



Je construis en

BOIS LOCAL

référentiel





édito

Engagés depuis 2010 autour du développement de la filière forêt-bois local, la communauté de communes Sauer-Pechelbronn et le Parc naturel régional des Vosges du Nord, en lien avec l'interprofession bois, ont choisi l'action pour promouvoir cette filière : construction d'un bâtiment démonstrateur en bois local, d'un bâtiment d'activité dédié à la seconde transformation des bois*, accompagnement de l'association de professionnels de la première et la seconde transformation des bois Synergie Bois Local (SYMBOL)... etc.

« Construisons ensemble en bois local pour réenchanter notre façon d'habiter le territoire ! »

La charte forestière de territoire portée par le Parc Naturel Régional des Vosges du Nord et lancée en février 2019, fixe désormais une stratégie de développement de la filière sur ce territoire et se dote d'un plan global d'actions. Sa stratégie : passer par l'économie pour une forêt plus naturelle.

L'utilisation de nos essences forestières dans la construction apporte une réelle plus-value à la ressource et au territoire et représente un des piliers majeurs du développement de la filière.

Si sur le papier, cet objectif paraît logique et réaliste, dans les faits, il en est tout autre : méconnaissance de la ressource, habitudes de travail des entreprises de seconde transformation du bois avec des produits bois techniques importés, perte de liens entre concepteurs de bâtiments et transformateurs de bois, règles des marchés publics difficiles à adapter pour obtenir une provenance locale des bois... Autant de barrières qu'il semble de prime abord difficile à lever.

Pourtant, face à une demande croissante de « produire local », de filières courtes et de valorisation des richesses locales, il apparaît important de disposer d'un outil pour faciliter la construction en bois local.

Maîtres d'ouvrages publics ou privés, professionnels du bois, architectes, programmistes... ce guide va dans ce sens et est fait pour vous.

Si vous hésitez encore, il finira de vous convaincre pourquoi construire en bois local. Si vous êtes déjà convaincu, il vous fera connaître les palettes d'utilisation du bois local et vous aiguillera dans vos projets de construction en bois local.

✕ AVERTISSEMENT

Le périmètre d'étude pour décrire la ressource forestière est celui de la charte forestière de territoire élaborée par le Parc naturel régional des Vosges du Nord. Il comporte le périmètre du Parc naturel régional des Vosges du Nord étendu (englobant la globalité du territoire des communautés de communes membres) ainsi que la communauté d'agglomération de Haguenau dont la forêt de Haguenau.

*Actions inscrites dans le cadre d'un pôle d'excellence rurale et du programme 100 constructions publiques en bois local porté par la fédération nationale des communes forestières.

sommaire

- 6-7** A QUI S'ADRESSE CE LIVRE ?
- 8-11** POUR BIEN SE LANCER
- 12-15** QUELQUES BÂTIMENTS « BOIS LOCAL » DANS LE GRAND EST
- 16-17** L'ÉVOLUTION DES CONSTRUCTIONS EN BOIS EN ALSACE
- 18-19** POURQUOI CONSTRUIRE EN BOIS AU XXI^E SIÈCLE
- 20-21** POURQUOI EN BOIS LOCAL ?
- 22-23** OÙ UTILISER LE BOIS LOCAL DANS SA CONSTRUCTION
- 24-25** UNE FORÊT RÉGIONALE DIVERSIFIÉE
- 26-27** RESSOURCE FORESTIÈRE LOCALE
- 28-29** QUEL BOIS POUR QUEL USAGE ?
- 30-31** LES SCIERIES LOCALES
- 32-33** VERS DE NOUVEAUX ÉLÉMENTS DE SYSTÈMES CONSTRUCTIFS INNOVANTS

● CATALOGUE DE SYSTÈMES CONSTRUCTIFS VALORISANT LE BOIS LOCAL

- **34-35** Sommaire catalogue
- **36-37** Préambule
- **38-39** Précisions sur les solutions constructives présentées
- **40-49** Murs extérieurs
- **50-57** Murs manteaux (extérieurs)
- **58-65** Charpente
- **66-73** Plancher non accessible
- **74-77** Plancher accessible
- **78-81** Terrasse non accessible
- **82-85** Terrasse accessible
- **86-91** Plancher bas
- **92-97** Plancher bas EN I
- **98-101** Mur refend



A qui s'adresse ce livre ?

A tous, particulier, promoteur, collectivité, prescripteur, entreprise, et architecte pour faire de la filière forêt-bois un atout pour la Région Grand Est !

En 2015, « le déficit commercial de la filière forêt-bois représentait 10 % du déficit total de notre balance commerciale*, soit environ 6 milliards d'euros par an. Une telle situation résulte du choix d'un modèle économique de pays en développement... »¹ Cela car trop souvent, la valeur ajoutée sur la transformation des bois se fait dans des pays étrangers, et montre le déséquilibre entre l'exportation de bois brut et l'importation de produits transformés, comme les meubles, des bois techniques et les papiers ou cartons. De plus, la structuration de la filière bois de l'amont à l'aval est encore à optimiser. L'enjeu est d'améliorer la mobilisation de la ressource bois et sa valorisation commerciale tout en faisant progresser le fonctionnement de la filière.

A vous, particulier, promoteur, collectivité, prescripteur, entreprise et architecte de vous mobiliser pour construire avec les bois de nos forêts. Oui, les bois locaux peuvent être moteurs afin d'aider à structurer la filière amont/aval et offrir de nouveaux débouchés à nos scieurs et industriels. La ressource bois en forêt est présente, diversifiée et de qualité. Les acteurs de la filière sont prêts à vous accompagner et vous proposer des constructions durables, pour construire ensemble notre patrimoine de demain. A l'image du Vorarlberg en Autriche, notre région peut devenir, grâce au bois, un territoire d'exception porté par le design et une architecture contemporaine innovante.

Le rôle de chacun :



Particulier : Trop souvent, la maison en bois est incarnée par le chalet rustique. Dans les faits, le bois offre de grandes libertés architecturales. Ce matériau permet d'accorder enjeux économiques, choix esthétique, style de vie, et santé. Pour votre projet de maison individuelle, d'habitat en bande, d'extension ou de rénovation, le bois est source de solutions sur mesure et adaptées à votre budget.



Promoteur : Dans la construction neuve, le label E+C- permet de contribuer à la lutte contre le changement climatique. Son obtention montre votre engagement et l'excellence de vos réalisations. Dans ce cadre, votre premier allié est le bois comme matériau local qui stocke le carbone. De plus, à performance thermique égale, les enveloppes en bois sont moins épaisses et libèrent des surfaces de plancher bien utiles.



Collectivité : Le matériau bois sous toutes ses formes (structure, isolation, parements, finitions... agencement) trouve sa place dans la création ou restauration d'équipements. Chacun, maître d'ouvrage, agent d'entretien et utilisateur ayant une expérience bois, partage une double conviction : la qualité de vie et l'ambiance plus saine des espaces en bois. Ce matériau est porteur de valeurs, de bien être, assure un confort hygrothermique optimal, participe à la correction acoustique, mais mobilise aussi des raisons plus subjectives liées à l'atmosphère chaleureuse qui se dégage de cette matière naturelle.



Prescripteur : Comment maîtriser les contraintes d'un chantier de construction ou de surélévation ? En optant pour la construction en bois et en optimisant les phases de préfabrifications ! Les avantages du bois sont des temps d'exécution réduits, un chantier sec, une précision remarquable, moins de déchets et de dépenses énergétiques voire la réalisation de travaux en site occupé. Ainsi, le bois permet un renouvellement urbain facilité et une densification progressive des villes.



Entreprise : La grande rigueur de mise en œuvre doit intégrer les questions d'entretiens. Toute construction requiert un suivi et une maintenance. La construction bois, bien conçue et réalisée par des professionnels qualifiés et respectant les normes en vigueur, n'implique pas un entretien plus fréquent que des constructions conventionnelles. Bureaux d'étude et artisans doivent s'attacher à utiliser le bois de façon pérenne et éviter de surexposer les parements bois en façades exposées.



Architecte : Le bois est loin d'être seulement un matériau traditionnel, même si les constructions en pan de bois restent un modèle en terme de montage, démontage et de réutilisation potentielle. Son adaptabilité, la diversité de ses dérivés et la large palette de systèmes constructifs existants ou à développer poussent à une sage créativité ! Légères et démontables, ou au contraire associées au béton ou à l'acier, les constructions en bois peuvent être flexibles et répondre à des programmes complexes en maîtrisant équilibre budgétaire, investissement et fonctionnement.

Oui, le bois est une matière qui peut fédérer l'ensemble des acteurs de la construction pour imaginer notre cadre de vie de demain, reflet d'une pensée architecturale nouvelle et d'une culture partagée !



SOURCE : RAPPORT D'INFORMATION DU SÉNAT, N° 382

Enregistré à la Présidence du Sénat le 1er avril 2015 / * Déficit total de la balance commerciale française



Pour bien se lancer

Afin de réaliser une opération en bois local, il est déterminant de mettre en place une procédure transparente et accessible à tous, tout en respectant les principes d'égalité d'accès et de traitement des candidats face à la commande publique. En marché privé, la procédure est simplifiée mais **la logique des 5 étapes clés reste opérante.**



1
/5

Le programme

Ce document cadre doit permettre de mesurer les ambitions du projet. Il s'agit d'aboutir à un travail préalable de programmation afin de cerner les attentes en terme de valorisation du bois et de cadrer globalement les orientations techniques comme économiques.

Recommandations construction bois

- ✓ Mobiliser les acteurs de la filière bois dont l'interprofession afin de constituer un pôle d'experts qui conseille et oriente la démarche.
- ✓ Se donner des objectifs simples et clairs en terme d'usages des bois en structure, bardage, platelage, menuiserie, finition, agencement et mobilier sans viser le dogme du tout bois.
- ✓ Afficher une volonté équilibrée pour construire en bois face aux constructions conventionnelles sans sous-estimer le recours aux autres matériaux biosourcés.
- ✓ Ne pas vouloir réaliser un bâtiment ultra technique et hyper performant, rester pragmatique.
- ✓ Mesurer les implications calendaires : le temps de conception est rallongé mais le temps de chantier est plus rapide.
- ✓ Repenser l'équilibre financier de l'opération dont l'investissement, la qualité attendue et le fonctionnement.

Spécificités bois et acteurs locaux

- ⊙ S'informer des qualités et des disponibilités des bois, dont les essences locales.
- ⊙ Veiller à privilégier des bois certifiés (PEFC, FSC ou autre) tout en s'intéressant aux marques et ou labels qui sont présents sur le territoire.
- ⊙ Considérer les principaux systèmes constructifs et procédés techniques même innovants fabriqués par les entreprises locales.

Le porteur de projet qui souhaite garantir à 100% l'utilisation du bois local, devra fournir le bois nécessaire à l'opération ou exiger un label adapté. Pour finaliser le programme et suivre le développement d'une première opération, une AMO technique (Assistant à Maîtrise d'Ouvrage) associant compétence bois et architecturale est un plus à ne pas sous-estimer.

2
/5

La sélection de la maîtrise d'œuvre

L'enjeu est de s'associer à des bureaux d'étude ayant une forte motivation et une expertise dans la construction bois. Le recrutement d'une équipe de maîtrise d'œuvre compétente, partageant des valeurs du bois, fonde un futur partenariat fructueux.

Recommandations construction bois

- ✓ Inclure des critères permettant de vérifier les compétences bois de l'ensemble de l'équipe de maîtrise d'œuvre dont bureau d'étude structure, économiste et architecte à minima.

- ✓ Proposer une visite du site afin d'engager un premier débat et d'identifier le cas échéant des contraintes spécifiques liées au bois.
- ✓ Organiser une audition des candidats afin de mesurer leurs compétences et leur niveau d'engagement face aux enjeux du programme.

Spécificités bois et acteurs locaux

- ⊙ Demander une notice et une méthodologie qui permettent de mesurer leurs expertises sur les bois locaux et surtout leurs connaissances des acteurs de la filière.
- ⊙ Expertiser les références proposées au regard de critères environnementaux et de développement durable dont l'usage de bois et/ou de systèmes constructifs locaux.
- ⊙ S'assurer que l'équipe est en capacité de réaliser des calculs de cubage de bois dans le cas où le bois est fourni par la maîtrise d'ouvrage.

3 La conception

Il s'agit du moment stratégique qui permet de croiser conception des espaces et pensée constructive bois. De l'esquisse aux missions des plans d'exécutions, un vaste dialogue s'ouvre afin d'intégrer dès l'amont les questions des bois locaux, de leur potentiel et des techniques de leur mise en œuvre.

Recommandations construction bois

- ✓ Structurer les échanges avec les usagers et la maîtrise d'œuvre tout en organisant une concertation avec les acteurs de la filière bois.
- ✓ Mobiliser un bureau de contrôle ayant un recul et une réelle connaissance de la construction bois.
- ✓ Penser l'usage du bois en structure, dans les enveloppes mais aussi dans les lots de finitions sans sous-estimer les questions d'entretien et d'aspect dont le vieillissement des bardages.

Spécificités bois et acteurs locaux

- ⊙ Valoriser les bois des scieries dont les essences locales mal connues comme le pin sylvestre et ne pas faire appel systématiquement à des bois techniques.
- ⊙ Veiller à ce que les choix techniques puissent être réalisables avec des essences locales et par les entreprises du territoire en circuit court.
- ⊙ Dissocier la fourniture du bois grâce à l'acquisition par le porteur de projet de la ressource selon cubage et qualité prescrits par les bureaux d'études, en résonance avec les forestiers et les scieurs du territoire.
- ⊙ L'AVP (Avant Projet) doit être extrêmement précis en terme de dimensionnement et de cubage des bois sachant que le rendement matière est à anticiper aux regards de la qualité du bois exploité et du niveau d'exigence en terme d'aspect et qualité mécanique.

