http://www.ageka.fr
Importe les panneaux contrecollés M1-BSP CROSSPLAN de la société MAYR -MELNHOF SYSTEMHOLZ GAISHORN http://www.mm-holz.com Avis technique européen : ATE 09/0036 Ageka distribue aussi les dalles de plancher et couverture en caisson Lignatur http://www.lignatur.ch/	

Aucune réponse de l'entreprise

Atlanwood - Scierie de l'Atlantique (Pas de réponse)

	Contrecollé	Provost 4, Rue de Ruffec 79190 SAUZE VAUSSAIS Tel : +33 (0) 5 49 07 61 09 Fax : +33 (0) 5 49 07 73 89 Contact : scierieatlantique@wanadoo.fr Site : http://scierie-provost.com/atlantique.php
Semble construire des panneaux, mais pas encore utilisés en construction. A valider !		
Murs / Cloisons	Planchers	Toiture
22/02/2012 : Envoi d'un nouveau mail		
06/01/2012 : Envoi d'un mail de prise de contact		

Aucune réponse de l'entreprise

Arbosphère (Pas de réponse)

	Contrecollé Arbosphère Z.A. du Taney 74250 LA TOUR EN FAUCIGNY Tel : +33 (0) 450 354 935 Fax : +33(0) 450 354 947 Contact : contact@arbosphere.com Site : http://www.arbosphere.com
En Savoie Importe des panneaux BBS de Binderholz Bausysteme. L'usinage est effectué dans l'atelier avec un centre d'usinage Hundegger	

Travaille pour Nexity : programme Ywood avec tbc (Timber Building Concept)

<http://www.tbconcept.fr/accueil.html>

Aucune réponse de l'entreprise

Area Wood (Pas de réponse)

	X-lam	Areawood 16 Avenue Pauliani 06000 NICE Tel : +33 (0) 9 81 31 15 87 ou +33(0)6 61 88 09 91 (M. Moreau) Fax : +33 (0) 9 81 40 22 32 Contact : contact@areawood.com Site : http://www.areawood.com
Importateur de panneaux de HMS-Bausysteme http://www.hms-systeme.eu Fabriqués en Belgique, procédé d'origine Allemand Fabrique des panneaux X-lam http://www.hms-bausysteme.com/hmsweb_franz/xkonstr.html http://www.hms-systeme.com/hmsweb_franz/xlam.html		

L'entreprise est sortie du cadre de l'étude, arrétant d'utiliser les panneaux HMS

Bo System (Pas de réponse)

	Contrecollé	Provost ZA, les Favières 69380 LISSIEU Tel : +33 (0) 820 309 609 Fax : +33 (0) 478 437 700 Contact : info@bo-system.com Site : http://www.bo-system.com/
à Lissieu, près de Lyon		

Aucune réponse de l'entreprise

Greenbox (Pas de réponse)

	Contrecollé	Green Box 169 rue Sadi Carnot 59350 SAINT ANDRE-LEZ-LILLE Tel : +33 (0) 3 28 53 54 89 Contact : contact@greenbox-bbc.fr Site : http://www.greenbox-bbc.fr
Importateur de panneaux contrecollés Grossmann		

Aucune réponse de l'entreprise : elle semble avoir cessé son activité pendant l'étude.

Lignatec / KLH (Kreuz Lagen Holz) (Répondu)

 	KLH	Lignatec La Planchette 88650 ENTRE-DEUX-EAUX Tel : +33 (0) 329 56 27 27 Fax : +33 (0) 329 56 27 28 Contact : contact@lignatec.fr Site : www.klh.at
http://www.klh.at/fr.html Autrichien à Entre Deux Eaux, dans les Vosges Avis technique AT-3/06-477 Avis technique Européen : ETA-06/138		

Lignatec est, depuis 2001, l'agent commercial exclusif des panneaux KLH en France. C'est une entreprise de 12 personnes. Les panneaux KLH sont produits en Autriche avec de l'épicéa et du pin PEFC, provenant de 100 km autour de l'usine, certifiée ISO 9001 et ISO 14001.

