

## Sommaire

1. Les risques d'humidité
2. Notions générales pour isoler une toiture
3. Cas de figures proposés dans le cadre de Compétences bois
4. Lexique franco-belge
5. Cadre réglementaire
6. Liens de référence

Cette fiche technique n°4 concerne l'isolation des toitures inclinées en rénovation et les différents critères à respecter pour réussir une rénovation thermique en toiture.

Les formations Compétences Bois visent à répondre aux besoins techniques des professionnels de la filière bois construction, et à proposer des formations pratiques dispensées par des professionnels dans les centres de formations partenaires au projet.

Lors des formations, les participants suivent des cours théoriques, mais aussi pratiques. Ils sont mis face à des études de cas concrets, permettant d'illustrer de manière technique et détaillée les bonnes pratiques.

Si les réglementations en la matière fixent un cadre différent en France et en Belgique, les pratiques professionnelles n'en restent pas moins diversifiées, innovantes et en renouvellement continu pour chacune des régions. C'est pourquoi l'objectif commun des partenaires est de faire valoir ces pratiques de mises en œuvres exemplaires, et de viser la performance énergétique maximale selon les standards BBC, RT 2012 pour la France, PEB pour la Belgique ou encore en abordant le concept de la maison passive « standard » plus européen.

Pour atteindre des bâtiments performants (basse consommation d'énergie, ou énergie positive), il est important d'être prudent pour ne pas risquer de créer des pathologies auparavant inexistantes, liées à la mauvaise gestion de l'humidité.



Projet cofinancé par l'Union Européenne. L'Europe s'engage avec le Fonds européen de développement régional.

Interreg efface les frontières  
Interreg doet grenzen vervagen  
INTERREG IV

France • Wallonie • Vlaanderen



## 1. Les risques d'humidité

Il est impératif de régler tout problème d'humidité, avant de commencer des travaux d'isolation ! L'isolation peut générer ou aggraver les effets de certains ponts thermiques. Elle peut également créer des dégâts importants (d'ordre structurel) dans le bâtiment si certaines règles de base ne sont pas respectées.

### Condensation en sous-toiture



Source CSTC

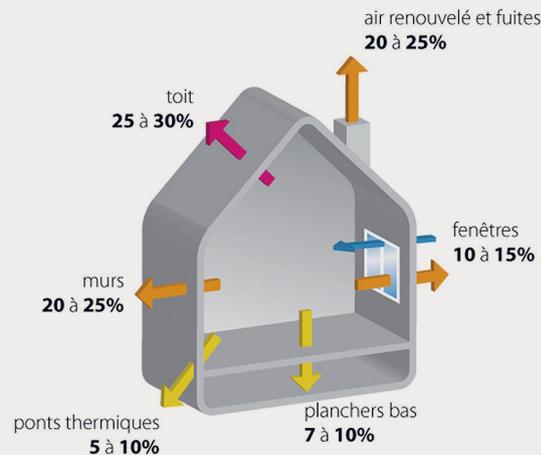
### Les sources d'humidité sont reprises ci-dessous en 3 catégories

1. Les sources liées aux conditions extérieures : tuiles poreuses ou fissurées autour des châssis, des faîtes de toit, des percements pour les conduits de cheminées, etc.  
Infiltrations d'eau par défaut de sous-toiture notamment : par manque de sous-toiture ou de sous-toiture défectueuse, par les fissures, etc.
2. Les sources liées au climat intérieur : lors des travaux de rénovation, il faut veiller à laisser sécher les structures en bois avant de les fermer avec des freins vapeur ou de l'isolation. Beaucoup de matériaux contiennent eux aussi une certaine quantité d'eau (l'enduit à l'argile, le béton, le plafonnage, etc.) et le climat général laisse apparaître un degré d'humidité important.
3. Les sources liées aux usagers : chaque personne émet de la vapeur d'eau. La salle de bain et la cuisine sont aussi des lieux générateurs d'humidité (voir fiche n°1).

## 2. Notions générales pour isoler une toiture

Dans une maison mitoyenne « standard », les déperditions de chaleur dues à la toiture non isolée représentent près de 30 % des déperditions totales de la maison. Les travaux d'isolation de la toiture sont parmi les premiers investissements les plus rentables et les plus justifiés !

### Déperditions thermiques des parois



Source L'ADEME

Avant tout travaux d'isolation, veillez au bon état de vos tuiles, à la présence d'une sous-toiture ouverte à la diffusion de vapeur d'eau, et que le bois de charpente soit sain et sec.

La charpente doit également pouvoir supporter le poids des matériaux de rénovation.

Pour réaliser une isolation efficace, il est indispensable de respecter diverses étanchéités :

- l'étanchéité à l'eau et au vent par la sous-toiture (extérieur),
- l'étanchéité à l'air et à la vapeur d'eau (frein ou pare vapeur par l'intérieur).

#### L'étanchéité à l'eau

L'étanchéité à l'eau est assurée par la couverture (tuiles) mais également par la sous-toiture.