Si des labels ne distinguent pas les bois du territoire, il semble impératif de mettre à disposition des lots techniques la ressource bois transformée après exploitation, sciage et séchage.

Les lots techniques participent à la réception des bois mis à disposition.

4

L'organisation des marchés

L'allotissement peut faire appel à des marchés de fournitures et/ou de travaux afin de mobiliser la ressource bois. Afin de mobiliser le tissu d'entreprises locales il apparaît opportun de privilégier des marchés en corps d'état séparés.

Recommandations construction bois

- ✓ Privilégier des marchés à corps d'état séparés mais organiser un macro lot « enveloppe » qui doit permettre une préfabrication avancée et une mise en œuvre de qualité.
- ✓ Ouvrir les appels d'offres aux PME et faciliter le groupement d'entreprises.

Spécificités bois et acteurs locaux

- ⊙ Si le porteur de projet est propriétaire de forêts, il passe par une procédure de délivrance du bois.
- ⊙ Si le porteur du projet ne possède pas de forêt, il passe des marchés publics successifs de fourniture du bois (exploitation, abattage), puis par un marché de sciage et de transformation, dont séchage.

D'autres alternatives existent. Le recours à des critères environnementaux ou des bilans carbone voire des critères sociaux dans la sélection des offres permet de privilégier les solutions qui proposent du bois. Il est possible d'utiliser le caractère innovant des offres (technique, environnemental voire social...) en réponse à l'objet même du projet comme la construction en bois local.

5

Le chantier et l'entretien

Le bois demande une grande rigueur de mise en œuvre, ce qui assurera sa durabilité. L'interface entre les lots bois et les autres lots doit être anticipée pour assurer un temps de chantier optimisé et limiter les risques d'expositions aux intempéries.

Recommandations construction bois

- ✓ Finaliser les études avec les entreprises retenues avec des échanges et une concertation ouverte entre les lots afin d'anticiper leur coordination.
- ✓ Nettoyer le chantier en fin de phase humide et faire réceptionner les lots fondation et gros œuvre en présence des lots bois.
- ✓ Organiser un temps de chantier en privilégiant la mise hors d'eau de l'édifice.
- ✓ Anticiper la maintenance et mobiliser les agents d'entretien en phase de réception.
- ✓ Privilégier les bois sans traitements à la durabilité naturelle et permettant un bon recyclage des bois.

Spécificités bois et acteurs locaux

- ⊙ Anticiper les phases de transformation de la ressource bois afin de ne pas pénaliser la fabrication des lots techniques.
- ⊙ Communiquer sur l'exemplarité de l'opération afin de motiver les acteurs de la filière et d'autres porteurs de projets.

Quelques bâtiments « Bois local » dans le Grand Est



Crédit photo : Studio 1984

Habitats denses, passifs, biosourcés et en bois local

📍 **Preuschedorf 67250**

Maitre d'ouvrage : communauté de communes Sauer-Pechelbronn
Maitre d'oeuvre et source : Studio 1984

PIN SYLVESTRE
charpente, bardage platelage, carports et passerelle.

HÊTRE
structure verticale, solives, parquet, portes et escaliers intérieurs



Maison du vélo

📍 **Epinal 88000**

Maitre d'ouvrage : Pays d'Epinal
Maitre d'oeuvre : Jean-Luc Gérard Architecte

MIXTE RÉSINEUX
lamellé-collé horizontaux

HÊTRE
lamellé-collé verticaux, poteau central structure



Crédit photo : Christian Creutz, Agence Larché-Metzger

Groupe scolaire

📍 **Hadol 88220**

Maitre d'ouvrage : commune d'Hadol
Maitre d'oeuvre : Agence Larché-Metzger

SAPIN / DOUGLAS
charpente, bardage en lattes

HÊTRE
menuiserie intérieure



Établissement périscolaire

📍 **Tendon 88460**

Maitre d'ouvrage : commune de Tendon
Maitre d'oeuvre : Haha Architecture

PIN DE WEYMOUTH
toiture

HÊTRE
charpente, poteaux et aménagement intérieur

BOULEAU
boîtes imbriquées

CHÊNE
boîtes imbriquées

MÉLÈZE
en revêtement (bardeaux)



Crédit photo : Atelier d'architecture Haha

Woodies

📍 Xertigny 88220

Maître d'ouvrage : commune de Xertigny
Maître d'oeuvre : WM Architecture

HÊTRE
meubler, structure



Crédit photo : WM Architecture ; JF Hamard



Crédit image : Atelier D-Form

Chantier en cours :

Pêriscolaire et microcrèche

📍 Lembach 67510

Maître d'ouvrage : communauté de communes Sauer-Pechelbronn
Maître d'oeuvre : Atelier D-Form

PIN SYLVESTRE
charpente, ossature, bardage

HÊTRE
plinthes, plans de travail, panneaux d'habillage, cloisons

Chantier en cours :

Maison de l'Agriculture et Siège ONF

📍 Épinal 88000

Maître d'ouvrage : ONF, chambre d'agriculture des Vosges
Maître d'oeuvre : Belus & Hénocq

FRÈNE
rez-de-chaussée

CHÊNE
1^{er} étage, construction mixte - extérieur

HÊTRE
2^e étage, construction mixte - poteau lamellé-collé

SAPIN
2^e étage, construction mixte - poutres



Crédit image : Jean-Loup Baldacc

Etude de cas : Création d'habitats actifs

📍 Wingen 67510

Maître d'ouvrage : communauté de communes Sauer-Pechelbronn - commune de Wingen
Maître d'oeuvre : IOEW

PIN SYLVESTRE
ossature, bardage



Crédit image : IOEW

L'évolution des constructions en bois en Alsace

L'usage du bois révèle l'évolution de la société et de ce fait est un marqueur tangible de l'histoire de la construction et des façons d'habiter en Alsace.



A partir du moyen-âge

Les maisons à colombages révèlent les savoir-faire du charpentier : à l'origine de la construction bois en Alsace.

Nos villages en sont un témoignage architectural encore vivant : le colombage est la solution constructive la plus répandue en Europe de l'Ouest durant le Moyen Âge. La structure de ces maisons à plusieurs étages est composée de pans de bois massif (souvent en chêne), dont les vides sont comblés par du torchis et des maçonneries légères souvent à base de briques. Certaines maisons profitent d'un soubassement en grès. Cette construction met en lumière la richesse des matériaux locaux : le bois, la terre, la paille. Le pan de bois, dit « long », aujourd'hui rare et le plus ancien, comporte des poteaux se développant sur 2 niveaux au moins, tandis que le pan de bois dit « court » valorise des assemblages aux savoir-faire aboutis. Le pan de bois étant une structure triangulée, assure à la fois la descente des charges et le contreventement.



1960 : L'essor après-guerre

Développement du bois lamellé-collé en Alsace et émergence d'une industrie du bois :

Durant la fin des années 1960, les bois techniques se développent. Afin de rationaliser les quantités de bois utilisées, et de valoriser des qualités et des sections moindres, les bois sont collés entre eux afin de reconstituer l'équivalent d'une poutre de bois massif, dans des dimensions pouvant toutefois être bien plus grandes. La performance de ces bois est même supérieure aux bois massifs : les poutres en lamellé-collé permettent de constituer des longueurs importantes adaptées aux bâtiments de grandes portées comme des hangars, des salles de sports...



1980 : Vers une logique mondiale

Démocratisation de la maison à ossature bois, et généralisation des imports des bois techniques.

Dans les années 1980, et ayant prouvé leurs potentiels de développement, les bois techniques arrivent en masse : panneaux industriels de type contreplaqués et de particules, puis des bois aboutés, etc. La structure de la maison à ossature bois est constituée de montants en bois massif

(poutres porteuses) peu espacés et de faible section, et de lisses (poutres horizontales) formant des cadres sur lesquels sont fixés par clouage des panneaux qui assurent la rigidité de l'ensemble. Le poteau poutre est un autre mode constructif constitué de bois massifs ou lamellés-collés de fortes sections et assemblés de manière rigide. Cette technique, grâce aux sections et longueurs qu'elle permet de réaliser, est plutôt destinée aux grands ouvrages (halls de sports, piscines, etc.). Dans les ateliers se développent également les méthodes de taillage (numérique) et de nouveaux systèmes d'assemblage (étriers, vis autotaraudeuses, sabots, etc.). La visserie, les sabots en métal, le contreventement par panneau et la rationalisation des montants de faible section se généralisent. La filière bois se segmente entre fournisseurs – constructeurs de produits génériques, et scieries travaillant encore à façon.



Les années 2000, une prise de conscience des enjeux environnementaux. Une nouvelle réglementation thermique (RT 2000) change la donne pour les maisons individuelles et les collectivités s'engagent progressivement vers la construction bois.

Afin de respecter les nouvelles exigences thermiques, les épaisseurs d'isolant augmentent et les matériaux se diversifient (paille, ouate de cellulose, fibre de verre...). De nouveaux systèmes constructifs plus ingénieux et permettant de réduire le volume occupé par les montants massifs des structures en bois se développent. C'est le cas des poutres en I pour l'usage en façade, en toiture ou en plancher. Il s'agit d'une poutre constituée de montants en forme de I, reliées par des panneaux (OSB) et formant des vides pouvant être comblés par les isolants. Cette poutre permet un haut niveau de préfabrication, et optimise la quantité de bois massif mis en œuvre.



A partir de 2010, de nouvelles perspectives : le bois comme vecteur du développement durable des territoires

Le panneau CLT se développe - en parallèle des programmes IGH (Immeubles de Grande Hauteur).

Le panneau CLT (en anglais « Cross Laminated Timber », bois lamellé-croisé), est un panneau de bois collés en plusieurs couches dont chacune a une orientation croisée par rapport à la couche voisine. Ces panneaux sont très rigides et permettent notamment une utilisation en structure sur des grandes hauteurs. Ils arrivent à répondre aux contraintes incendie et parasismiques, particulièrement importantes pour les immeubles. Ces murs en bois massif sont adaptés à de nouvelles pensées constructives associant liberté des formes et bâtiment écologique. Les métropoles s'engagent à faire une place à la construction bois dans des opérations démonstratives qui préfigurent les logiques du label E+ C- (Bâtiment à Énergie Positive et Réduction Carbone).

L'avenir du bois local dans tout ça ... en pin sylvestre comme en sapin blanc mais aussi FEUILLUS !

Les opportunités offertes par la disponibilité de feuillus sur le territoire offrent de nouvelles perspectives de développement, et notamment avec le hêtre. La mise en place d'un système normatif sur l'usage des feuillus en construction contribue à cet essor. Plusieurs projets pilotes voient le jour. La marque Terres de Hêtre® a essentiellement vocation à promouvoir ces nouveaux usages qui mettent à l'honneur l'essence principale de ces territoires, le hêtre. Aujourd'hui, ces exemples montrent qu'il est possible de construire en hêtre. De même, des bois locaux comme le châtaignier sont adaptés pour des usages extérieurs (ex : revêtements de bâtiment). Des projets se créent pour utiliser le potentiel de cette ressource. Reste encore à franchir de nombreux obstacles : structuration d'une filière, avis techniques, développement de nouveaux systèmes constructifs, changer les habitudes de poses, ... et le plus important de tous, vaincre les à priori.

Pourquoi construire en bois au XXI^e siècle

Les atouts du bois



1m³ de bois stocke
1 tonne de CO₂



On ne récolte en France
actuellement que 50% de
l'accroissement biologique



Le bois est 12 fois plus isolant
que le béton



4x plus rapide à construire
qu'une maison en brique

Rapide :

Une maison en bois est
4 fois plus rapide à construire
qu'une maison en brique

Stop aux idées reçues !

Une maison bois ne coûte pas plus cher

La révision à la hausse des exigences
thermiques dans le neuf a permis de
gommer la différence entre le prix
des ossatures bois et le prix des
constructions maçonnées.



Une maison bois **ne coûte pas plus cher**.



Écologique

Une maison en bois
permet de diminuer de
55% l'empreinte carbone

Transmet la chaleur

250x
moins vite que l'acier



Transmet la chaleur

10x
moins vite que le béton



Résistant au feu

Le bois brûle mais il se consume
lentement et garde ses propriétés
mécaniques. Il transmet la chaleur
10 fois moins vite que le béton et
250 fois moins vite que l'acier

Solide

À poids égal, le bois est :
30% plus résistant que l'acier
6 fois plus résistant que le
béton armé

30%
plus résistant que l'acier



6x
plus résistant que le
béton armé



Design

Le bois par ses propriétés
techniques et structurelles
permet des **audaces**
architecturales.



Pourquoi en bois local ?

LA NOTION DE BOIS LOCAUX



Le terme historiquement employé par la filière était « bois de pays ». Mais depuis quelques années, avec l'avènement du développement durable et du slogan « Penser global, agir local », l'expression « bois local » s'est répandue, avec ses variantes : « essences locales » ou « essences indigènes ».

Pérenniser et créer des emplois locaux

En utilisant du bois local pour votre construction vous favorisez des emplois locaux et la pérennité d'un savoir faire.



Véritable soutien pour l'économie locale

L'utilisation de bois cultivés et transformés à proximité de leur mise en œuvre génère de l'activité pour l'ensemble de la chaîne de production de la filière forêt-bois locale : pépinières, sylviculture, exploitation forestière, sciage et seconde transformation.



Meilleur impact carbone

Avec la réduction du transport des matières premières et du bois transformé les émissions de CO₂ sont largement réduites.

Du bien être en plus

La chaleur du bois pour son intérieur est un fait ! Mais savoir que celui-ci provient d'une forêt à proximité de votre construction apporte un sentiment de bien être sans pareil, le sentiment d'avoir accompli les choses de façon juste et raisonnée. Vous pourrez expliquer avec fierté votre démarche à vos enfants !