Lignatec a commercialisé environ 90 000 m² de panneaux en 2011.

Les panneaux sont sous avis technique AT 3/06-477 depuis 2002 et sous ATE 06/0138. Une FDES a été réalisée en Autriche et est en cours en France.

Parmi les références notable, on peut noter

- 2 bâtiments de 4 et 5 étages (30 logements sociaux, BEPOS) et 22 pavillons à St Dié
- Campus universitaire à Troyes : plus de 4000 m² de SHON
- Maison de retraite BBC à Saint-Etienne Lès Remiremont : R+2
- Bâtiment de l'ONF à Dijon
- Théâtre éphémère de la comédie Française (1200 m² , 1000m³ de bois)

Lignotrend France / Objectif Bois (Répondu)

LIGNO ■ TREND® FRANCE	Contrecollé	Lignotrend France / Objectif Bois 6, Rue du Coteau 54180 HEILLECOURT Tel : +33 (0) 3 83 54 50 21 Contact : info@objectif-bois.fr Site : http://www.objectif-bois.fr/
Siège social Suisse, usine de fabrication en Allemagne à Heillecourt, près de Nancy Panneaux de mur, plancher, toiture Avis technique Européen : ETA-05/0211		

Objectif Bois est l'agent commercial en France du fabricant Allemand LignoTrend, depuis 2004. C'est une petite entreprise de 3 personnes.

LignoTrend fabrique environ 150 000 m² de panneaux par an avec différents bois de Forêt Noire (Sapin, épicéa, douglas, chêne ...), bois certifiés PEFC ou FSC provenant d'un rayon de 100 km autour de l'entreprise.

Elle possède plusieurs gammes de produits :

- Ligno Fux pour les murs
- Ligno Dalles pour les planchers
- Ligno Blocs pour les toitures

Les produits possèdent un AT Allemand Z-9.1-555 et un ATE 05/0211. ACV et FDES ont été réalisés en Allemagne par Natureplus.

Quelques références notables :

- Refuge du Goûter (120 places, à 3835 m d'altitude) : planchers en Ligno Dalles
- Logement collectif Eco-logis à Strasbourg : planchers en Ligno Dalles
- Maison individuelle à Fuveau (13) : murs en Ligno Fux et planchers en Ligno Bloc
- Lycée Kleber à Strasbourg : Planchers en Ligno Dalle et toiture en Ligno Bloc

Lineazen (Répondu)

	Contrecollé	Lineazen 1 rue Adéodat Lefevre 80000 Amiens Tel : +33 (0) 6 01 99 81 70 Fax : +33(0) 3 89 29 01 04 Contact : contact@lineazen.com Site :
Fabrication de panneaux contrecollés en hêtre et en bambou (qui n'est pas du bois ...)		

Lineazen est une jeune entreprise de 2 ans qui a démarré la production de panneaux (en bambou, en hêtre et en épicéa) il y a 6 mois et possède une capacité de production de 2200 m³ annuel.

L'approvisionnement est national pour le hêtre et l'épicéa certifiés PEFC et actuellement international pour le bambou certifié FSC (une filière française est en cours de constitution).

Le procédé de collage mis en œuvre est exclusif et breveté.

Les panneaux produits sont peu épais et servent à constituer des caissons, bien que le procédé permette de fabriquer des épaisseurs jusqu'à 50 cm.

Peu de référence, évidemment : une passerelle de 8 m de portée à Amiens.

MetsäWood (ex Finnforest) / LENO (Répondu)

	LENO	Finnforest – Division Construction 11, Avenue Dubonnet Immeuble Le Doublon Bâtiment A 92407 COURBEVOIE Cedex Tel : +33 (0) 1 41 32 36 36 Fax : +33 (0) 1 41 32 36 45 Contact : construction.france@finnforest.com Site : http://www.finnforest.fr
Pas de production en France, mais une filiale commerciale		

Site administratif à Courbevoie

MetsäWood (CA 900 M€ en 2011) est le nouveau nom de Finnforest, entité du group MetsäGroup dont la création date de 1934.