Pour cela, il faut veiller à ce que la sous-toiture, quels que soient les matériaux employés, soit parfaitement étanche. Il est vivement conseillé de placer une sous-toiture ouverte à la diffusion de vapeur d'eau !

#### L'étanchéité au vent

Elle est réalisée par la sous-toiture. Les raccords entre les plaques, les membranes, et tous les percements doivent être parfaitement étanches, de sorte que le vent ne puisse pas s'infiltrer, car cela diminuerait les performances de l'isolant.

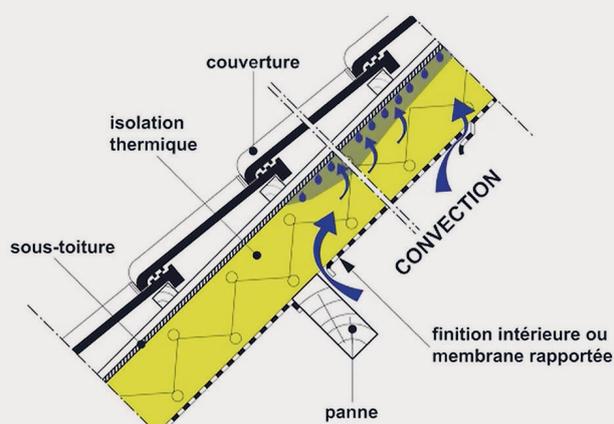
#### L'étanchéité à l'air

Il est essentiel de placer une étanchéité à l'air afin de protéger l'isolant. Elle doit être placée du côté chaud de l'isolant, c'est-à-dire du côté intérieur de la maison et ce de manière parfaitement continue. Cette étanchéité à l'air assure un double rôle :

- protéger l'isolant en limitant les flux de vapeur,
- protéger l'isolant en limitant les flux d'air.

Des défauts d'étanchéité à l'air peuvent occasionner des dégâts importants, des convections d'air humide peuvent engendrer de fortes condensations dans la structure.

### Risques de condensation en toiture



Source CSTC

### Le confort d'hiver

En hiver, le confort thermique dans une habitation se ressent lorsque la température est stable et qu'il n'y a pas plus de 2° à 3° de différence entre la température interne et la température des parois.

### Le confort d'été

En été, le confort thermique se ressent lorsque que la température intérieure varie très peu malgré la surchauffe extérieure. Une isolation bien conçue participe à la lutte contre la surchauffe.

### Points d'attention

Les fenêtres de toit bien orientées au sud permettent de bénéficier des apports solaires en hiver. En revanche, en été, il faudra les équiper de stores solaires extérieurs pour éviter la surchauffe.

### À retenir

Afin de prévenir les problèmes de condensation, il faut :

1. Avoir une sous-toiture ouverte à la vapeur d'eau.
2. Assurer une étanchéité à l'air intérieure suffisamment étanche à l'air et à la vapeur d'eau.
3. Remplir entièrement d'isolation l'espace situé entre la sous-toiture et la barrière d'étanchéité (ne laisser aucune lame d'air).
4. Concevoir un complexe de toiture de façon à ce que les couches qui la composent aient une résistance à la diffusion de vapeur décroissante de l'intérieur vers l'extérieur. La sous-toiture doit être au moins 6 fois plus ouverte à la diffusion de vapeur d'eau que la barrière d'étanchéité à l'air intérieure.
5. Favoriser l'emploi de membranes d'étanchéité à l'air dites « frein vapeur », ce qui augmente la capacité de séchage de la structure.

### 3. Cas de figures proposés dans le cadre de Compétences Bois

Une formation sur le thème de l'isolation des toitures en rénovation a été mise en place au centre de formation Elea. Trois cas de figures sont développés sur des modules de formation pour travailler les détails et les nœuds constructifs, tant en théorie qu'en pratique.

Chaque cas de figure met en évidence les raccords d'étanchéité à l'eau, d'étanchéité au vent, d'étanchéité à l'air, la continuité de l'isolant ainsi que certaines précautions à prendre.

#### Les 3 cas proposés sont :

- Isolation par l'intérieur avec une sous-toiture en fibres-ciment.
- Isolation par l'intérieur sans sous-toiture.
- Isolation entre poutres en «I».

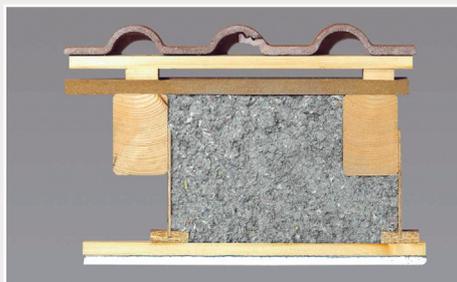
#### Chaque cas est décomposé en 3 phases :

- Le contexte de toiture à isoler, reprenant toutes les indications de la situation existante.
- Une liste reprenant l'ordre chronologique des travaux à réaliser.
- Les points d'attention particuliers à chaque cas.