Où utiliser le bois local dans sa construction

Aujourd'hui tous les éléments structurels d'une maison peuvent être construits en bois local. Les murs, la toiture, les planchers, le bardage ou encore la terrasse.

Vous retrouverez dans ce guide les meilleurs principes constructifs à mettre en oeuvre pour chaque partie de votre construction.



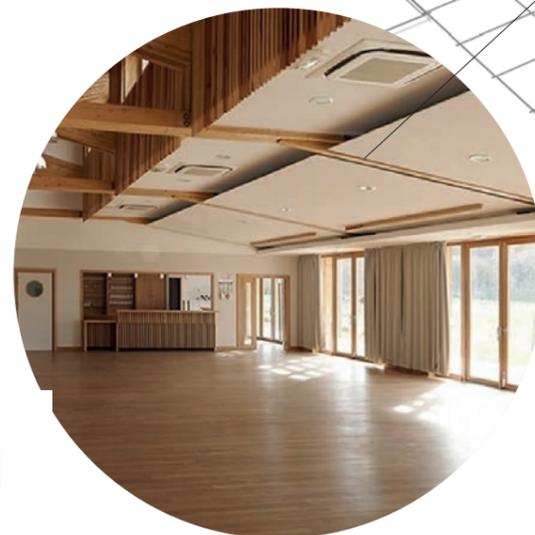
Toit terrasse
(toit plat)



Mur extérieur



Charpente
(toiture)



Plancher bas



Plancher intermédiaire
(étage)



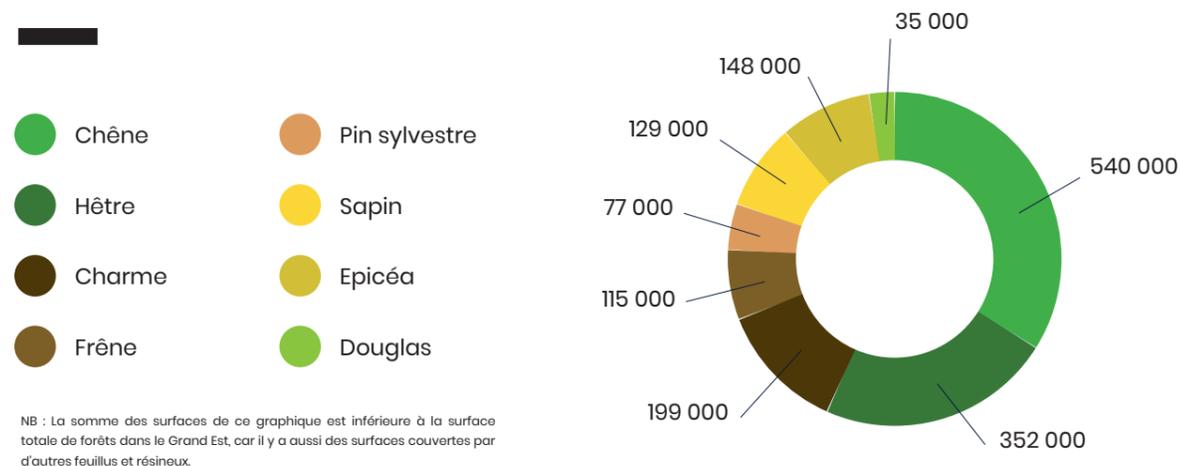
Mur refend
(mur de soutien mitoyen)



Une forêt régionale diversifiée

La forêt du Grand Est compte environ une trentaine d'essences forestières différentes, avec notamment une grande variété de feuillus. Les feuillus, dont le hêtre et les chênes, pour la plupart localisés en plaine, couvrent ainsi 79 % de la surface forestière.

Surface (en ha) par essence principale



Cette forêt répond à 3 objectifs principaux

Fonction environnementale : la forêt est un puits de carbone et un berceau de biodiversité. Par la captation de CO₂, elle lutte notamment contre l'effet de serre.

Fonction économique : la forêt permet de produire un matériau naturel et renouvelable, pour des besoins en construction ou en chauffage : le bois.

Fonction sociale : certaines forêts sont ouvertes pour accueillir du public et se livrer à des activités de loisirs. Elles participent également à la perception du paysage.

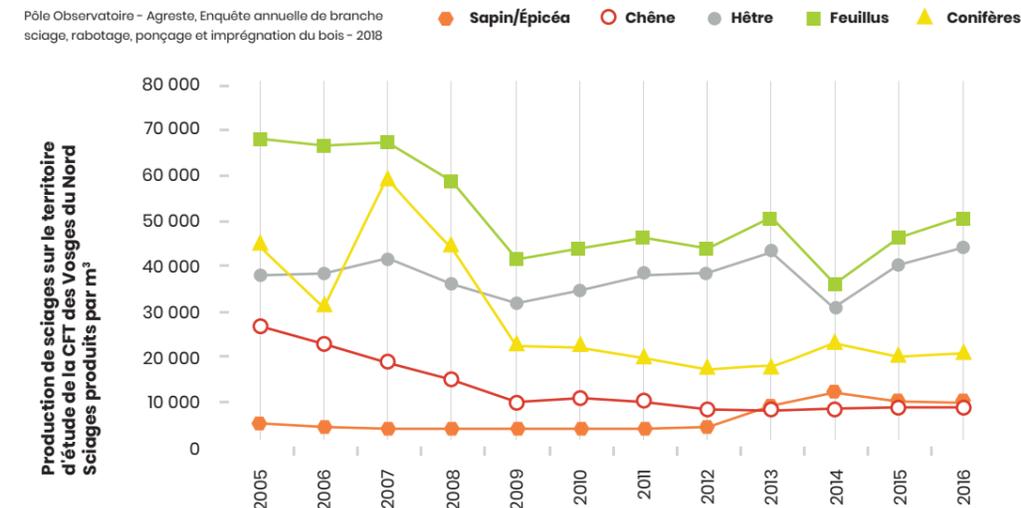
La gestion forestière multifonctionnelle prend en compte ces 3 objectifs et tend à trouver un équilibre entre eux. Différents choix sylvicoles s'opèrent donc, tout au long de la vie de la

forêt, pour améliorer la croissance des arbres, les protéger de différents aléas climatiques ou sanitaires, ou encore favoriser le renouvellement de la forêt.

Cette expertise concerne aussi bien le choix des essences, le mode de régénération (naturelle ou par plantation) ou la conduite des peuplements au fil de l'eau.

À ce jour, on constate une forte proportion de sciages issus de bois de conifères (sapin, épicéa, etc.), alors que la forêt possède davantage de feuillus.

Pôle Observatoire - Agreste, Enquête annuelle de branche sciage, rabotage, ponçage et imprégnation du bois - 2018



C'est aussi pour cette raison que de nouveaux usages sont en réflexions, notamment pour mieux valoriser les bois feuillus.

Zoom sur les Vosges du Nord

Avec 66% de couverture forestière, les Vosges du Nord sont un océan vert. Les forêts sont constituées à 49% de hêtre, 20% de pin sylvestre et 18% de chênes. Les bois sont majoritairement de qualités moyennes (80%), et de diamètres moyens (46%).

Par manque de débouchés en bois construction, les bois sont bien souvent dévalorisés et réorientés vers des débouchés à plus faible valeur ajoutée, la caisserie et la palette par exemple.

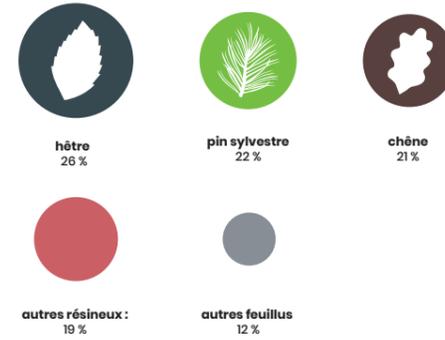
Le volume de bois vendu est destiné à 59% au sciage, il s'agit de bois d'oeuvre. Les 41% restants sont des bois de qualité moindre, et sont valorisés pour l'industrie et la biomasse (dont le bois énergie). Les bois d'oeuvre sont classés par qualités selon des critères visuels qui déterminent leurs usages possibles, et donc leurs valorisations économiques.

Pour le bois d'oeuvre de hêtre, les demandes sont surtout portées sur les qualités moyennes (qualités C). Il faut regretter le manque de débouchés pour valoriser les faibles qualités (qualité D), qui représentent 55% du volume vendu. Les surplus invendus sont aujourd'hui valorisés en bois de chauffage, malgré parfois un plus grand potentiel.

Pour le pin sylvestre, la qualité dominante du bois d'oeuvre sur le territoire des Vosges du Nord est celle de la charpente (qualité C). Or le constat est que le pin sylvestre n'est pas suffisamment utilisé pour cet usage.

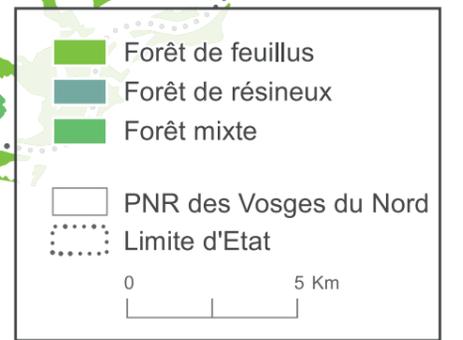
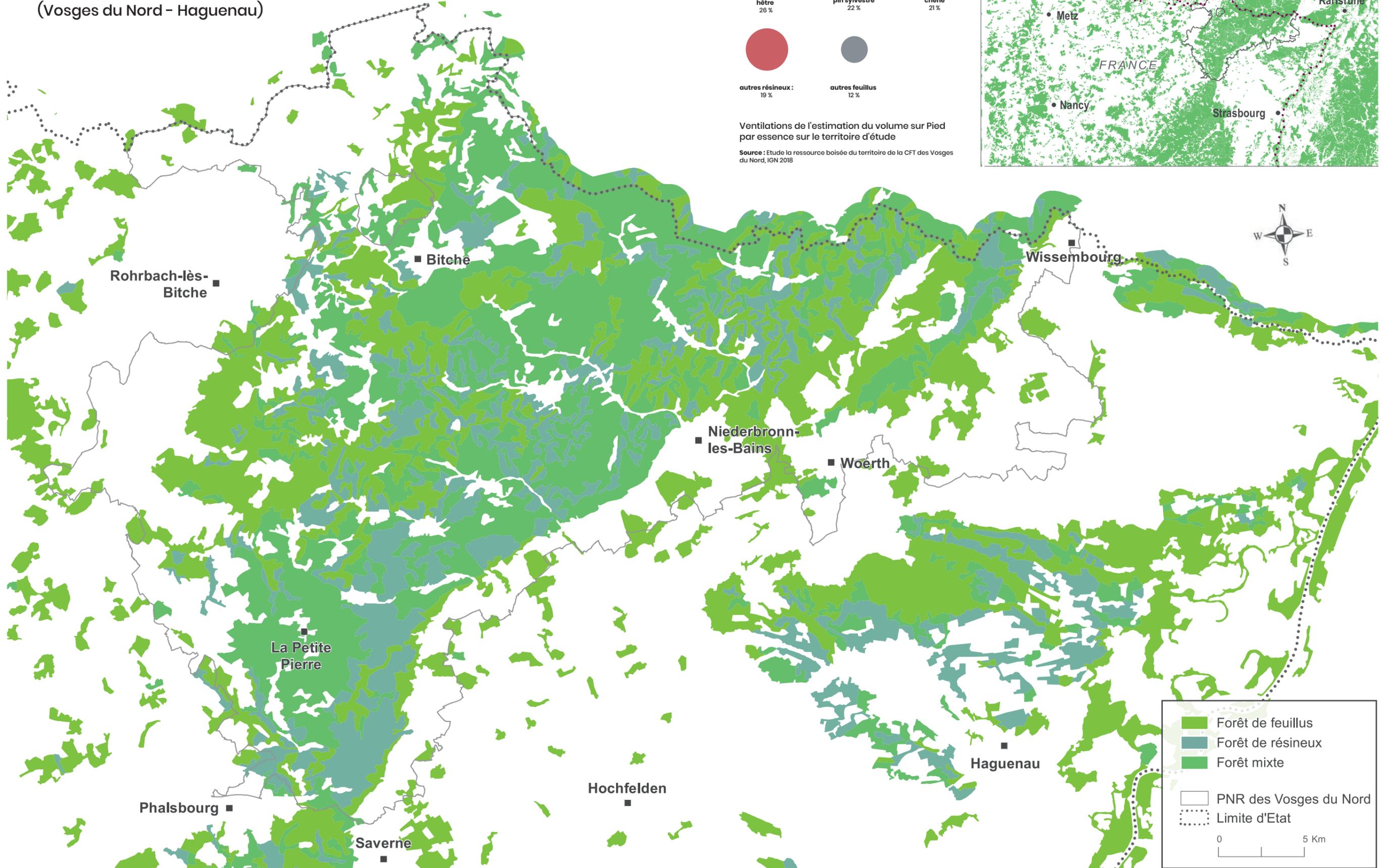
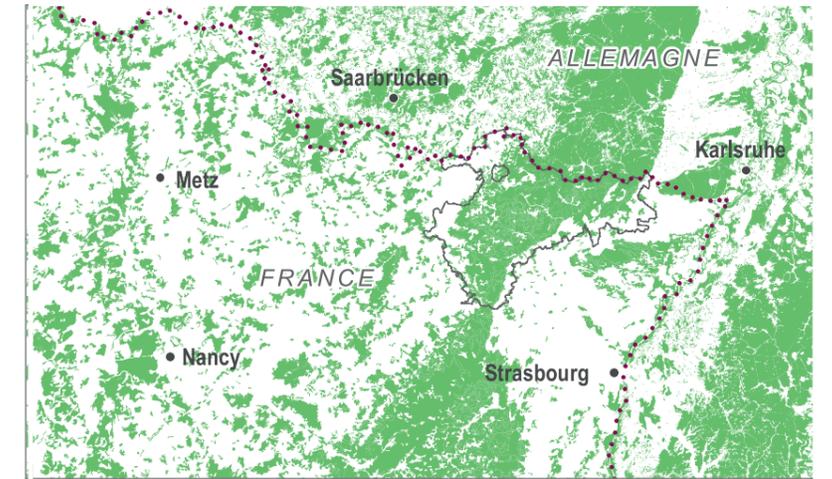
Ressource forestière locale

(Vosges du Nord - Haguenau)



Ventilations de l'estimation du volume sur Pied par essence sur le territoire d'étude

Source : Etude la ressource boisée du territoire de la CFT des Vosges du Nord, IGN 2018



Quel bois pour quel usage ?