C'est un groupe Finlandais original puisque c'est une coopérative d'exploitants forestiers.

La filiale Française existe depuis 1995 et emploie près de 200 personnes sur un total mondial de 3000.

La production de panneaux LENO existe depuis 2005 dans une seule usine pour le monde entier, en Allemagne qui produit 30 000 m³ de panneaux par an, dont 3000 m³ pour la France. Les panneaux sont fabriqués en épicéa certifié PEFC et l'approvisionnement est national (Allemagne). Ils disposent d'un avis technique AT 3/11-685 et d'un avis technique européen : ETA 10/0241. L' ACV et la FDES sont en cours de réalisation.

MetsäWood France est organisme de formation.

Parmi les nombreuses référence on peut noter :

- Centre d'entrainement de l'Olympique de Marseilles (1800 m2 de SHON)
- 26 logements sociaux pour l'OPH d'Aubervilliers
- Lycée Jean-Baptiste Corot à Savigny sur Orges
- Rénovation de l'université de Reims

MOBOA (Pas de réponse)

	Contrecollé Moboa 13 allée Ettore Bugatti 68000 Colmar Tel : +33 (0) 3 89 29 00 69 Fax : +33(0) 3 89 29 01 04 Contact : Site : http://www.moboa.fr
Importe des panneaux BBS de Binderholz Bausysteme. Avis technique européen : ATE 09/0036	

Aucune réponse de l'entreprise adhérente contactée

SBM (Répondu)

	Contrecollé Système Bois Massif 66, Rue Lemercier 75017 PARIS Tel : +33 (0) 1 53 31 32 32 Fax : +33(0) 1 70 24 75 93 Contact : Site : http://www.systeme-bois-massif.com
Importe des panneaux BBS de Binderholz Bausysteme. Avis technique CSTB : 3/09-595 Les murs complets sont fabriqués dans une usine en Lorraine.	

Entreprise parisienne de 25 personnes qui importe (et, surtout, pose) des panneaux BBS depuis 2008.

Elle a réalisé un CA de 1,5 M€ en 2001 et prévoit de doubler en 2012.

Elle a réalisé un bilan carbone sur une opération qui a montré un bilan négatif de 300 t.

Parmi les références on peut citer :

- Bâtiment de bureaux à Montreuil R+2
- Crèche à Vouillé (près de Niort), plancher lambourdes sur Techno Pieux.
- Station forestière pour chercheurs à Fontainebleau R+2

Brettstapel ou BMR-T (Bois Massif Reconstitué Tourillonné)

Bois & Futur (Pas de réponse)

	BMR-T	Bois & Futur SAS 73 rue George Sand 60400 GENVRY Tel : +33 (0) 820 620 670 Contact : contact@boisfutur.com Site : http://www.boisfutur.com/
Pas de fabrication en France : importateur des systèmes constructifs en Bois-Massif Reconstitué Tourillonné (BMR-T), produits par l'entreprise Autrichienne Sohm Holzbau		

Aucune réponse de l'entreprise

Woodeum (Ex Bois&Futur Workshop) (Répondu)

	BMR-T	Woodeum (Bois & Futur Workshop) 94 Rue Saint-Lazare 75009 PARIS Tel : +33 (0) 820 620 670 Contact : jp.ferreira@woodeum.com Site : http://www.woodeum.com
Importateur des systèmes constructifs en Bois-Massif Reconstitué Tourillonné (BMR-T), produits par l'entreprise Autrichienne Sohm Holzbau Une réalisation à Chanteloup les Vignes : gîte urbain http://globalaward1.wordpress.com/		

Woodeum (précédemment appelée Bois&Futur Workshop) est une petite (3 personnes en 2011, 5 en 2012, CA 2011 de 1 M€) et jeune entreprise qui existe depuis 2010, importe et pose des panneaux **BMT-D** autrichiens **Sohm Holzbau** (murs, planchers, toiture), des panneaux contrecollés M1 BSP Crossplan de **Kaufmann** (murs, planchers, toitures) ou des dalles **Lignatur** (plancher, toiture).