### Cas de figure 1 : Isolation par l'intérieur avec une sous-toiture en fibres-ciment en fibres-ciment



Source: Alter Eco



Tés en bois

Source: Daemmraum – Sparren expander

#### Contexte

Maison mitoyenne des années 1960.

La charpente est en chevrons de 7 x 7 cm.

La sous-toiture est en fibres-ciment.

Le fenêtre de toit est en double vitrage, à conserver.

L'isolation est à réaliser par l'intérieur.

Le choix de l'isolant va influencer directement la technique. Les normes PEB imposent à ce jour une résistance thermique  $R = 4$  en toiture ( $R = e/\lambda$ ).

Ceci correspond à  $\pm 16$  cm d'isolant avec une valeur lambda de 0.039.

Dans ce cas-ci, on choisit de mettre en place une isolation de 20 cm d'épaisseur pour aller au-delà des normes actuelles. La cellulose a été choisie pour ses performances, sa mise en œuvre rapide et son très bon rapport qualité-prix.

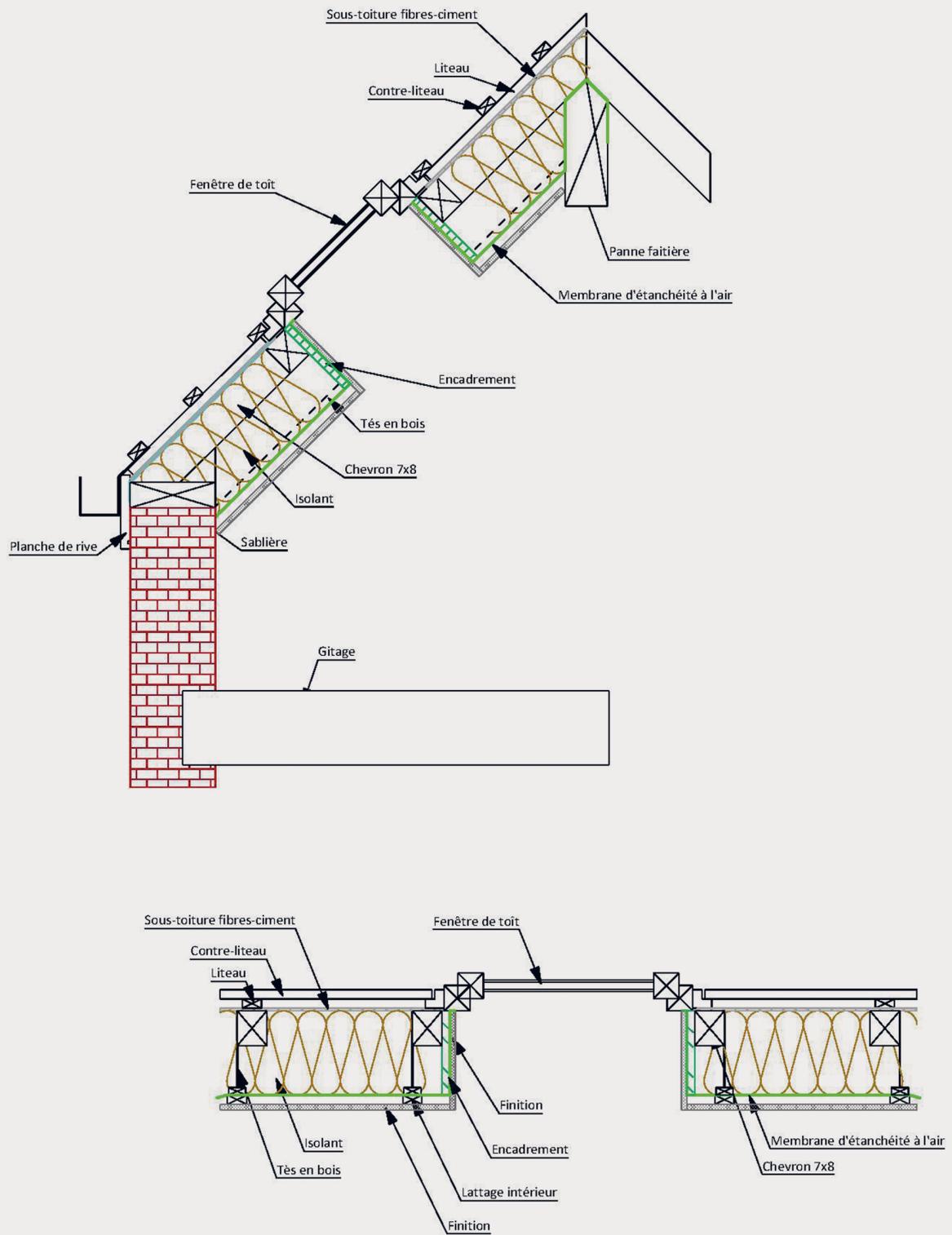
#### Étapes

1. Il est impératif de vérifier qu'il n'y ait aucune infiltration d'eau (fenêtres de toit, rives, pannes faîtières, etc.).
2. Il convient d'appréhender les différents détails de mise en œuvre (étanchéité au vent, étanchéité à l'air, déterminer l'épaisseur de la structure d'isolation, le vide technique, le parachèvement, etc.).
3. Effectuer l'étanchéité au vent par collage des bandes adhésives, aux raccords des plaques de sous-toiture en fibres-ciment.
4. Prévoir un système d'élargisseurs (tés en bois) à fixer sur les chevrons pour atteindre les 20 cm d'isolant. Et autour du châssis existant concevoir un encadrement pour la fixation du parachèvement et les jonctions d'étanchéité à l'air.
5. Placement d'une membrane frein vapeur hydrovariable pour assurer l'étanchéité à l'air de l'ensemble. Veiller à soigner les jonctions.
6. Fixation d'un lattage définissant l'espace technique pour le passage de câblages éventuels et, destiné au maintien des plaques de finition intérieure (type plaques de plâtre, lambris, etc.).
7. Pose des câblages électriques.
8. Soufflage d'isolant par un professionnel formé à cette technique.
9. Mise en œuvre des plaques de finitions.

