

POUTRES EN I

QUAND L'ÉCONOMIE DE MATIÈRE OFFRE DE MULTIPLÉS AVANTAGES

TEXTE : PHILIPPE HEITZ
PHOTOS ET ILLUSTRATIONS : PHILIPPE
HEITZ/AQC, POUTRE-EN-I.COM, STEICO

Avec leurs deux membrures en bois et leur âme de bois ou de métal, les poutres en I économisent la matière, à performances mécaniques équivalentes à celles des poutres pleines. Le point sur la fabrication, les usages et les performances de cet élément de structure remarquablement efficace.



Photo ©poutre-en-i.com

Les poutres en I de cette toiture-terrasse prennent appui sur une muralière en bois fixée sur la maçonnerie.

Comme leurs cousines les poutres métalliques IPN et IPE, les poutres en I à base de bois et dérivés de bois présentent une section en I majuscule, d'où leur nom. Développées dans les années 70-80 sur le continent nord-américain, qui reste encore leur premier marché mondial, elles y sont majoritairement employées pour la réalisation de planchers bas. Partageant cette même culture constructive des planchers en bois sur maçonnerie, le Royaume-Uni est le premier marché européen de la poutre en I. « Sur le continent européen, précise Jacques Knepfler, directeur de Steico France, la poutre en I répond également au marché de la performance énergétique et des maisons à ossature bois, notamment pour les maisons passives qui ont besoin d'épaisseur des parois. Par exemple, elle est très adaptée à l'insufflation d'isolants en vrac, et pour l'isolation en bottes de paille qui demande 360 mm d'épaisseur. Avec des poutres en I en chevrons et murs porteurs, isolés en fibre de bois, on a une solution 100 % biosourcée et 100 % bois. La France est un petit marché, où le produit se développe pour ses avantages d'optimisation des chutes, de manutention et de performance énergétique. »

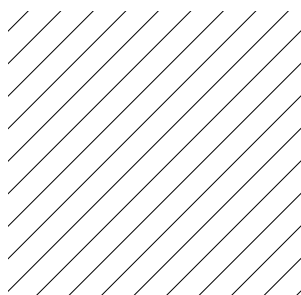
Pour Manuel Burlat, responsable des certifications bois construction de l'Institut Technologique FCBA (Forêt cellulose bois-construction), « sur le marché français, la poutre en I est surtout employée en plancher haut et chevrons, et de plus en plus en toitures-terrasses parce qu'elle affiche un excellent rapport poids/performance. Mais en France, la poutre en bois n'est pas le premier réflexe des prescripteurs, c'est culturel. »

En France en 2014, le marché de la poutre en I atteignait 1,2 millions de mètres linéaires, selon Apibois, le syndicat des industries de la poutre en I à base de bois.

La matière là où il y en a besoin

Pour Manuel Burlat, « le premier avantage de la poutre en I, c'est de mettre la matière là où on en a besoin. Le gros des efforts passe par les fibres externes, et l'âme amène l'inertie nécessaire. La poutre en I est comme l'exosquelette d'une poutre. Sa légèreté la rend portable manuellement, même pour une portée de 6 mètres. C'est très intéressant pour les travaux de rénovation ou en hauteur, ou d'accès difficile. Moins de poids dans le système constructif, un dimensionnement optimisé, un procédé bien adapté aux surélévations, aux aménagements de combles. Second avantage : après vérification par le calcul, l'âme peut être perforée pour le passage des gaines électriques, de la ventilation... Ce système constructif présente un comportement très intéressant face au risque sismique. Enfin, on transforme plus facilement un plancher bois qu'une dalle béton, ce qui permet l'évolution du bâtiment. Et en fin de vie, la poutre en I est recyclable. »

À performances mécaniques en flexion et compression égales aux poutres en bois massives, les poutres en I pèsent trois fois moins lourd. « Le facteur limitant du chargement des camions n'est plus le poids, mais le volume », constate Jacques Knepfler. L'encombrement des colis est en outre fortement réduit par l'emboîtement facile des poutres les unes dans les autres. Enlever de la matière et utiliser des matériaux au taux d'humidité de 8 à 12 % (stabilisé par le process industriel)



apporte également, par rapport au bois massif, une réduction jusqu'à 90 % des variations de dimensions en cas de fortes variations hygrothermiques.