Les panneaux BMT-D respectent la DTU 31.2 et les panneaux M1 BSP Crossplan sont sous avis technique européen 09/0038.

Quelques références :

- Gîte à Chanteloup les Vignes
- Un bâtiment de logement collectif R+2 de 11 appartements à Conflans-Ste-Honorine

Le marché en France

On peut constater que le (petit) marché français est dominé par les producteurs étrangers, plus particulièrement d'Europe Centrale (KLH, MetsäWood, Binderholz, HMS Bausysteme, Sohm Holzbautechnik, Mayr Melnhof Kaufmann, Thoma ...)

En effet, en dehors de quelques producteurs sous licences MHM, de Lignatech et du dernier venu Lineazen (Tot'm m'a annoncé une vente de 5000 m² de panneaux sur ses 15 premiers mois de production alors que MetsäWood m'a annoncé 3000 m³ de panneaux vendus en 2011 représentant 10% de sa production mondiale, ce qui doit représenter près de 30 000 m² de panneaux, soit 1/3 des ventes de KLH qui annonce 90 000 m²), il n'y a pas de grande usine de fabrication de panneaux en France.

Il faut noter que la construction en panneaux de bois massif ne représenterait que 1% de la construction bois (en 2009¹³, sachant que le marché s'est toutefois nettement développé depuis) ce qui peut expliquer la frilosité des investisseurs. En effet, l'investissement nécessaire pour installer une usine de bois contrecollé est extrêmement élevé : à titre d'exemple Stara Enso investi 23 M€ pour construire une usine de fabrication de CLT en Autriche d'une capacité annuelle de 63500 m³¹⁴ et emploiera 59 personnes.

Les données recueillies auprès des entreprises ayant accepté de répondre, plus ou moins précisément à mes questions ont permis de constater :

- Que le marché est clairement dominé par le CLT (loin devant le cloutage et le tourillonné) et plus particulièrement par 2 produits majeurs : KLH et LENO avec des ventes respectives de 90000 m² et 30000 m². Les importations de BBS, M1 BSP Crossplan, M-Board ... étant (pour les données récoltées) très marginales par rapport aux 2 premiers grands acteurs. Cette constatation est la même au niveau mondial.
- Que la fabrication française est négligeable par rapport aux produits importés
- Qu'en dehors de Lineazen et Lignatech (qui ont chacun leur propre technologie), les fabrications locales utilisent exclusivement la technologie MHM
- Que ce marché est encore un marché de niche dans la construction : 1% de la construction bois

¹³ «Marché actuel des nouveaux produits issus du bois à échéance 2020» disponible sur le site du MINEFI

¹⁴ <http://www.holz.net/news/showarticle.cfm/artikelID/C688B905-B89B-D275-BE5E9CC00CBFD378>

En dehors de la France¹⁵

Les pionniers : Allemagne, Autriche, Suisse et les pays avancés : l'Angleterre, la Suède

Le marché européen voire bientôt mondial, est clairement dominé par le **CLT**. Ce marché est plus particulièrement situé en Europe Centrale qui concentre 95% de la production européenne (63 % en Autriche, 26% en Allemagne et 6% en Suisse). Il y a actuellement 15 sites de production majeurs en Europe (20 prévus en 2020).

Les estimations pour 2011/2012 de production de **CLT** sont de :

- 364 000 m³ en Autriche sur 5 sites de production
- 153 000 m³ en Allemagne sur 6 sites
- 21 000 m³ en Suisse sur 2 sites
- 15 000 m³ en République Tchèque sur 1 site
- 8 000 m³ en Italie sur 1 site

On peut citer des références extrêmement intéressantes :

- En Angleterre, un immeuble résidentiel R+8 à Londres, en **KLH**, utilisant 950 m³ de panneaux (mur et planchers) élevé en 3 jours par étage à 4 personnes, en 2008
- En Suède, 4 immeubles résidentiels R+7 à Växjö (194 logements) utilisant 4800 m³ de bois élevé en 4 jours par étage, en 2008 (les panneaux ont été fabriqués par l'entreprise **Martinson**¹⁶)
- En Autriche, un immeuble d'habitat social de 8 étages, en **BBS**, en cours de réalisation
- En Allemagne, un immeuble d'habitation de 8 étages, en **BBS**