#### Points d'attention

Il faut veiller à isoler manuellement les zones situées entre l'encadrement du châssis et les tés en bois, de même entre les pignons latéraux et les tés en bois de la toiture.

## Isolation par l'intérieur avec une sous-toiture en fibres-ciment



## Cas de figure 2 : Isolation par l'intérieur sans sous-toiture

### Contexte

Couverture récente en tuiles ± 7 ans.

Il n'y a pas de sous-toiture.

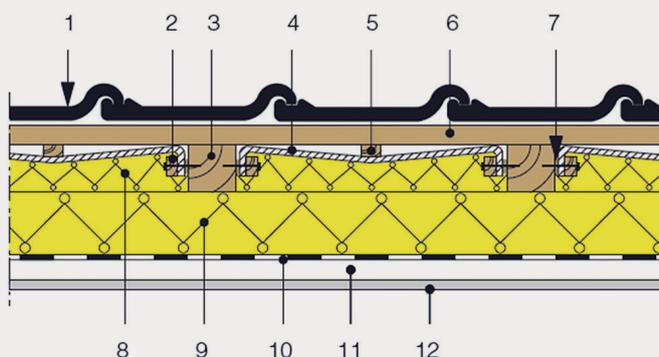
La charpente est en 6/4 x 18 cm (38 x 180 mm).

Le client désire isoler entre les voliges sans démonter les tuiles.

La fenêtre de toit en double vitrage est conservée.

### Étapes

1. Réflexion : Il est fortement déconseillé d'isoler sans sous-toiture. Lorsque le placement d'une sous-toiture ne peut être envisagé (raison budgétaire), une solution de substitution peut être envisagée par l'intérieur. Cette méthode ne garantit pas complètement l'étanchéité à l'eau, mais permet d'isoler de façon durable en respectant les principes de perspiration. Quant à la sous-toiture, elle sera réalisée dans les règles de l'art, plus tard, lors du remplacement des tuiles, et ce sans dégradation de l'isolant.
2. Réflexion sur les points de détails pour assurer une coupure thermique, une étanchéité à l'eau et au vent autour de la fenêtre de toit.
3. Placement d'une membrane (de sous-toiture de substitution) par l'intérieur.



- |                                 |                                     |
|---------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Tuile                        | 7. Joint de mastic souple           |
| 2. Latte de fixation            | 8. Isolation entre les chevrons     |
| 3. Chevron                      | 9. Isolation sous les chevrons      |
| 4. Sous-toiture de substitution | 10. Barrière à l'air et à la vapeur |
| 5. Latte en bois traité         | 11. Vide technique                  |
| 6. Liteau                       | 12. Finition intérieure             |

Source : Coupe transversale d'une toiture existante sans contre-lattes, munie a posteriori d'une isolation et d'une sous-toiture de substitution.