Des produits variés pour divers usages

Les poutres en I présentent une grande diversité de constitutions. L'âme peut être en bois massif, réunissant deux semelles en bois massif ou en bois lamellé (lamibois ou LVL) (1). Esthétiques, ces poutres peuvent rester apparentes. L'âme peut être en panneaux dérivés du bois : OSB ou fibres dures à très forte densité (hard board, 900 kg/m³), obtenues sans colle par process humide sous haute pression. Les membrures sont alors en lamibois ou en bois massif. Le lamibois (LVL) permet de réduire la section par rapport au bois massif.

Alors que les âmes à base de bois sont collées, les âmes métalliques, en tôle d'acier ondulée, sont assemblées aux semelles bois par compression. Ces dernières sont en bois massif, en lamibois ou en bois massif reconstitué (BMR). Les poutres à âme métallique visent le marché de la panne.

Produits industriels composites, les poutres en I se déclinent en gammes étendues offrant une adéquation fine aux besoins dimensionnels du chantier. Par exemple, la gamme de poutres en I pour solives et chevrons *STEICOjoist* permet des retombées de 200 à 500 mm pour des longueurs de 7 à 16 m. De quoi faire de bonnes enveloppes isolées et d'élégants franchissements !

Leurs domaines d'usage sont les planchers, bas et hauts, les toitures en chevron, panne et toiture-terrasse et les murs. Les poutres en I ne sont pas adaptées aux structures soumises aux intempéries (poteau de préau d'école par exemple). Les planchers sur vide sanitaire ou de pièces humides, ainsi que les toitures-terrasses, doivent être conçus avec études spécifiques d'étanchéité et de ventilation.

Prescription feu, acoustique et thermique

Clairement, les poutres en I seules sont toutes inflammables et combustibles. Par exemple, les matériaux utilisés pour les poutres des gammes *STEICO* sont certifiés en Euroclasse D-s2,d0 pour la réaction au feu. C'est par l'association au sein d'un système constructif avec isolants et parement protecteur qu'il est possible d'atteindre une résistance au feu prescrite. Ainsi, un système de toiture avec poutre en I, isolation en fibre de bois et plaques de plâtre résiste au feu entre 30 et 90 min selon l'épaisseur et la nature du parement plâtre (classement REI30 à REI90).

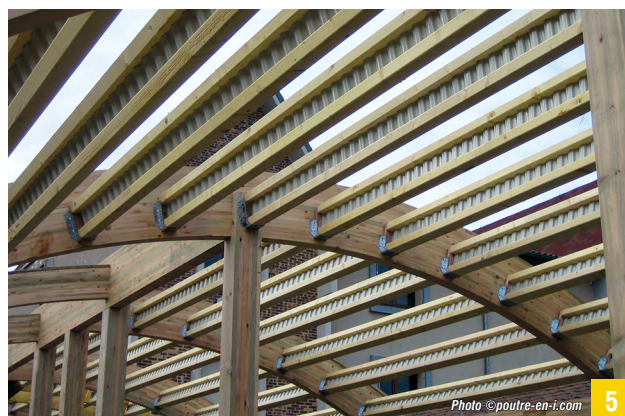
L'affaiblissement acoustique des bruits d'impact sur un plancher demande en général de poser des résilients acoustiques en écran entre le support du revêtement de sol et les solives. Pour traiter les bruits aériens, l'efficacité vient de la réalisation d'un complexe masse-ressort-masse associant deux écrans massiques (plaque de plâtre, contreplaqué, etc.) avec un isolant fibreux pris en sandwich (2).

La géométrie de la poutre en I apporte un gain sur le coefficient U de transmission thermique de 10 à 15 % par rapport au bois massif de mêmes

- (1) Le lamibois, ou LVL pour Laminated veneer lumber, est constitué de couches de placage de bois à fibres orientées en général parallèles, parfois à plis croisés.
- (2) Lire l'article « Les solutions acoustiques dans la construction bois », publié dans le n° 149 de Qualité Construction (mars-avril 2015).



▲ 1 Toiture-terrasse en poutres en I fixées par connecteurs métalliques. Membrures bois massif aboutés et âme OSB. 2 À performances mécaniques égales, une poutre en I est trois fois plus légère qu'en bois massif.