Une diversité d'essences

Chaque essence possède des propriétés qui lui sont propres. Cette diversité naturelle est une richesse quant à l'usage du bois, permettant de trouver la bonne essence pour chaque usage. L'ensemble des bois locaux offre une alternative aux bois exotiques, y compris pour des usages extérieurs.

Les qualités des bois

Pour déterminer si un bois est naturellement adapté à un usage donné, il est nécessaire de se référer à sa classe d'emploi : elle définit le niveau d'exigence à atteindre en matière de durabilité, pour assurer la pérennité des bois mis en œuvre (avec ou sans traitement). Il s'agit de notions théoriques, qui doivent aussi s'adapter aux conditions spécifiques d'un chantier et s'appuyer sur l'expérience de professionnels. De même, des propriétés spécifiques peuvent être recherchées : résistance aux chocs, esthétique, etc. Avec la connaissance des matériaux, on peut donc flécher un bois pour un usage précis.

Classes d'emploi *	Définition	Exemple
1	Le bois est à l'intérieur non exposé à l'humidité ($6\% < H\% < 12\%$)	Parquet, Meuble
2	Le bois est à l'intérieur ou sous abri avec une humidité ambiante élevée occasionnelle ($12\% < H\% < 20\%$)	Charpente
3	3a Le bois est à l'extérieur sans contact avec le sol, soumis à une humidification fréquente sur des périodes courtes (quelques jours)	Menuiserie extérieure (parties verticales), Bardage
	3b Le bois est à l'extérieur sans contact avec le sol, soumis à une humidification fréquente sur des périodes significatives (quelques semaines)	
4	Le bois est à l'extérieur, soit en contact avec le sol, soit en contact avec de l'eau douce, soit soumis à une humidification prolongée ou permanente ($H\% > 20\%$)	Terrasse, Piquet de clôture
5	Le bois est immergé ou partiellement dans de l'eau salée ($H\% > 20\%$)	Ponton

H % = Humidité du bois

* Il s'agit de notions théoriques, qui doivent aussi s'adapter aux conditions spécifiques d'un chantier et s'appuyer sur l'expérience de professionnels.

Essence	Usages possibles*	Classe d'emploi, hors aubier, hors traitement	Visuels
Chênes	Charpente, menuiserie, parquet, tonneau	3	
Hêtre	Mobilier, revêtement intérieur, usages constructifs	2	 <small>Credit photo : Atelier d'architecture Haba</small>
Châtaignier	Charpente, bardage, platelage, piquets de clôture	4	 <small>Credit photo : CRPF (Imouzin) - Jean Paul Gayot</small>
Frêne	Menuiserie, mobilier, escaliers, manches à outils	1	 <small>Credit photo : Hurpeau Mousist</small>
Peuplier	Charpente, bardage, emballage	1	
Sapin	Charpente	1	
Épicéa	Charpente, construction	1	
Pin sylvestre	Charpente, bardage, menuiserie	3b	
Douglas	Charpente, bardage	3b	 <small>Credit photo : Lama Architectes</small>
Mélèze	Charpente, bardage, menuiserie	3b	

* Liste d'usages non exhaustive

Les scieries locales

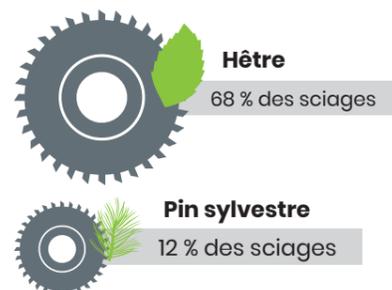
Dans la filière forêt-bois, la scierie est le maillon qui se trouve à l'interface entre la forêt et l'usage du bois d'œuvre. Il est le maillon essentiel, dit de première transformation, qui optimise le volume d'une grume, pour en extraire un maximum de produits utilisables en bois d'œuvre.



Le Grand Est est une région motrice en matière de sciage du bois. On y dénombre ainsi plus de 200 établissements, pour une production annuelle moyenne d'environ 1,3 millions de m³. Le Grand Est est la 3^e région de France dans ce domaine.



200 scieries dans le Grand Est
dont **22** dans les Vosges du Nord



Depuis 2012, l'Association Synergie Bois Local (SYMBOL) rassemble des entreprises de la filière forêt-bois d'Alsace et des Vosges du Nord, scieurs, charpentiers, menuisiers, constructeurs, ébénistes, architectes, etc. Son objectif est de promouvoir le savoir-faire des entreprises locales et l'usage vertueux de la ressource boisée locale. L'association a également l'ambition de maintenir la synergie entre les acteurs de la filière locale, de la ressource jusqu'à sa mise en oeuvre, et d'en être un relais pour les décideurs et les collectivités locales.



Afin de trouver un professionnel du sciage sur le territoire, plusieurs outils sont à votre disposition :

L'interprofession **FIBOIS Grand Est** mettra prochainement à disposition un annuaire des entreprises de la filière, sur l'ensemble du territoire régional, sur le site www.fibois-grandest.com. Vous pourrez y retrouver l'ensemble des coordonnées des acteurs recensés.

La Fédération Nationale du Bois – Grand Est regroupe également des professionnels scieurs et exploitants régionaux. Ses coordonnées sont :

FNB Grand Est
30 rue André Vitu 88000 EPINAL
03 29 69 61 21
fnbgrandest@orange.fr

Qu'il s'agisse de bois feuillus ou résineux, les scieurs locaux sont en mesure de transformer la matière. De même, la transformation proposée par les acteurs locaux comprend aussi la production de « bois techniques » : bois aboutés, bois contrecollés, etc... De nombreux produits de la construction sont directement disponibles en scierie.

Trouver des produits locaux de sciage

Pour faciliter la recherche de produits bois locaux, des catalogues produits existent sur différents territoires et d'autres démarches sont en cours.



Tout d'abord, la Fédération Nationale du Bois a édité un livret reprenant l'ensemble des produits standardisés et proposés par les scieurs français. Il donne des indications techniques sur ces produits, et une certaine exhaustivité sur la nature du travail des scieurs.



Par ailleurs, un catalogue de la production des scieurs régionaux a été édité à l'échelle du Grand Est. Il recense des fournisseurs / producteurs (hors négoce) de produits bois, pour des usages structurels, de revêtement ou encore d'aménagements intérieurs et/ou extérieurs. Il est disponible auprès de l'interprofession FIBOIS Grand Est, et aussi directement en ligne, sur www.produitsbois-grandest.com



Enfin, un travail équivalent a été élaboré à l'échelle du Massif Vosgien, grâce au soutien du Commissariat de Massif. Il a aussi fait l'objet d'une publication disponible auprès de l'interprofession FIBOIS Grand Est, et est accessible depuis le lien :

<http://www.foretbois-grandest.com/les-entreprises-du-massif-vosgien.html>

Vers de nouveaux éléments de systèmes constructifs innovants

Les bois massifs de sections courantes de scieries sont progressivement remplacés par des produits techniques à haute valeur ajoutée. Cependant, des madriers de section courante 60 X 200 cm permettent déjà la réalisation d'opération performante à coûts maîtrisés. À moyen terme, de nouveaux produits sont appelés à émerger. Idéalement il faudrait qu'ils soient fabriqués localement, avec les ressources bois disponibles et les acteurs en présence.

Voici trois types de produits bois à fort potentiel de développement :



Panneaux de bois massif contrecollé (ou CLT) mixte associant des résineux et des feuillus

Description sommaire :

Les panneaux de bois massif contrecollé sont composés de plusieurs épaisseurs de planches de bois assemblées perpendiculairement. L'effet des couches collées croisées donne une très grande stabilité de forme tout en offrant des performances mécaniques importantes. Ces éléments plans aux épaisseurs variables sont porteurs dans les deux directions. Cette composition par strates successives ouvre la voie à l'association d'essences différentes par couches.

Intérêts :

- Ces panneaux assurent de nombreuses fonctions de structure, ils assurent la reprise des charges et des efforts comme le contreventement d'un édifice tout en pouvant servir d'éléments de parement.
- De tels panneaux se rapprochent d'une logique de voile structurel, à la mise en œuvre rapide et proche d'une culture de murs ou de dalles préfabriqués en béton.
- La composition en couche permet d'imaginer de multiples associations valorisant les essences locales comme le hêtre et le pin sylvestre largement disponibles.
- Les bois en âme des panneaux sont peu contraints et peuvent être considérés comme des écarteurs ; à ce titre, des bois de moindre qualité (d'aspect et de résistance) peuvent être utilisés et ainsi servir de puits de carbone.

Enjeux :

L'ambition est de constituer une industrie de panneaux massifs valorisant les débouchés de planches de scieries issues des essences autochtones du territoire.



Poutre en « I » et poutre treillis

Description sommaire :

Ces poutres sont composées de deux lisses hautes et basses en bois massif rassemblées soit par des panneaux pleins soit par des madriers triangulés. Les treillis sont fabriqués en ateliers et peuvent être composés de couches simples ou multiples. Il s'agit d'une alternative au bois lamellé collé et se rapprochant des principes de structures préfabriquées en métal.

Intérêts :

- Un tel produit possède de nombreux débouchés ; il est à la fois l'ossature ou la structure de caisson permettant de fabriquer des enveloppes, et il remplace des poutres de plancher comme des éléments de charpente.
- les dimensions proposées permettent de répondre à des performances thermiques et de résistance mécanique.
- Face à d'autres produits et à performance égale, l'ambition est de mobiliser le moins de volume bois possible afin d'économiser la ressource et d'obtenir un prix concurrentiel.
- La composition des poutres en « I » ouvre la voie à de nouveaux usages pour la filière bois courts et aux produits de scieries de faibles sections comme le hêtre.
- L'assemblage des poutres doit être basé sur les qualités mécaniques intrinsèques des bois, afin d'éviter l'usage massif des colles ou de connecteurs métalliques et de faciliter à terme leurs recyclages, voire leur réutilisation.

Enjeux :

L'exigence première est de développer une gamme de produits standards facilement fractionnables (découpe de barre de 13m en sous éléments) dont la hauteur peut être variable selon les contraintes et besoins.

Ces systèmes se basent sur une mise en œuvre efficace dont les coûts d'achat, de transformation et de pose restent extrêmement concurrentiels.



Structure en résille ou 3D

Description sommaire :

Basés sur la robotisation et la préfabrication des éléments constitutifs des bâtiments, de nouveaux systèmes constructifs émergent progressivement. Des laboratoires imaginent déjà l'usine 4.0 des nouvelles constructions bois. L'enjeu est d'assembler des bois aux sections optimisées formant un complexe associant structure en résille et isolant voire couches et membranes de finitions.

Intérêts :

- L'enveloppe, le plancher ou le complexe de charpente ainsi réalisés seraient modélisés puis assemblés sur mesure par des robots.
- L'optimisation du procédé est basée sur la valorisation d'une section unique pour le bois en privilégiant les essences locales, et de son système d'assemblage en couche ouverte pouvant accueillir si nécessaire des réseaux ou des isolants.
- La liaison entre les éléments bois doit être réversible afin de pouvoir être démontée et faciliter un tri et une réutilisation.

Enjeux :

L'ambition est de travailler sur la relocalisation des moyens de production et d'imaginer un écosystème associant scieur, menuisier-constructeur et concepteur.



Catalogue de systèmes constructifs valorisant le bois local

Sommaire catalogue

- 36-37** Préambule
- 38-39** Précisions sur les solutions constructives présentées
- 40-49** Murs extérieurs
- 50-57** Murs manteaux (extérieurs)
- 58-65** Charpente
- 66-73** Plancher non accessible
- 74-77** Plancher accessible
- 78-81** Terrasse non accessible
- 82-85** Terrasse accessible
- 86-91** Plancher bas
- 92-97** Plancher bas en I
- 98-101** Mur refend



Préambule

Contexte

La communauté de communes Sauer-Pechelbronn, en partenariat avec le Parc naturel régional des Vosges du Nord, des professionnels de la filière forêt-bois et d'autres partenaires institutionnels, ont mené dès 2010 une réflexion sur l'usage des bois locaux. Les motivations premières sont de valoriser une ressource de proximité - le bois - et de développer l'économie du territoire en dynamisant cette filière bio sourcée.

Dans le cadre du pôle d'excellence rurale « Dynamiser l'économie de l'habitat durable, fondée sur la valorisation des ressources locales », la collectivité a construit un hall industriel dédié à la filière bois et un bâtiment pilote innovant dans la mise en œuvre des ressources locales, le Bat'innovant à Preuschdorf, principalement en paille, en pin sylvestre et en hêtre pour la structure.

Après l'expérimentation du projet Bat'innovant, une étude a été lancée pour proposer un catalogue simple à mettre en place, crédible économiquement et ne nécessitant pas un investissement en recherche et développement. Dans ce cadre, le pin sylvestre a servi de ressource de référence car largement disponible à des coûts maîtrisables, et techniquement directement utilisable sans trop de transformation.