Le Canada

En 2005, dans le cadre du Programme des technologies transformatrices de Ressources naturelles Canada, FPInnovations a lancé un programme de recherche multidisciplinaire sur le CLT :



FPInnovations¹⁷ institut de recherche Canadien de 600 personnes regroupant toute la filière bois s'appuie sur l'expérience européenne pour développer une filière locale. L'institut a publié un document exceptionnel appelé « Panneaux lamellés-croisés : notions élémentaires »¹⁸ très pragmatique qui, après avoir

- fait un point sur la filière européenne
- fait un point sur la technologie
- expliqué tous les avantages du système
- détaillé les essais de sécurité et de performance déjà effectués au Canada
- expliqué les méthodes constructives,
- étudié des réalisations particulièrement significatives en Europe

¹⁵ Les chiffres cités dans les paragraphes suivant sont tirés de l'étude «Marché actuel des nouveaux produits issus du bois à échéance 2020» disponible sur le site du MINEFI

¹⁶ <http://www.martinsons.se>

¹⁷ <http://www.fpinnovations.ca>

¹⁸ http://www.fpinnovations.ca/files/pdfs/fr/publications/panneaux_lamelles_croises_notions_elementaires.pdf

dévoile une proposition de valeur pour l'Amérique du Nord excessivement détaillée, en n'occultant aucune difficulté qu'elle soit économique ou réglementaire.

FPInnovations publie aussi (en anglais et maintenant en français) une documentation complète sur le CLT qui offre de l'information technique sur la conception, la fabrication et le rendement du CLT en construction dans les domaines suivants :

- La fabrication du bois lamellé-croisé (CLT)
- Le calcul des éléments de structure en CLT
- La performance sismique des bâtiments en CLT
- Les assemblages des éléments en CLT
- La durée d'application de la charge et fluage du CLT
- Le contrôle des vibrations des planchers en CLT
- Le comportement au feu des bâtiments en CLT
- La performance acoustique des éléments en CLT
- La conception de l'enveloppe des bâtiments construits en CLT
- Les caractéristiques environnementales du CLT

Que l'on peut commander sur son site (http://www.fpinnovations.ca/pdfs/2011_bon_commande_clt_fr.pdf) : il n'existe pas, à ma connaissance, d'équivalent en Europe.

Autre fait marquant l'engagement dans cette technologie : en février 2011, Nordic Engineered Wood et Chantiers Chibougamau¹⁹ ont annoncé la construction d'une usine de fabrication de CLT pour un investissement de 10 M\$ près de Vancouver d'une capacité de production annuelle de 80000 m³ et devant permettre l'emploi de 35 personnes, opérationnelle en fin 2011.

¹⁹ <http://www.nordicewp.com/about-us/news/innovation-is-at-the-heart-of-what-we-do/>
<http://www.newswire.ca/fr/story/638997/chantiers-chibougamau-investit-pres-de-10-m-agrandissement-d-usine-pour-introduire-un-systeme-novateur-de-construction-de-batiments-multi-etages-en-bo>

Conclusion

Cette étude a été délicate à faire car les entreprises se sont, globalement, montrées réticentes à fournir des informations, pour celles avec qui le contact a pu être établi. Il n'est donc pas possible de fournir une estimation financière du marché de la construction en bois massif en France.