Source : ELEA

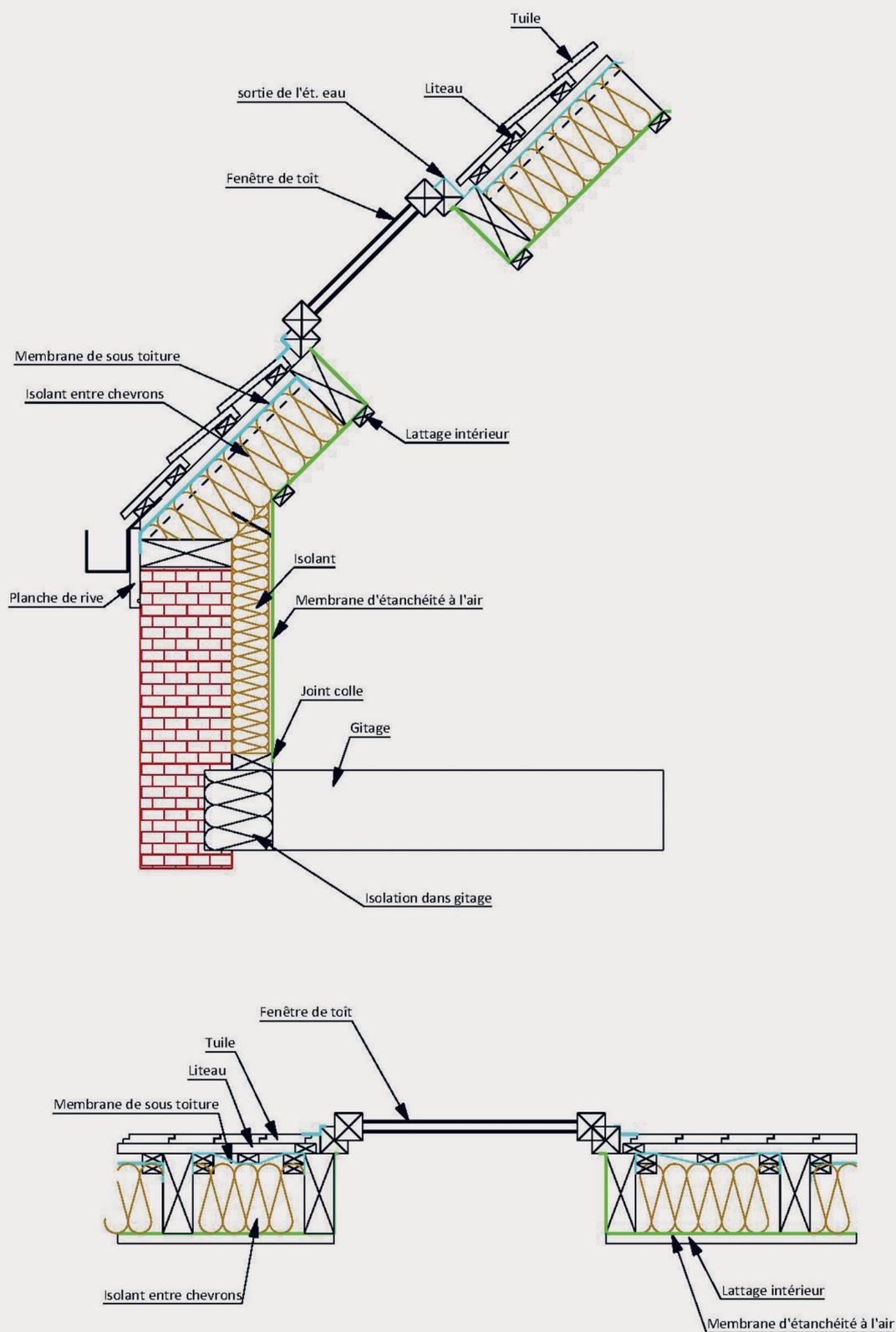
4. Placement d'un isolant souple agrafé.
5. Pose d'une étanchéité à l'air continue avec une membrane frein vapeur.
6. Fixation des lattes pour le vide technique.
8. Réalisation du parachèvement.

### Points d'attention

Il est important de ne pas fixer la membrane pare pluie aux liteaux et contre liteaux.

La membrane de sous-toiture de substitution doit conduire l'eau dans la corniche.

## Isolation par l'intérieur sans sous-toiture



## Cas de figure 3 : Isolation entre poutres en « I »

### Contexte

Nouvelle charpente réalisée en âmes minces profilées en forme de « I ».  
Pose d'une nouvelle fenêtre de toit.  
La sous-toiture est en panneaux de fibres de bois bitumé.

### Étapes

1. Pose des panneaux de fibres de bois à emboîtement sur les versants et insertion des membranes de type « sous-toiture » en pied de versant et au-dessus des fenêtres de toit pour évacuer l'eau.
2. Habillage de la fenêtre de toit avec un ruban adhésif en attente pour l'étanchéité à l'air et pose des éléments de coupures thermiques.
3. Insertion de la fenêtre dans la toiture et réalisation de l'étanchéité à l'eau (collage ou membranes).
4. Pose de l'isolation et des encadrements intérieurs autour des fenêtres.
5. Pose de l'étanchéité à l'air, raccords aux fenêtres, pignons, etc.
6. Lattage de maintien de l'isolation et du parachèvement.
7. Soufflage de l'isolant.
8. Mise en œuvre du parachèvement.