AVERTISSEMENT !

Ce catalogue explicite quelques solutions pour chaque ouvrage de bâtiment. D'autres solutions existent. Les détails ont été initialement conçus pour une utilisation sur des logements individuels, en bande ou de petits collectifs (R+2 à R+3). Il est possible néanmoins de les reprendre aussi pour d'autres type d'ouvrages, tels que des bâtiments tertiaires, scolaires ou autres ERP, en veillant au respect des normes acoustiques, thermiques ou sismiques en vigueur.

Ces solutions classiques pour les murs peuvent évoluer vers des immeubles R+4 en modulant les sections (80 x 200 mm à 100 x 200 mm). Les principes de type "murs mentaux" en construction mixte (bois/béton ou bois/acier) peuvent être adaptés pour des immeubles de grandes hauteurs.

Les données suivantes sont fournies à titre informatif afin d'orienter les porteurs de projets et les prescripteurs vers des solutions techniques adaptées. Les enjeux thermiques, hygrométriques et de confort d'été sont sommairement présentés. Pour chaque projet, des études approfondies sont nécessaires.

Ce catalogue a été élaboré sur la base d'une étude réalisée en 2018 pour le compte de la communauté de communes Sauer-Pechelbronn par le groupement d'entreprises suivant :

SERGE FAUVRE - consultant ingénieur bois ENSTIB - SF INGENIERIE
ESTELLE WITT - ingénieur bois - Ingénierie Bois
ALAIN FRIEDRICH - architecte - IOEW



L'association SYNBO - Synergie Bois Local, a également été consultée.



Précisions concernant les fiches techniques présentées dans les pages suivantes, pour chacune des solutions détaillées :

Profil de température

Les courbes du profil de température sont respectivement en noir pour la température de composition, et en bleu pour la température de saturation (selon une coupe transversale de la vue). Si la température de la composition est au-dessus de la température de condensation, il n'apparaît pas d'eau liquide. Si les deux courbes viennent à se toucher, il se forme en ce point de la condensation.

Profil de l'hygrométrie

La température de la paroi intérieure est de 19.3°C entraînant une humidité relative à la surface de 52%. Dans ces conditions, il ne devrait pas y avoir de risque fongique. Le graphique sur le profil montre l'humidité relative dans la composition.

Pour calculer les courants de diffusion, une méthode des éléments finis à deux dimensions a été utilisée.

Confort d'été

Pour analyser le confort d'été, les changements de température dans la composition ont été simulés pour la période d'une journée chaude d'été.

Le déphasage indique la durée en heures, dans laquelle le pic de chaleur de l'après-midi atteint le côté intérieur de la composition.

L'atténuation de l'amplitude décrit l'atténuation de l'onde de température lors du passage à travers la composition. Une valeur de 10 signifie que la température côté extérieur varie 10 fois plus que sur le côté intérieur, par exemple côté intérieur 15-35°C, côté intérieur 24-26°C.

Etude économique

Pour chaque solution technique une valeur budgétaire a été attribuée. Ces valeurs économiques ont été définies selon des chiffrages spécifiques : prix d'achats, retour d'acteurs locaux, expériences, etc. (hors temps et complexité de pose). Une pondération est faite afin d'ordonner les solutions selon ce critère "coût". Celui-ci est ramené au m².

Notation

Chaque solution a été notée en fonction de 5 critères : son prix, la possibilité de préfabrication, l'étanchéité thermique, la facilité de pose, et le volume de bois local qu'elle permet de mettre en œuvre. Ces notes ont été estimées dans le cadre de cette étude, et permettent avant tout de pouvoir comparer les solutions entre elles.

Le NF DTU 31.2 - construction de maisons et bâtiments à ossature bois, est essentiel à la construction valorisant des sections courantes de bois, sa version révisée au mois d'avril 2019 propose les avancées suivantes :

- Dans une démarche de massification des constructions bois, il était nécessaire d'élargir le domaine d'application du DTU correspondant aux constructions bois jusqu'à 28 mètres de hauteur.
- Les modifications traitent notamment de la gestion de l'étanchéité et l'intégration des encadrements de baies, de l'étanchéité à l'air et résistance à la diffusion de vapeur d'eau par deux méthodes (la règle dite du « facteur 5 » et la règle dite du « Sd = 18 m ») et l'utilisation des voiles travaillant en tant que barrière à la diffusion de vapeur d'eau en substitution des pare-vapeur souples. Le concept de perspiration reste cependant limité à des ouvrages à ossature bois associés à des laines minérales seulement.

Précisions sur les solutions constructives présentées

Stratégie de valorisation des bois locaux et optimisation de la ressource :

Dans les Vosges du Nord, le pin sylvestre de section 60 x 200 mm permet d'utiliser la ressource de manière optimale.

Les scieries des territoires sont équipées pour scier cette section de façon optimum et ainsi massifier des produits standardisés pour la construction locale. Dans ce cadre, ce catalogue a cherché à proposer des systèmes constructifs basés sur ces principes. En complément, la valorisation de systèmes treillis ou poutres en I et panneaux CLT ont également été développés pour leur efficacité. Cependant, l'offre en produits locaux de ces matériaux reste rare mais est en cours de développement.

Objectif construction passive

Les systèmes constructifs proposés répondent à la réalisation de bâtiments passifs. Pour cela, les performances thermiques des enveloppes ont été analysées afin de répondre aux exigences passives. Cependant, l'étanchéité des bâtiments est un enjeu à maîtriser et dépend de la rigueur de mise en oeuvre. Dans le cadre de bâtiments répondant à la RT 2012, ces mêmes systèmes constructifs restent adaptés. La couche d'isolant se situant côté intérieur n'est pas nécessaire dans ce cas. Ainsi avec une même logique constructive, on pourra étudier la création d'un bâtiment passif ou RT 2012. Cette flexibilité permet de lancer des appels d'offres vérifiant la faisabilité économique du projet en passif ou en RT 2012 sans en modifier la nature.

Responsabilités :

Le contenu et les principes développés dans ce document ne sauraient engager la responsabilité des auteurs sur les conséquences de leur utilisation.

L'acte de construire demande une grande rigueur en étude comme en mise en oeuvre. Les concepteurs architectes, bureaux d'études ainsi que les entreprises, et les fabricants doivent s'assurer du respect de techniques courantes, appuyée par l'expertise des bureaux de contrôle.

Qualités des bois mis en oeuvre

Les grands principes techniques des bois d'oeuvre

Les éléments de bois utilisés en structure sont idéalement séchés et rabotés afin de limiter leur déformation dimensionnelle, d'optimiser leur mise en oeuvre et permettre un traitement si nécessaire.

Aujourd'hui, grâce au séchoir, l'humidité des bois mis en oeuvre doit être abaissée à 18 - 22 %.

Les bois massifs utilisés peuvent avoir des sections maximums, avant rabotage et séchage, de 75 x 225 mm pour des longueurs courantes de 4m voire 6 m maximum. Idéalement, on limitera les sections à des bois 60 x 200 mm afin d'optimiser le rendement matière et d'être adapté à la ressource locale et aux outils de transformation des scieries. Cependant, des sections de bois peuvent être associées afin de recomposer des produits :

- Bois massif abouté : sections de bois assemblées bout à bout grâce à des entures.
- Bois massif reconstitué et bois lamellé : sections composées de plis ou de lamelles superposées.

Ces bois techniques demandent un processus de fabrication abouti sachant que les colles, comme les autres principes d'assemblages, nécessitent des avis techniques.

Éléments bois - Produit	Références & Norme harmonisée associée
Bois massif de section rectangulaire	NF EN 14 081
Bois massif abouté	NF EN 15 497
Bois massif reconstitué & Bois lamellé collé	NF EN 14 080

Classe de résistance mécanique

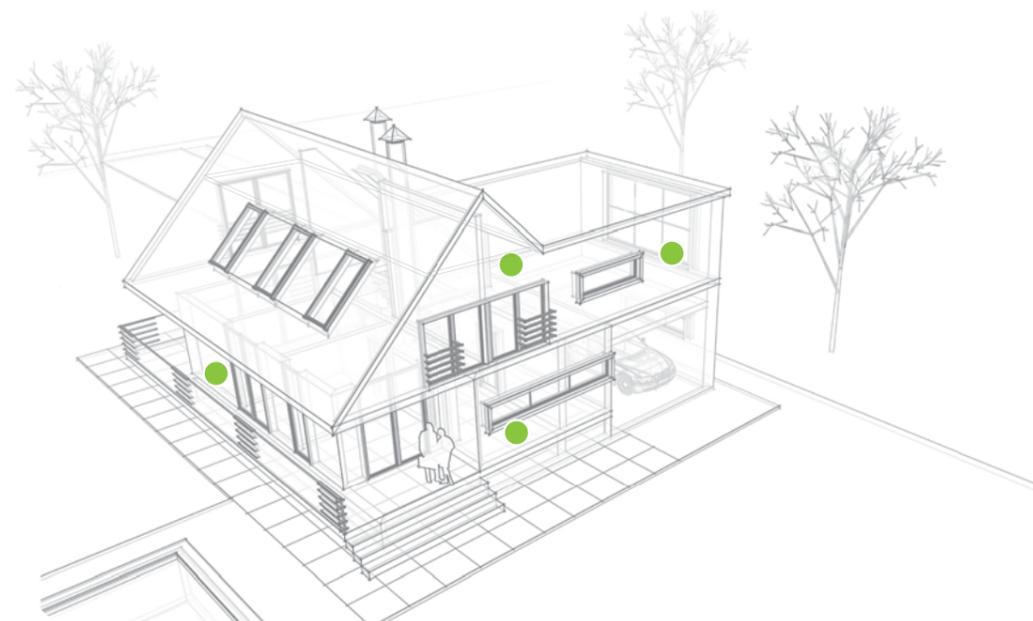
Les bois massifs de section rectangulaire utilisés en structure, doivent faire l'objet d'un classement structurel. Pour les résineux, la principale classe est C24, mais également en C18 et C30 sur demande. Pour les feuillus, les classes sont D18, D24 et D30. Les bois de classes C18 ou D18 ont les qualités mécaniques les plus faibles, mais ils restent pleinement adaptés à la construction de structures.

Localement, après classement visuel, une trop grande majorité des pins sylvestres est sous-estimée et qualifiée en C18. Ainsi, le développement de projet devra s'adapter à la ressource disponible et limiter la prescription de bois de très haute résistance C30 et D30. L'optimisation des volumes de bois C18 et C24 garantira des coûts de matières faibles et une plus grande valorisation des ressources locales.

Pour de plus amples informations : <http://preferez-le-bois-francais.fr/>



MURS EXTÉRIEURS



B : BARDAGE		E : ENDUIT	
T : Tradi	T : Tradi	CI : CLT + poutres I non porteuses	I : Poutre structure
ME BT P1	ME ET P1	ME ECI P	ME EIP
note : 15.00	14.00	15.60	12.40

Conforme au DTU 31.2 révisé (OSB côté intérieur)

Les panneaux OSB / CLT participent au contreventement (vent et / ou séisme) : leurs assemblages entre-eux, sur l'ossature bois et sur le gros-œuvre sont à valider par le calcul de structure.

Si une tenue au feu est exigée, la nature et l'épaisseur du parement intérieur sont à adapter.

Points de vigilance :

- entraxe lattage / contre-lattage à adapter au type de bardage
- Pare-pluie anti UV si bardage ajouré

Points de vigilance :

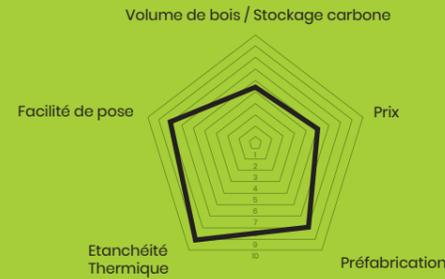
- vérifier la compatibilité de l'enduit et de l'isolant extérieur
- le panneau OSB / CLT forme frein-vapeur
 - > joints à étancher (scotcher)
 - > on respecte la règle du 2/3 + 1/3 pour l'isolation rapportée par l'intérieur



murs extérieurs

ossature bois finition bardage

Solution : ME BT PI



15.00
—
20

BOIS LOCAL

murs extérieurs

ossature bois finition bardage

Solution : ME BT PI



Isolation thermique

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

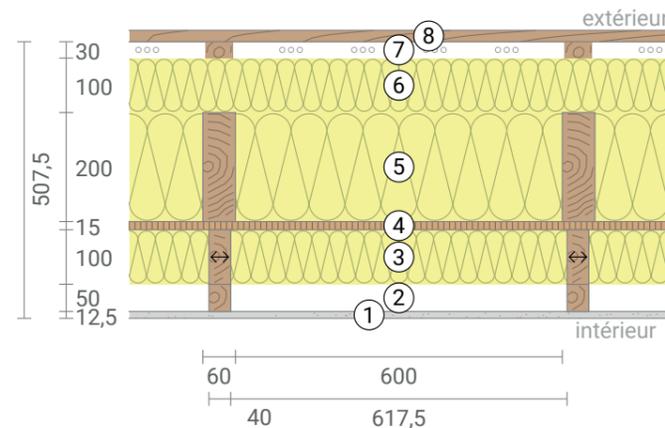
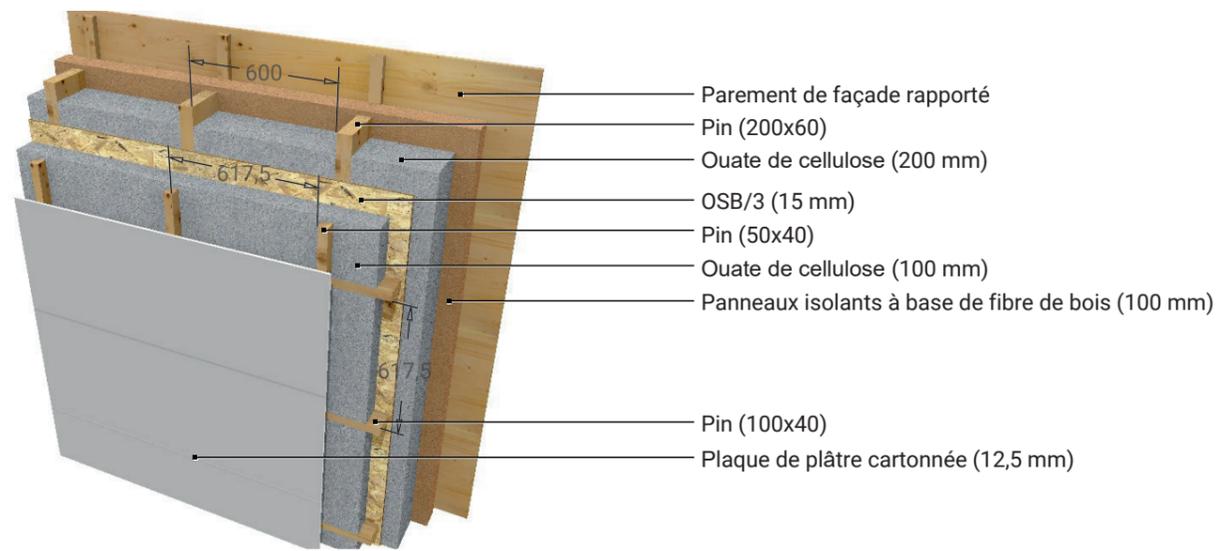


Hygrométrie

Pas de condensation

Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100
Déphasage: non significatif
Capacité de chaleur interne: 51 kJ/m²K



<-> Les couches marquées de flèches sont perpendiculaires à l'axe principal.