▲ 3 Ossature bois combinant lamibois et poutres en I. 4 Esthétiques, les poutres en I avec âme et membrures en bois massif peuvent rester apparentes. 5 Pannes en poutres en I avec âme métallique entre cintres en lamellé-collé.

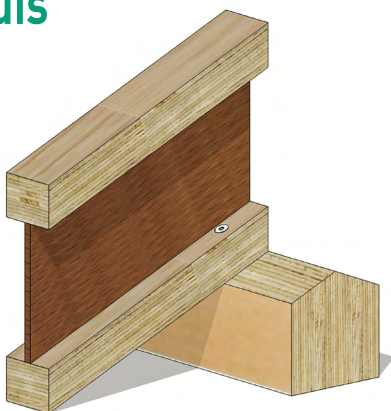
“Sur le continent européen, la poutre en I répond au marché de la performance énergétique et des maisons à ossature bois, notamment pour les maisons passives qui ont besoin d'épaisseur des parois”

ILLUSTRATION N° 1

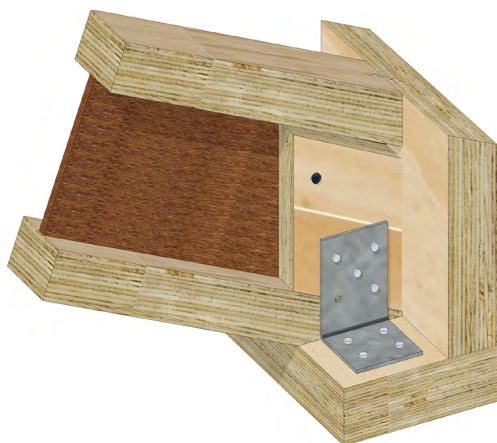
Exemples de mises en œuvre

Appuis

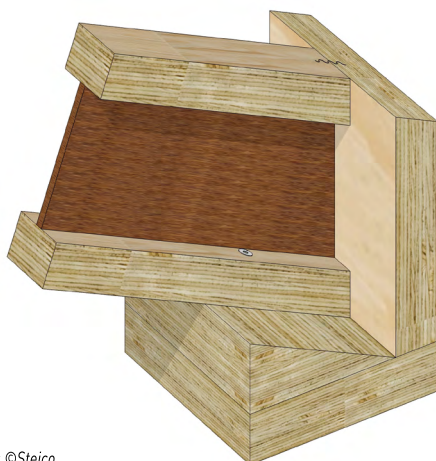
1



2



3



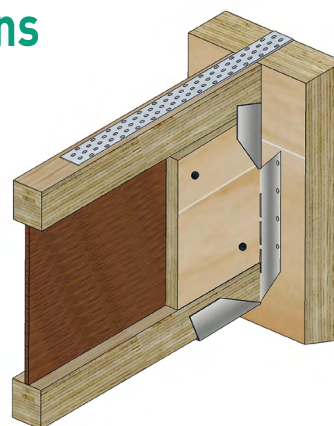
Illustrations ©Steico

1 Poutre en I avec membrures LVL et âme fibre de bois haute densité en appui sur faitière délardée. L'assemblage doit être fait des deux côtés de la poutre, au travers de la membrure basse par vis à bois, pointe lisse ou crantée ou agrafe, selon les recommandations du fabricant de poutres en I.

2 et 3 Appui de chevron sur sablière en LVL. Un renfort d'âme est rendu nécessaire pour fixer l'équerre d'ancrage sur la coupe braise de la membrure inférieure (voir photo n° 2). L'alternative est un appui sans coupe de la membrure inférieure, sur une sablière délardée (voir photo n° 3).