En revanche, il est possible de tirer quelques conclusions :

- C'est un marché de niche même s'il est en pleine expansion et si l'étude « Marché actuel des nouveaux produits issus du bois à échéance 2020 » disponible sur le site du MINEFI estime qu'il peut être multiplié par 10 d'ici 2020.
- La limite principale est sans doute le manque de fabricant de panneaux contrecollés en France, puisque manifestement, c'est cette technologie qui tire le marché, les autres (cloutage et tourillonnage) étant marginales et en décroissance
- Les quelques fabricants de MHM ont manifestement une clientèle très régionale (ce qui a toutefois un avantage, puisque le bois étant aussi régional, l'empreinte écologique n'est pas grevée par les longs transports en provenance des usines centre-européennes comme pour les panneaux de CLT)
- Il faut sans doute faire un lien avec fait que la France est reconnue comme un gros producteur de feuillus mais faible producteur de résineux qui entrent majoritairement dans la fabrication de ces panneaux. Aujourd'hui 63% des constructions en bois (toutes technologies confondues) ne sont pas issues de forêts Françaises selon Christian Colvis, architecte-designer spécialiste du pin maritime et directeur scientifique du projet Innovapin. En 2010, la filière bois française affichait un déficit de **6,4 milliards d'euros**, selon le ministère de l'Agriculture.

Remerciements

Ma femme Florence et mes filles, Margaux et Anaïs, qui ont supporté mes longs week-end et soirées consacrés au projet et au M2 plus généralement.

Béatrice Ledésert (UCP) qui a accepté mon dossier, atypique, dans la formation

Dominique Vignot (Pôle éco construction Seine Aval) qui a eu la bonne idée de fournir le sujet et m'a laissé une totale autonomie

Jean-Philippe Ferreira (**Woodeum**) pour ses conseils avisés, les nombreux mails et appels téléphoniques échangés, la visite d'un chantier à Conflans Sainte-Honorine et le prêt d'une maquette pour la soutenance.

Les entreprises ayant répondu au questionnaire, et plus particulièrement :

- **TOT'm** : André Boulic qui a été le premier à me répondre, pour sa disponibilité à des horaires improbables
- **Lignotrend** : Benoit Reitz qui a pris du temps pour répondre à ma curiosité lors d'un colloque du CNDB
- **MHP** : Klaus Goecke pour le temps qu'il m'a consacré sur le salon de la Maison Bois à Angers
- **MassifBois** : M. Polly et M. Patouillard pour leurs informations détaillées.
- **KLH** : Jean Allègue pour nos nombreux échanges fructueux. Et pour l'envoi d'une documentation complète ainsi que d'un échantillon de paroi
- **MetsäWood** : Loïc Robin qui, malgré le temps consacré au changement de nom de l'entreprise a quand même trouvé du temps pour mon questionnaire .

Glossaire

BBS : Désigne les panneaux en bois massif contrecollés de la société **BinderHoltz BauSysteme**

BLCI : Bois Lamellé-Cloué

BMT-D : Bois Massif Tourillonné en Diagonal

BMR : Bois Massif Reconstitué : terme générique synonyme de panneaux de bois massif.

BMR-T : Bois Massif Reconstitué Tourillonné

BMT : Bois Massif Tourillonné = **BMR-T**

CLT : Cross Laminated Timber : panneau de bois massif contrecollé

Diagonal-Dowel-Timber : Panneaux de bois massif tourillonnés en diagonal de la société **Sohm HolzBautechnik**

LVL : Laminated Veneer Lumber : bois lamifié composé de fines couches (3 à 4 mm de bois collées ensembles. Contrairement au contreplaqué, le sens des fibres est uniforme. Les dimensions des panneaux peuvent atteindre plus de 20 m de long

KERTO : Nom commercial du **LVL** produit par **MetsäWood**.

MHM : Massiv Holz Mauer (Mur en bois massif, en Allemand). Procédé breveté de fabrication de murs en bois conçu par la firme Allemande **Hundegger**, qui fabrique les machines nécessaires à la fabrication de ces murs.