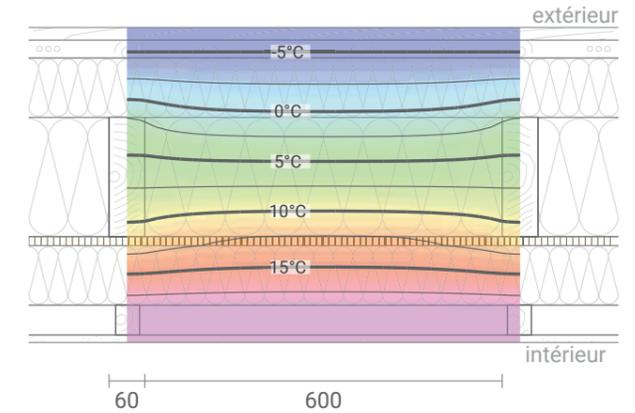
- ① Plaque de plâtre cartonnée (12,5 mm)
- ② lame d'air immobile (50 mm)
- ③ Ouate de cellulose (100 mm)
- ④ OSB/3 (15 mm)
- ⑤ Ouate de cellulose (200 mm)
- ⑥ Panneaux isolants à base de fibre de bois (100 mm)
- ⑦ lame d'air ventilée
- ⑧ Parement de façade rapporté

Air ambiant: 20,0°C / 50%
Air extérieur: -5,0°C / 80%
Temp. de surface: 19,3°C / -4,9°C

Valeur sd: 3,3 m

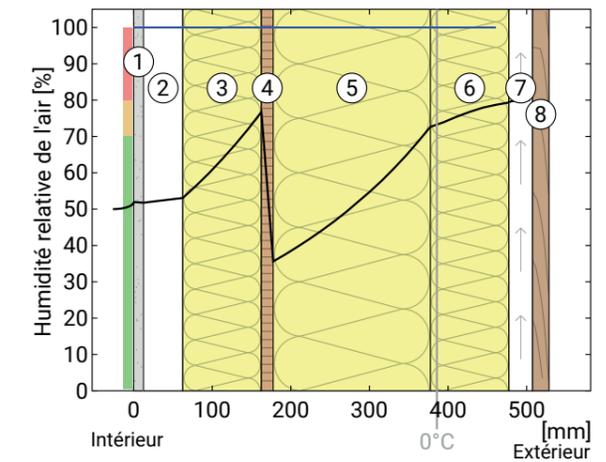
Épaisseur: 52,9 cm
Poids: 71 kg/m²
Capacité thermique: 105 kJ/m²K

Profil de température



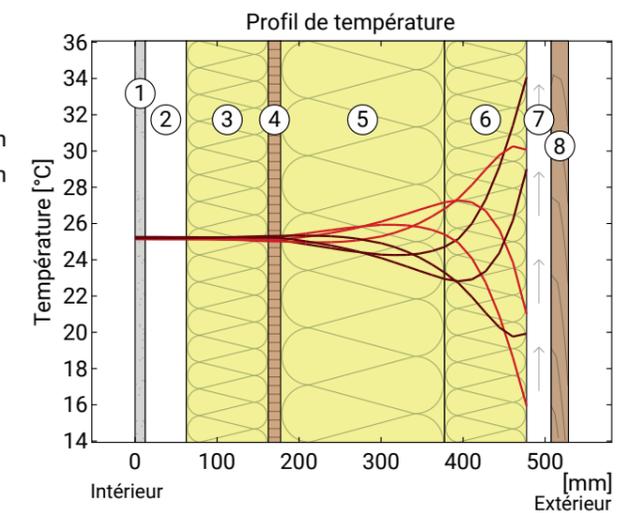
Hygrométrie

— Humidité relative de l'air en %
— Limite de saturation



Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
— Température à 19h, 23h et 3h

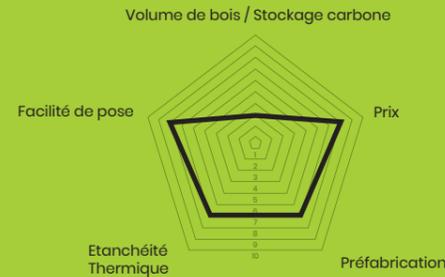




murs extérieurs

ossature bois finition enduit

Solution : ME ET PI



14.00
—
20

BOIS
LOCAL

murs extérieurs

ossature bois finition enduit

Solution : ME ET PI



Isolation thermique

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

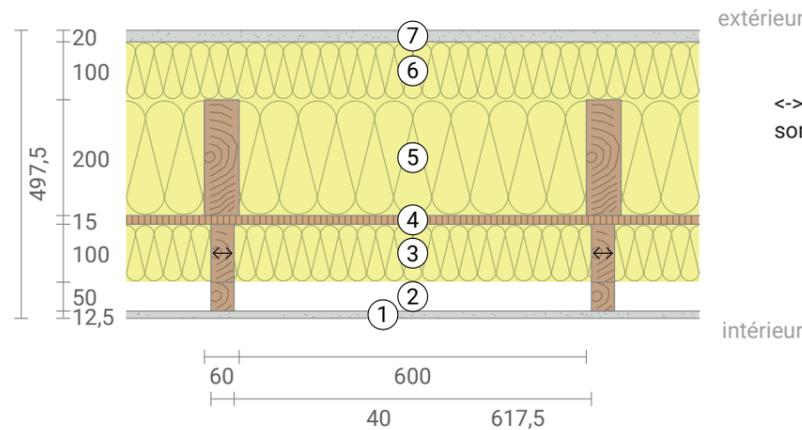
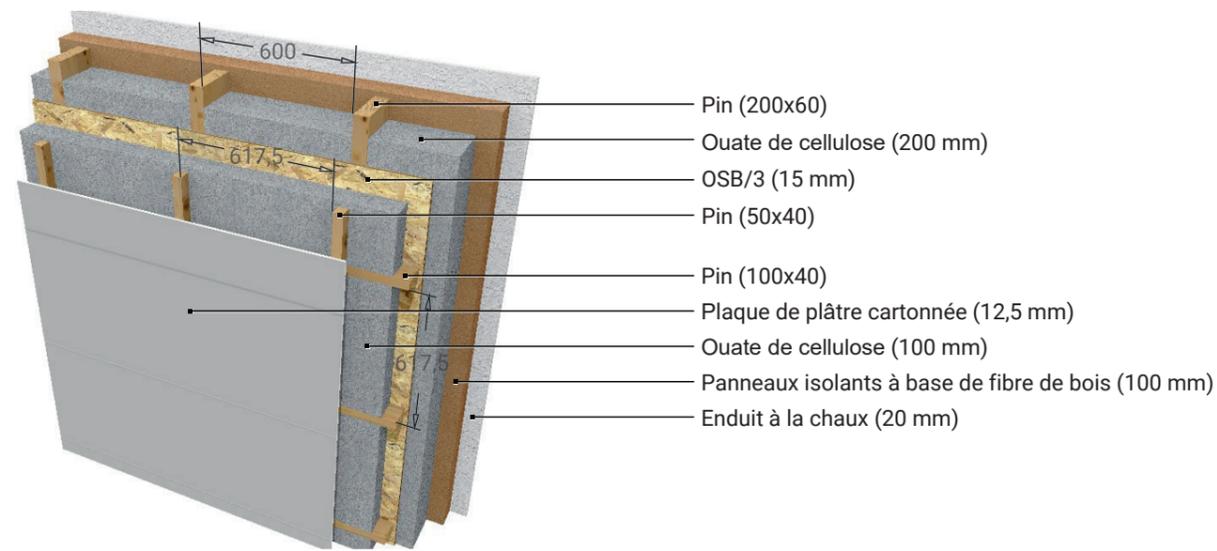


Hygrométrie

Pas de condensation

Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100
Déphasage: non significatif
Capacité de chaleur interne: 52 kJ/m²K



<-> Les couches marquées de flèches sont perpendiculaires à l'axe principal.

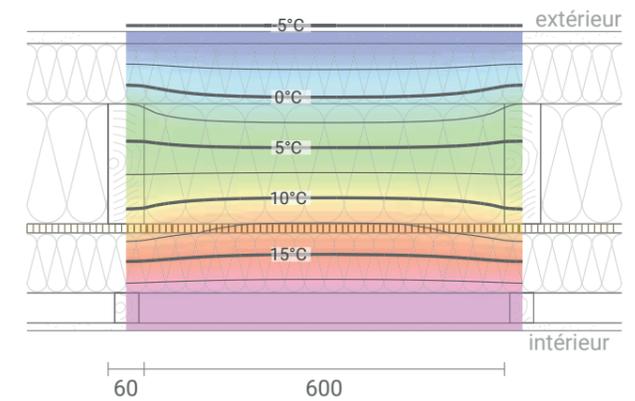
- ① Plaque de plâtre cartonnée (12,5 mm)
- ② lame d'air immobile (50 mm)
- ③ Ouate de cellulose (100 mm)
- ④ OSB/3 (15 mm)
- ⑤ Ouate de cellulose (200 mm)
- ⑥ Panneaux isolants à base de fibre de bois (100 mm)
- ⑦ Enduit à la chaux (20 mm)

Air ambiant: 20,0°C / 50%
Air extérieur: -5,0°C / 80%
Temp. de surface: 19,3°C / -4,9°C

Valeur sd: 3,5 m

Épaisseur: 49,8 cm
Poids: 90 kg/m²
Capacité thermique: 133 kJ/m²K

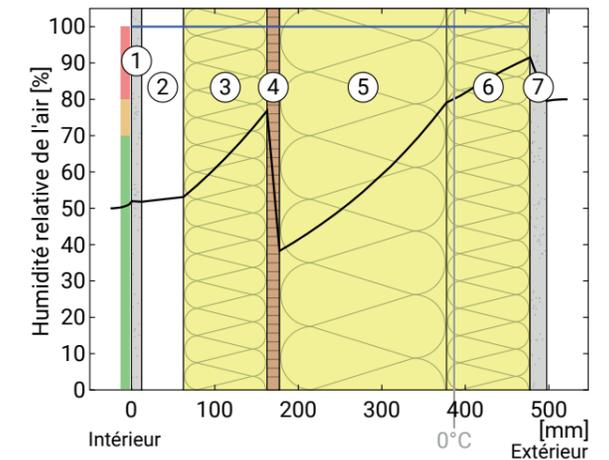
Profil de température



Hygrométrie

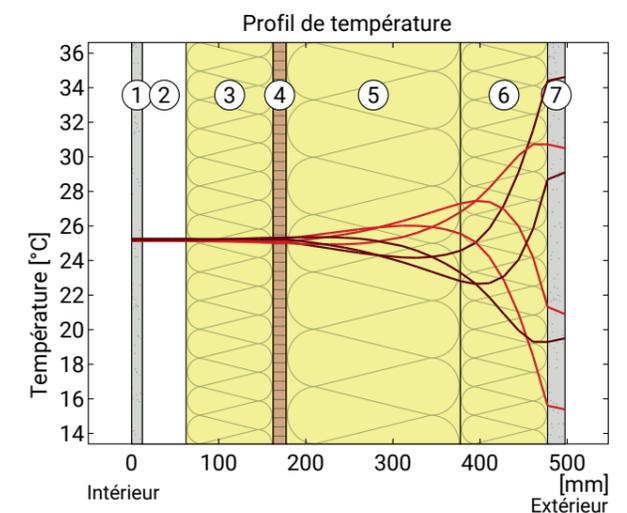
Dans ces conditions, il n'y a pas formation de condensation.