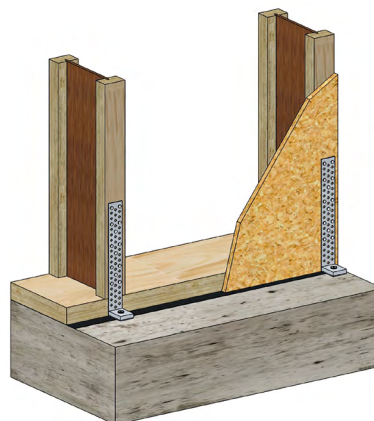
Fixations

4

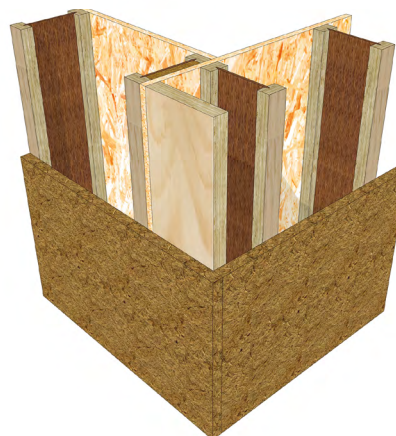


Murs à ossature bois

5



6



4 Fixation au faitage avec étrier métallique. Un feuilard métallique renforce l'assemblage.

5 Jonction sur dalle béton. La lisse basse en LVL repose sur une membrane anti-capillarité. Ancrage sur la dalle et assemblage des éléments bois par connecteurs métalliques.

6 Ossature combinant poutres en I et lamibois. Panneau de particules intérieur contreventant et fermé à la vapeur. Panneau extérieur en fibre de bois ouvert à la vapeur.



Photo ©2018 – Philippe Heitz – AOC

La toiture de cette maison passive est réalisée avec des poutres en I STEICOjoist en chevrons porteurs. Contreventés par-dessus par des panneaux de fibre de bois denses et ouverts à la vapeur Agepan DWD, avec un frein-vapeur hygrovariable Intello (de Proclima) par-dessous, ils formeront une toiture isolée par 400 mm de ouate de carton Novidem (Idem), porteuse d'une végétalisation sur étanchéité EPDM.

performances mécaniques, par réduction des déperditions linéiques. Mais le principal atout de la poutre en I est bien la facilité pour construire des plenums importants permettant d'obtenir des couches isolantes épaisses, performantes phoniquement et thermiquement. Idéal pour faire des structures à la fois porteuses et capables de loger la quarantaine de centimètres d'épaisseur d'isolant, courante en bâtiment passif.

Des produits encadrés et certifiés

Les fabricants de poutres en I ont créé en 2001 le syndicat des industriels de la poutre en I à base de bois, Apibois, avec pour mission de caractériser les différents systèmes et de progresser vers leur normalisation européenne [3]. Apibois est membre de l'UICB, l'Union des industriels constructeurs bois. Les règles communes de conception, de calcul et de mise en œuvre et d'utilisation des planchers et toitures en poutres en I à base de bois ont été publiées en janvier 2016 par le CSTB sous la forme d'un Cahier de Prescriptions Techniques (CPT) *Planchers et toitures en poutres en I à base de bois* [4]. Ces règles minimales ne s'appliquent en France qu'aux produits disposant

“Les différents modèles de poutre en I font l'objet de Fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) réalisées par FCBA”

d'un Avis Technique (ATec) ou d'un Document Technique d'Application (DTA). Les poutres en I peuvent aussi obtenir un Agrément Technique Européen (ATE) ou un Document d'Évaluation Européen (DEE). Revers de la médaille : le coût d'obtention des Avis Techniques entraîne la disparition progressive de la fabrication des poutres en I par les artisans et petits industriels.

Les fabricants peuvent en plus compléter ces documents nationaux ou européens par une démarche volontaire de certification CTB-PI, signe de qualité qui atteste auprès des prescripteurs et des utilisateurs de la conformité aux règles de conception et de mise en œuvre [5]. Les contrôles effectués par FCBA, qui gère la marque CTB-PI, portent sur les caractéristiques mécaniques, la qualité et la durabilité des bois, la qualité de l'âme, des collages et des aboutages, la conformité aux spécifications des ATE. Une mention complémentaire FC peut être ajoutée si les bois proviennent de forêts gérées durablement (certifications PEFC ou FSC). Les différents modèles de poutre en I font en outre l'objet de Fiches de déclaration environnementale et sanitaire (FDES) réalisées par FCBA. ■

[3] Voir le site www.poutre-en-i.com, qui regroupe de nombreux documents pour la conception et la mise en œuvre des poutres en I, notamment des fiches techniques.

[4] Le Cahier n° 3768 est téléchargeable sur www.poutre-en-i.com.

[5] Voir la présentation de la certification CTB-PI et la liste des fabricants certifiés à l'adresse suivante <https://ctb-structures.fr/poutres-en-i/presentation>.