### Points d'attention

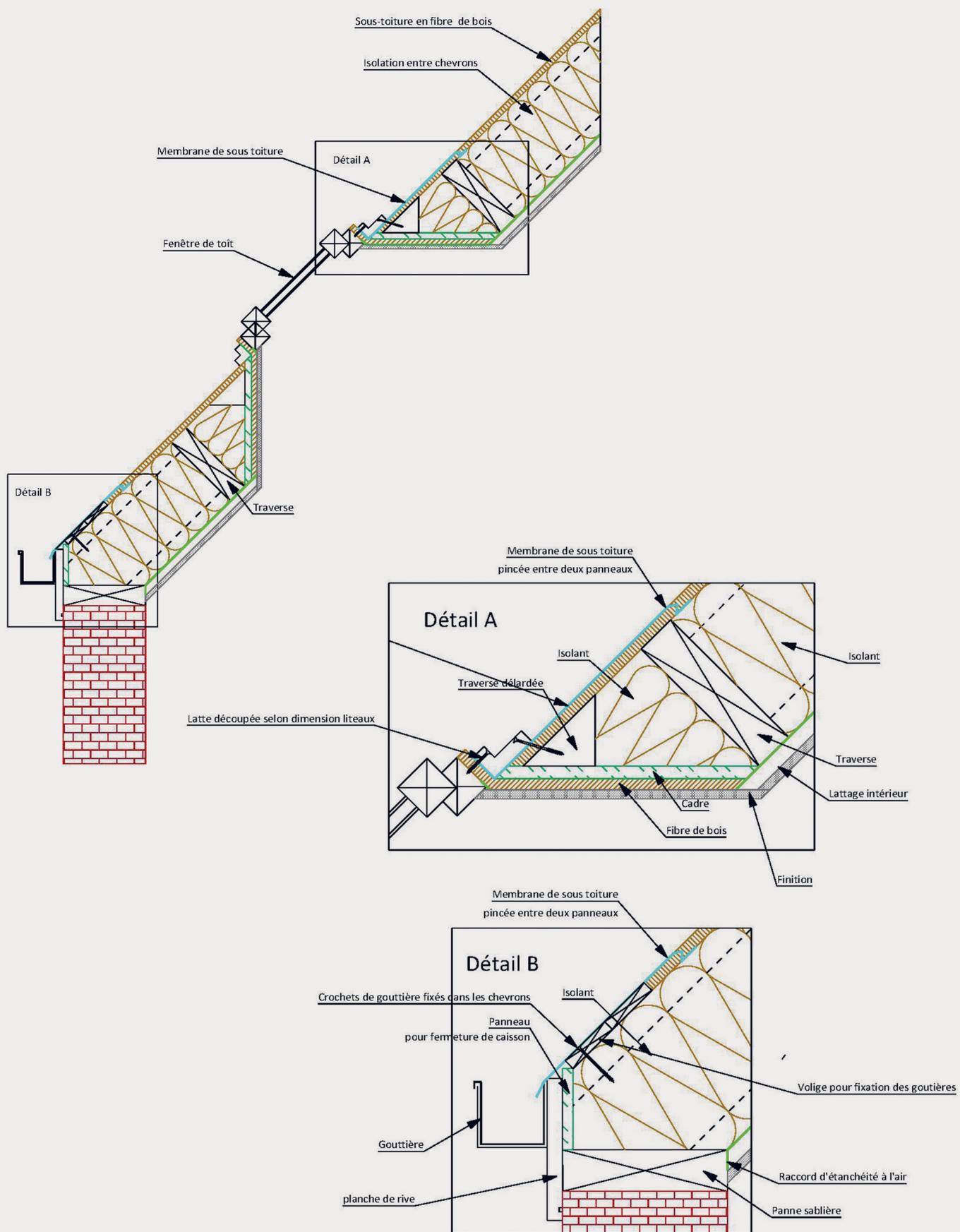
- Attention de ne pas oublier d'isoler les petits triangles qui se trouvent au-dessous et au-dessus des fenêtres.
- Les ouvertures « jour » disposées à 45° permettent une meilleure vision, procurent plus de clarté mais sont plus complexes à réaliser.
- Les profilés en « I » seront doublés de chaque côté du châssis pour reprendre les charges. Un soin particulier doit être apporté à l'isolation située entre les deux profilés juxtaposés.