— Humidité relative de l'air en %
— Limite de saturation



Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
— Température à 19h, 23h et 3h



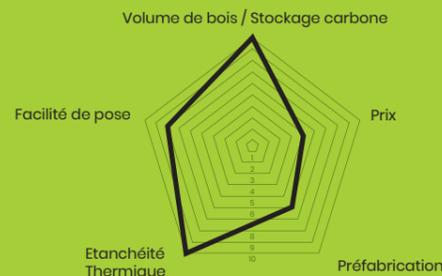


murs extérieurs

CLT avec poutres I non structurales

Solution : ME ECI P

15.60
—
20



murs extérieurs

CLT avec poutres I non structurales

Solution : ME ECI P



Isolation thermique

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Hygrométrie

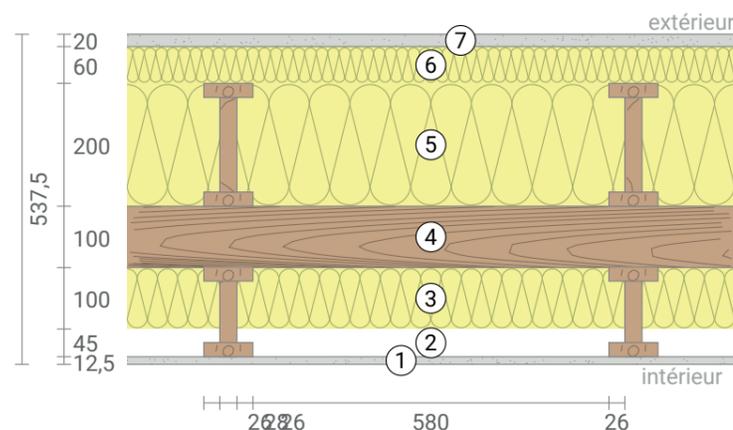
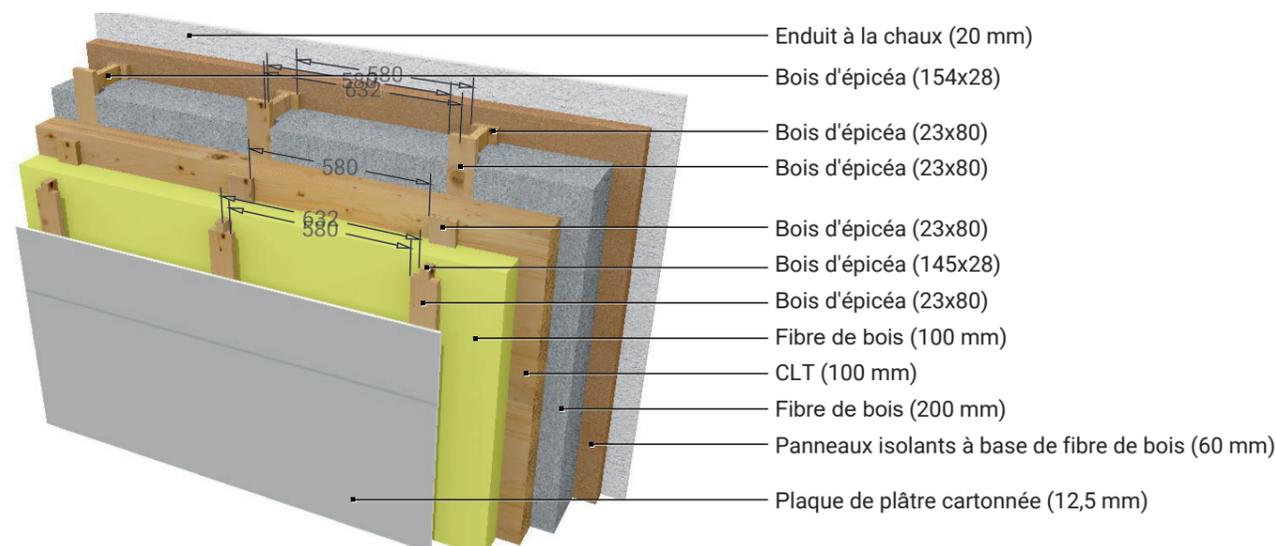
Pas de condensation

Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100

Déphasage: non significatif

Capacité de chaleur interne: 87 kJ/m²K



- ① Plaque de plâtre cartonnée (12,5 mm)
- ② lame d'air immobile (45 mm)
- ③ Fibre de bois (100 mm)
- ④ CLT (100 mm)
- ⑤ Fibre de bois (200 mm)
- ⑥ Panneaux isolants à base de fibre de bois (60 mm)
- ⑦ Enduit à la chaux (20 mm)

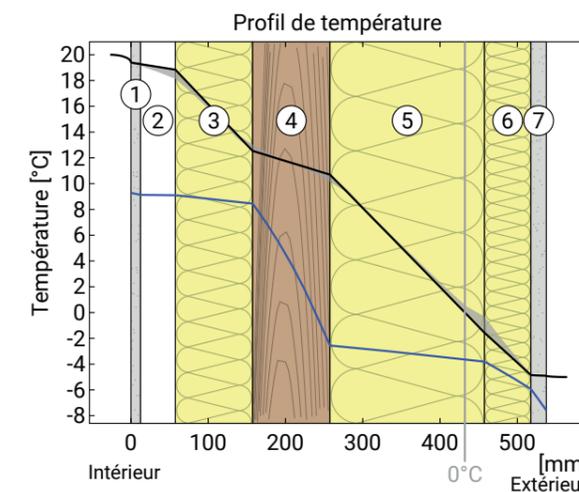
Air ambiant: 20,0°C / 50%
 Air extérieur: -5,0°C / 80%
 Temp. de surface: 19,3°C / -4,9°C

Valeur sd: 3,6 m

Épaisseur: 53,8 cm
 Poids: 117 kg/m²
 Capacité thermique: 177 kJ/m²K

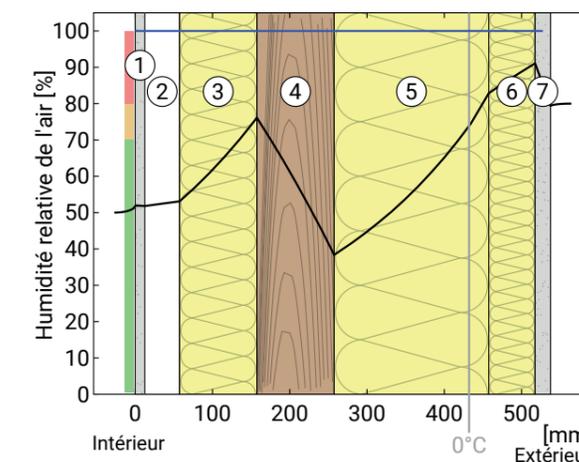
Profil de température

— Température de la paroi
 — Température de saturation



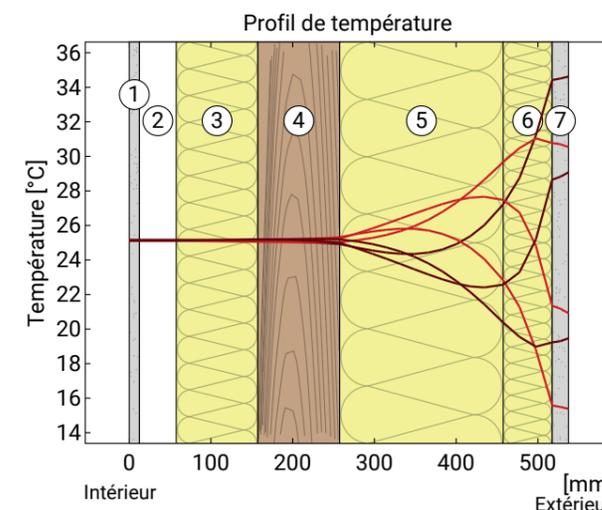
Hygrométrie

— Humidité relative de l'air en %
 — Limite de saturation



Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
 — Température à 19h, 23h et 3h



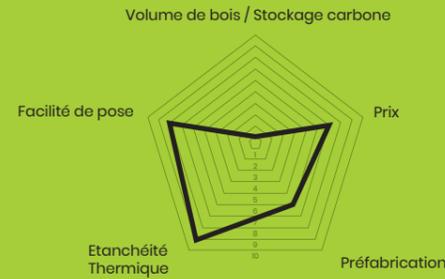


murs extérieurs

poutre en I

Solution : ME EI P

12.40
—
20



murs extérieurs

poutre en I

Solution : ME EI P



Isolation thermique

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Hygrométrie

Pas de condensation

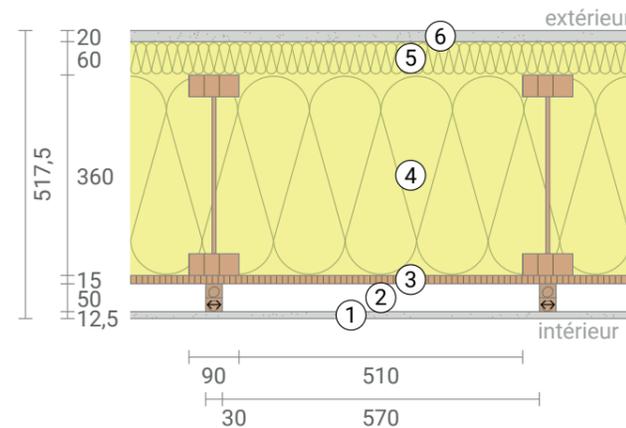
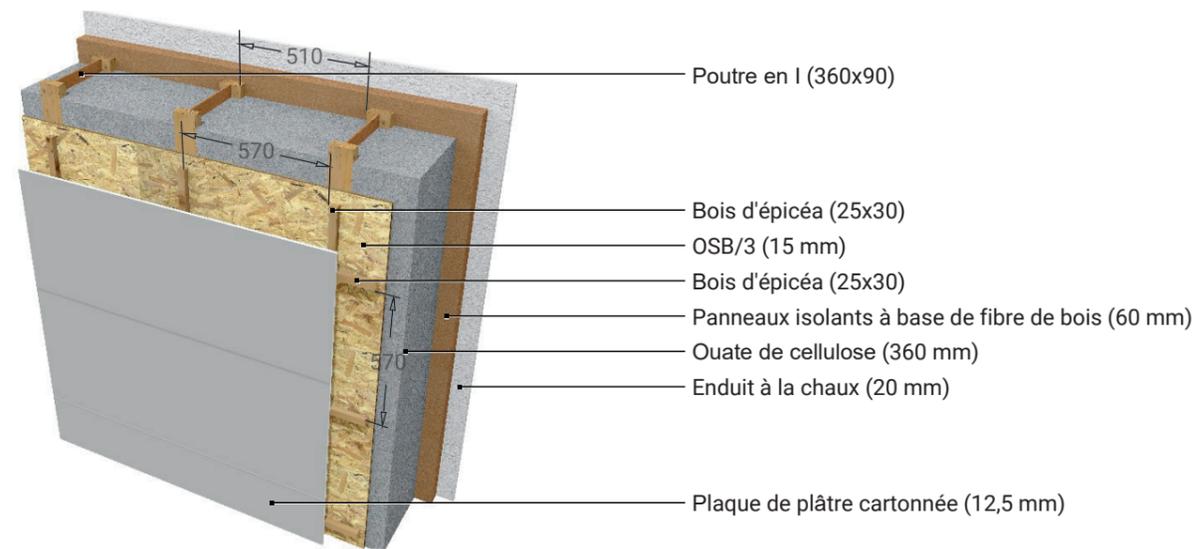
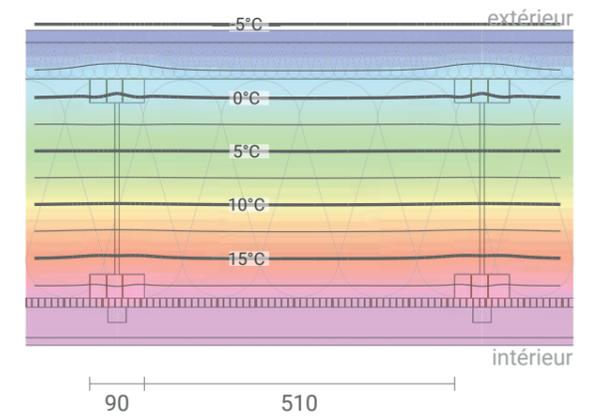


Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100
Déphasage: non significatif
Capacité de chaleur interne: 55 kJ/m²K



Profil de température



- ① Plaque de plâtre cartonnée (12,5 mm)
- ② lame d'air immobile (50 mm)
- ③ OSB/3 (15 mm)
- ④ Ouate de cellulose (360 mm)
- ⑤ Panneaux isolants à base de fibre de bois (60 mm)
- ⑥ Enduit à la chaux (20 mm)

<-> Les couches marquées de flèches sont perpendiculaires à l'axe principal.