X-Lam : Cross Laminated : panneau de bois massif contrecollé

Sources

- **Abibois** : Réseau des professionnels du bois en Bretagne
<http://www.abibois.com>
- **Batibois** : Fédération de l'Industrie Bois Construction
<http://www.batibois.org>
- **BinderHolz Bausysteme** : Fabricant Autrichien de panneaux de bois massif contrecollés **BBS** :
<http://www.binderholz.com/fr/home.html>
- **Bois.com** : Site grand public de référence sur le bois
<http://www.bois.com>
- **Brettstapel** : site de promotion de la technologie du **BMR-T** :
<http://www.brettstapel.org/Brettstapel/Home.html>
- **CRIT** : Centre de Ressources et d'Informations Techniques des écoles d'architecture de Nancy et de Stasbourg :
<http://www.crit.archi.fr/>
- **CNDB** : Comité National pour le Développement du Bois :
<http://www.bois-construction.org/>
- **ENSTIB** : Rapport d'étudiants « Marché des murs et planchers en planches assemblées mécaniquement » par Arnaud CHAMBON, Olivier-Charles GANZER, Pierre-Antoine GROUT et Etienne MANGIN, en Juin 2011
- **Hundegger** : fabricant Allemand de machines à bois, et centre d'usinage numérique, utilisés pour fabriquer les murs **MHM**, entre autres :
<http://www.hundegger.de/fr/construction-mecanique/produits/massiv-holz-mauer.html>
- **HMS Bausysteme** : Fabricant Belge de panneaux contrecollés
<http://www.hms-systeme.eu/>
- **KLH** : Kreuz Lagen Holz : fabricant Allemand de panneaux de bois massif contrecollés **KLH** :
<http://www.klh.at/fr.html>
- **Mayr Melnhof Kaufmann** : fabricant autrichien de panneaux contrecollés
<http://www.mm-kaufmann.com>
- **Ministère de l'Economie des finances et de l'Industrie** : Marché actuel des nouveaux produits issus du bois à échéance 2020
<http://www.industrie.gouv.fr/p3e/etudes-prospectives/bois/>
- **MHM (Massiv Holz Mauer)** : Filiale de l'entreprise **Hundegger**
<http://www.massivholzmauer.de>
- **Nexity** : programme Ywood de constructions tertiaires à base de panneaux en **BMR** :
<http://www.nexity.fr/fr/accesdirect/entreprises/ywood>
- **Sohm HolzBautechnik** : Fabricant autrichien des panneaux en bois massif tourillonné :
<http://en.sohm-holzbau.at>
- **Thoma Holz** : fabricant Autrichien de panneaux de bois tourillonnés
<http://www.thoma.at>
- **Tschopp Holzbau** : Fabricant Suisse de panneaux **BMR-T** :
<http://www.tschopp-holzbau.ch>
- **Wikipedia** : Pour un article sur le Brettstapel, ou **BMR-T** :
<http://en.wikipedia.org/wiki/Brettstapel>

Table des illustrations

Figure 1 : Construction en panneaux de bois massif (source KLH)	1
Figure 2 : Planche rainurée (source Hundegger).....	7
Figure 3 : Assembleur de murs (source Hundegger).....	8
Figure 4 : Centre d'usinage Hundegger PBA (source Hundegger).....	8
Figure 5 : Mur MHM avec des clous disposés en diagonale pour augmenter la résistance (Source Hundegger) ..	9
Figure 6 : Panneau T-Board de la société MHP (Source MHP)	9
Figure 7 Panneau BMT (Source Bois & Futur)	10
Figure 8 : Panneau acoustique BMR-T (source Tschopp HolzBau).....	10
Figure 9 Schéma de principe d'un panneau Thoma Holz 100 (Source : Rapport d'étudiants de l'ENSTIB)	11
Figure 10 Panneau Thoma Holz 100 (Source www.buchner-bau.de)	11
Figure 11 : Installation d'un panneau KLH (source KLH)	12
Figure 12 Soudage par friction (Source : Rapport d'étudiants de l'ENSTIB)	13
Figure 13 Maison individuelle en MHM (Source €co2Murs).....	14
Figure 14 Chantier Woodeum à Conflans Ste-Honorine en BMR-T (Photo JFP)	15
Figure 15 Bâtiments de 4 et 5 étages de logement social en KLH (Source bois.com).....	15
Figure 16 Siège de Millet Menuiseries en LENO (Source Magazine wOOD n°2 de MetsäWood)	16
Figure 17 Loggias en Leno à Bondy (Source MetsäWood)	16
Figure 18 : Répartition des fabricants, filiales de distribution et importateurs sur le territoire Français.....	17