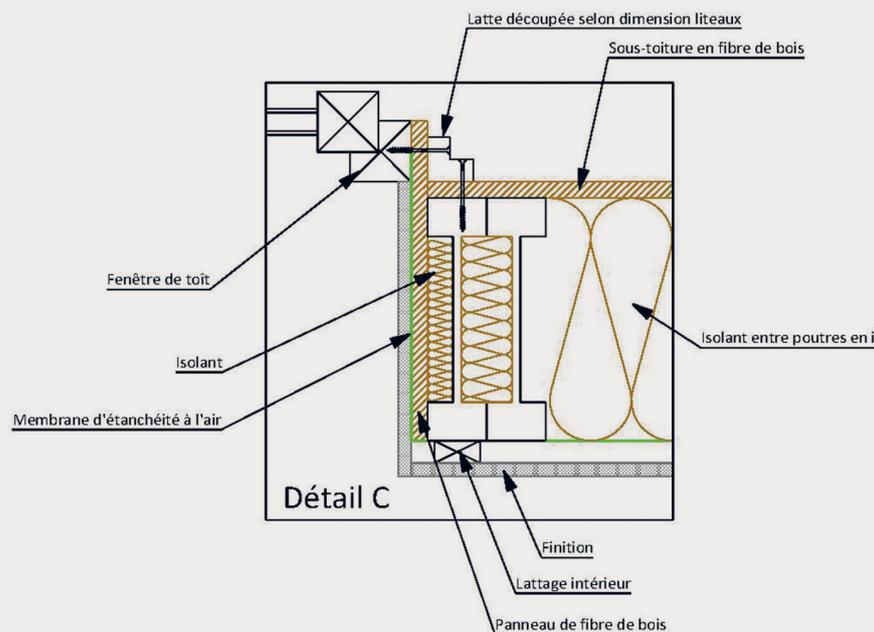


© Photo ELEA



## Isolation entre poutres en « I »





#### 4. Lexique Franco-Belge pour l'isolation

**Condensation interne :** Si de l'air chaud et humide entre dans une paroi, il y a risque de condensation à l'intérieur de celle-ci.

**Condensation superficielle :** La vapeur d'eau contenu dans l'air se condense sur une paroi froide.

**Coefficient de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau ( $\mu$ -  $\mu$ )** détermine la perméabilité d'un matériau à la vapeur d'eau.

**Coefficient de transmission thermique (U)** Le coefficient de transmission thermique d'une paroi caractérise la quantité de chaleur traversant une paroi exprimé en  $W/m^2K$ .

**Conductivité thermique ( $\lambda$ -  $\lambda$ )** caractérise l'aptitude d'un corps à conduire la chaleur. Plus la conductivité thermique d'un matériau est élevée, plus celui-ci conduit la chaleur, et donc moins il est isolant.

**DPE** Diagnostic de Performance Energétique/ Certificat Energétique.

**Frein-Vapeur ou Pare-vapeur :**

Un pare-vapeur est un film s'opposant totalement à la migration de la vapeur d'eau, généralement appliqué sur les surfaces intérieures (plafond, mur...) séparant un espace humide d'un espace où l'on souhaite éviter un phénomène de condensation.

Un frein-vapeur (ou membrane frein-vapeur) est un matériau qui régule le flux de vapeur d'eau. Ce dernier permet une meilleure gestion de l'humidité éventuellement contenue dans les parois en offrant des possibilités de séchage.

**Hygrothermie :** caractérise la température et le taux d'humidité d'une paroi ou d'un local.

**Isolant biosourcé :** Les matériaux « biosourcés » ou « biomatériaux » sont des matériaux dont la matière première est majoritairement d'origine végétale ou animale.

**Nœud constructif :** Le terme « nœuds constructifs » désigne les endroits où les parois de l'enveloppe du volume protégé se rejoignent (jonction) et les endroits où la couche isolante est interrompue localement linéairement ou ponctuellement (acrotères, fondations, raccords aux fenêtres (source : énergie+).

**Point de rosée :** Le point de rosée est la température à laquelle l'humidité d'un gaz, comme l'air, se condense pour former des gouttelettes d'eau.

**Pont thermique :** rupture dans l'isolation qui engendre des surfaces ponctuellement plus froides, ces dernières favorisant la condensation.

**Parachèvement :** exemple : finition intérieure en plaques de plâtre.

**Toiture :** on entend par toiture les éléments de couvertures exposés directement aux intempéries (tuiles, ardoises, zinc, etc.).

**Sous-toiture :** faite de panneaux ou de membranes, elle se situe entre la couverture et la charpente.

**Test d'infiltrométrie ou (Blower Door)** est un test qui permet de mesurer l'infiltration d'air, par pression ou dépression et permet de localiser les éventuelles fuites d'air.

**Ventrière ou panne :** pièces de bois horizontale en haut et à mi-hauteur de la charpente

## 5. Cadre réglementaire

### Contexte réglementaire français

Le cadre juridique s'exprime à travers des lois, des décrets et des arrêtés. Il s'agit de la documentation officielle de base. Certains arrêtés français régissent la construction bois et font office de loi, notamment pour le règlement thermique 2012, la sécurité incendie et le risque sismique.

Le cadre normatif est un cadre complémentaire du cadre juridique, et il n'est généralement pas obligatoire. Il s'agit de normes (françaises, européennes ou internationales) ainsi que de DTU (Documents Techniques Unifiés).

Les normes : Les normes fournissent des règles, des caractéristiques, des exemples de bonnes pratiques et des recommandations pour des produits, des services, des méthodes. Des normes régissent le marquage CE.

Sur les marchés publics les documents d'appels d'offre font référence aux normes.

Les DTU - Documents Technique Unifiés : Les DTU sont des règles de l'art, à disposition des professionnels de la filière bois. Leur application n'est pas réglementaire, mais leur respect conditionne l'assurabilité des entreprises à la garantie décennale (garantie de 10 ans notamment sur la solidité de l'ouvrage, assurance obligatoire pour les entrepreneurs du bâtiment). Il s'agit de consignes à respecter pour mettre convenablement en œuvre certains produits bois (par ex, le DTU 41.2 « Revêtements extérieurs en bois » énonce une série de consignes à respecter pour la bonne mise en œuvre des bardages en bois). Les DTU font référence à des normes pour la caractérisation des produits. En cas de litige, le DTU est considéré comme règle de bonne pratique et fait foi. Les normes comme les DTU sont édités par l'AFNOR (Association Française de NORmalisation)

### Contexte réglementaire belge

Le cadre réglementaire belge régit les produits à base de bois et leur mise en œuvre ; il est hiérarchisé de la manière suivante :

Pour les ouvrages et les produits, il existe des Arrêtés Royaux au niveau national ([www.ejustice.just.fgov.be](http://www.ejustice.just.fgov.be)) et des normes européennes ou/et des normes belges qui définissent les critères qui s'appliquent aux produits.

La norme reflète des règles de bonne pratique en rapport avec un produit, un service ou un processus de production. L'application des normes est rendue obligatoire par un Arrêté Royal, une loi, ou si elle est renseignée dans un Cahier Spécial des Charges ou un document contractuel. En cas de litige, la norme est considérée comme règle de bonne pratique et fait foi. Les normes sont éditées par Bureau de normalisation ([www.nbn.be](http://www.nbn.be)).

Les Spécifications Techniques Unifiées (STS), publiées par le Service Public Economie, définissent les performances des ouvrages selon les règles de l'art et de la bonne maîtrise. Ces documents sont surtout destinés aux prescripteurs et concepteurs. Elles constituent une sorte de cahier spécial relatif à l'emploi correct des matériaux bois et dérivés dans la construction publique. Leur application est rendue obligatoire lorsque la STS est renseignée dans un Cahier Spécial des Charges ou un document contractuel (comme c'est souvent le cas en marché public). En cas de litige, la STS est considérée comme règle de bonne pratique.

Les Notes d'Information Technique (NIT), rédigées par le Centre Scientifique et Technique de la Construction, sont des directives de conception et de mise en œuvre. Il s'agit de publications à caractère scientifique visant à faire connaître les résultats des études et des recherches dans le domaine de la construction en Belgique. Les NIT sont également considérées, en cas de litige, comme les règles de bonne pratique. Elles sont disponibles au CSTC ([www.cstc.be](http://www.cstc.be)).

## 6. Ouvrages et liens de références

« Edition spéciale : l'étanchéité à l'air » ,CSTC Contact 2012/1, trimestriel n°33, réalisée par le Centre Scientifique et Technique de la Construction sur l'étanchéité à l'air. Portail de l'énergie de la Région Wallonie [www.energie.wallonie.be](http://www.energie.wallonie.be)  
Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC) <http://www.cstc.be>.  
Outil didactique « Isolation thermique des bâtiments » du CIFIUL (Université de Liège).  
« L'humidité dans les bâtiments » septembre 2011 par Clément Carpentier (Enertech).  
Note d'Information Technique n° 251 « L'isolation thermique des toitures à versants » du Centre Scientifique et Technique de la Construction, août/2014.

### Pour info

Des primes, incitants financiers et des aides existent, renseignez-vous auprès de votre commune et dans les guichets de l'énergie.

Conception et rédaction : Eléa. Conception et réalisation graphique : Atelier Olivier Lamy, Bruxelles. Impression : Drifosett, Bruxelles



En partenariat avec :



Estelle BILLIOTTE  
10, rue Mercoeur  
F - 75011 Paris  
(bâtiment C, 2<sup>ème</sup> étage)  
T +33 (0)3 20 19 06 81  
F +33 (0)32 20 19 06 82  
[e.billiotte@cndb.org](mailto:e.billiotte@cndb.org)  
[www.cndb.org](http://www.cndb.org)



Gildas DELATTRE  
Rue de la Martinoire, 80  
B - 7700 Mouscron  
T +32 (0)56 84 48 92  
F +32 (0)56 84 51 90  
[formation@lanaturemamaison.be](mailto:formation@lanaturemamaison.be)  
[www.lanaturemamaison.be](http://www.lanaturemamaison.be)



Olivia PICARD  
Rue Royale, 163  
B - 1210 Bruxelles  
T +32 (0)2 219 27 43  
F +32 (0)2 219 51 39  
[o.picard@houtinfo Bois.be](mailto:o.picard@houtinfo Bois.be)  
[www.houtinfo Bois.be](http://www.houtinfo Bois.be)



Aurore LEBLANC  
Rue Nanon, 98  
B - 5020 Namur  
T +32 (0)81 390 646  
F +32 (0)81 390 649  
[al@lignebois.be](mailto:al@lignebois.be)  
[www.lignebois.be](http://www.lignebois.be)



Hélène BROQUET  
56, rue du Vivier  
F - 80 000 Amiens  
T +33 (0)3 22 89 38 52  
F +33 (0)3 22 89 36 41  
[helene.broquet@nord-picardie-bois.com](mailto:helene.broquet@nord-picardie-bois.com)  
[www.nord-picardie-bois.com](http://www.nord-picardie-bois.com)