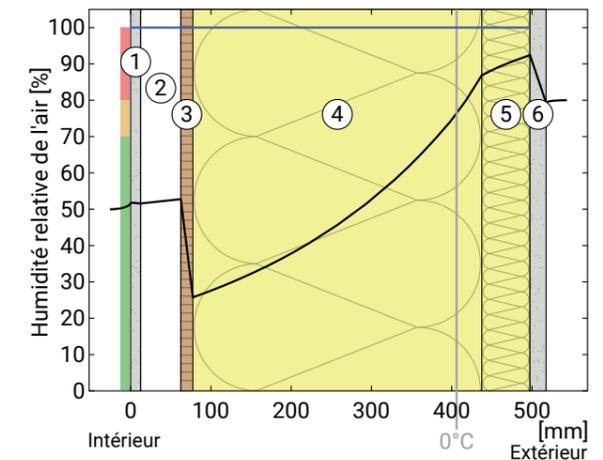
Air ambiant: 20,0°C / 50%
Air extérieur: -5,0°C / 80%
Temp. de surface: 19,3°C / -4,9°C

Valeur sd: 3,4 m

Épaisseur: 51,8 cm
Poids: 83 kg/m²
Capacité thermique: 124 kJ/m²K

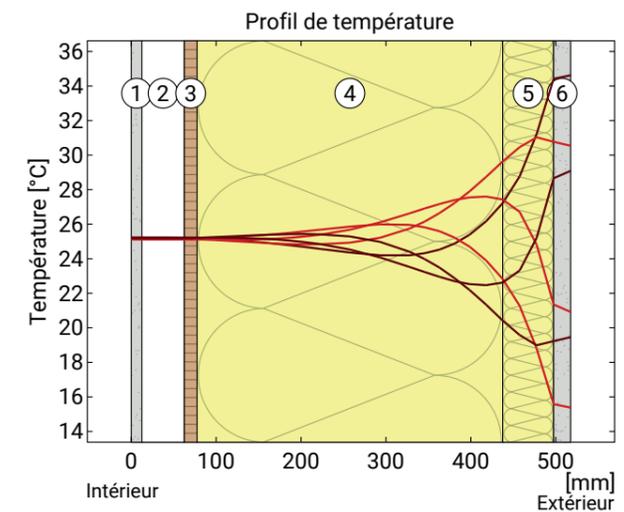
Hygrométrie

— Humidité relative de l'air en %
— Limite de saturation



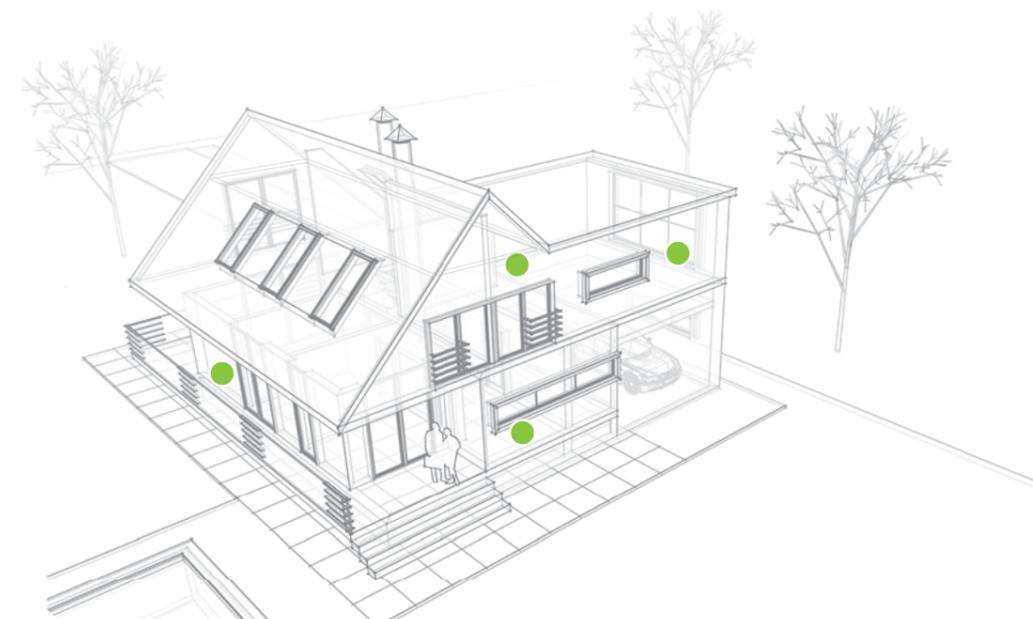
Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
— Température à 19h, 23h et 3h





MURS MANTEAUX (EXTÉRIEURS)



B : BARDAGE

T : Tradi	T : Tradi	I : Poutre structure
MM F BT P	MM P BT P	MM F BI P1
note : 15.20	15.20	11.80

Conforme au DTU 31.2 révisé (OSB côté intérieur) et DTU 31.4 des façades bois non porteuses.

Attention : pour une pose en applique extérieure (cas des MM), il est impossible de scotcher les PV entre les panneaux OSB sur chantier. Ils doivent donc être mis en usine, ce qui implique la fabrication de caissons préfabriqués.

Remarques :

- Valider par calcul de structure les assemblages des panneaux OSB (entre-eux, sur l'ossature bois et sur le gros-œuvre)
- Si une tenue au feu est exigée, adapter la nature et l'épaisseur du parement intérieur
- HORS CADRE D'ETUDE : Si le bâtiment doit respecter l'IT249 (ERP, habitation 3 et 4^e familles) : les liaisons au niveau des dalles sont à renforcer (voir exemple croquis), les règles du C+D s'appliquent, et les matériaux isolants mis en oeuvre doivent avoir une réaction au feu A2-s3,d0 => Les isolants minéraux satisfont cette exigence mais les bio-sourcés nécessitent un écran thermique A2-s3,d0 complémentaire

Points de vigilance :

- le panneau OSB / CLT forme pare-vapeur
 - > joints à étancher (scotcher)
 - > on respecte la règle du 2/3 + 1/3 pour l'isolation rapportée par l'intérieur

Les systèmes de fixation (équerrés) doivent permettre la dilatation entre les matériaux de la façade et ceux du mur de refend et de la dalle, d'où par exemple la présence de trous oblongs

...

Points de vigilance :

- le panneau OSB / CLT forme pare-vapeur
 - > joints à étancher (scotcher)
 - > on respecte la règle du 2/3 + 1/3 pour l'isolation rapportée par l'intérieur

Poser un calfeutrement acoustique et E30 compressible entre le gros œuvre et le mur manteau afin

- d'absorber les tolérances dimensionnelles de la façade
- d'isoler le bruit aérien entre les niveaux
- d'éviter la propagation du feu entre les étages



murs extérieurs

manteau sur support filaire avec poutre en I

Solution : MM F BI P

murs extérieurs

manteau sur support filaire avec poutre en I

Solution : MM F BI P



Isolation thermique

$U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

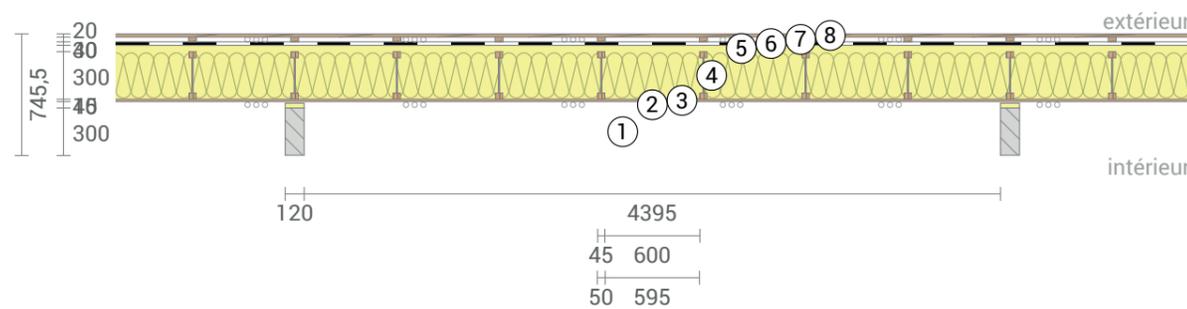
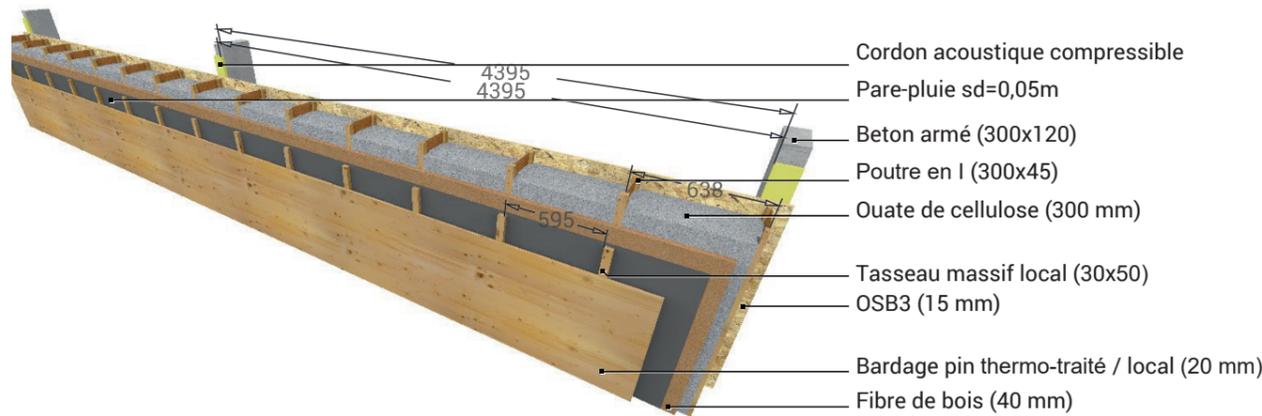


Hygrométrie

Pas de condensation

Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: 33
Déphasage: 15,0 h
Capacité de chaleur interne: 32 kJ/m²K



- ① Béton armé (300x120)
- ② lame d'air (40 mm)
- ③ OSB3 (15 mm)
- ④ Ouate de cellulose (300 mm)
- ⑤ Fibre de bois (40 mm)
- ⑥ Pare-pluie $s_d=0,05\text{m}$
- ⑦ lame d'air ventilée (30 mm)
- ⑧ Bardage pin thermo-traité / local (20mm)

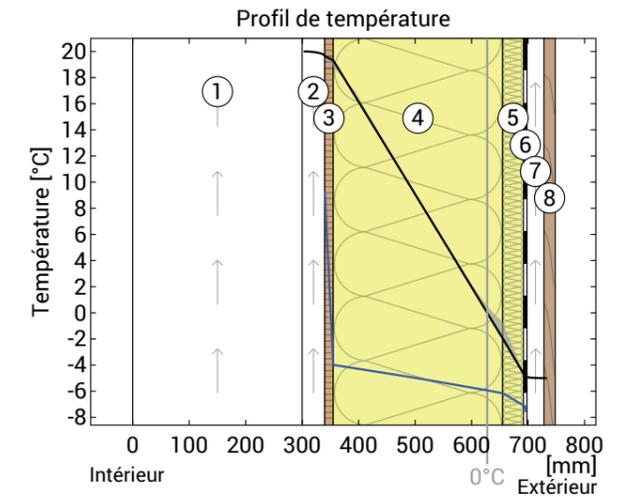
Air ambiant: 20,0°C / 50%
Air extérieur: -5,0°C / 80%
Temp. de surface: 19,4°C / -4,9°C

Valeur s_d : 3,5 m

Épaisseur: 74,5 cm
Poids: 63 kg/m²
Capacité thermique: 57 kJ/m²K

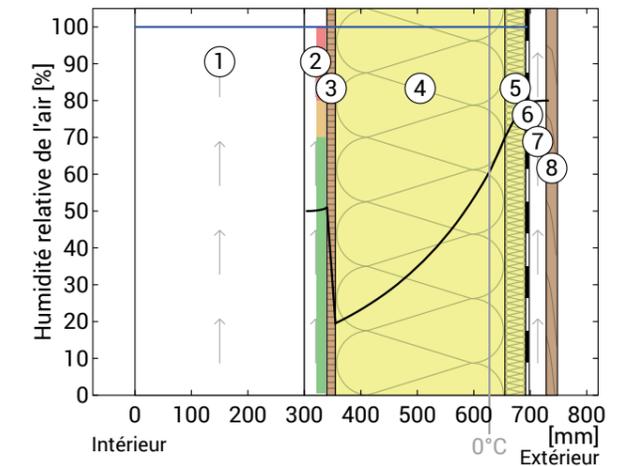
Profil de température

— Température de la paroi
— Température de saturation



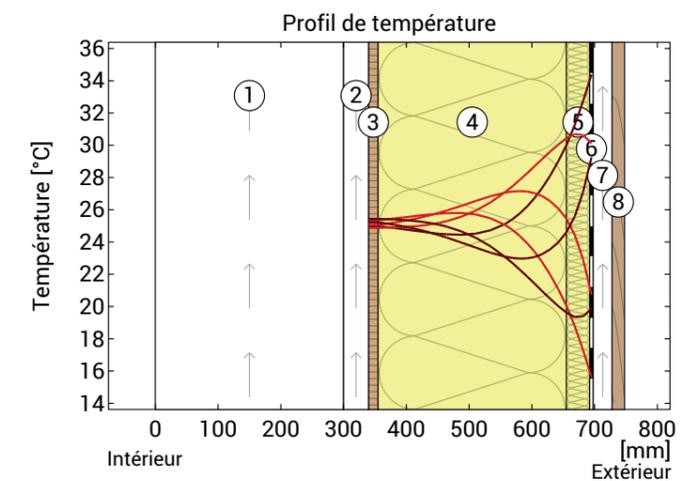
Hygrométrie

— Humidité relative de l'air en %
— Limite de saturation



Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
— Température à 19h, 23h et 3h





murs extérieurs

manteau sur support filaire avec ossature bois

Solution : MM F BT P

BOIS LOCAL

murs extérieurs

manteau sur support plein avec ossature bois

Solution : MM F BT P



Isolation thermique

$U = 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

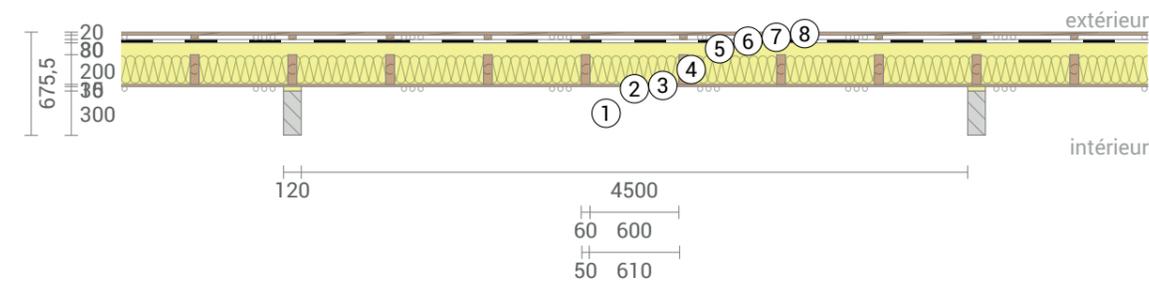
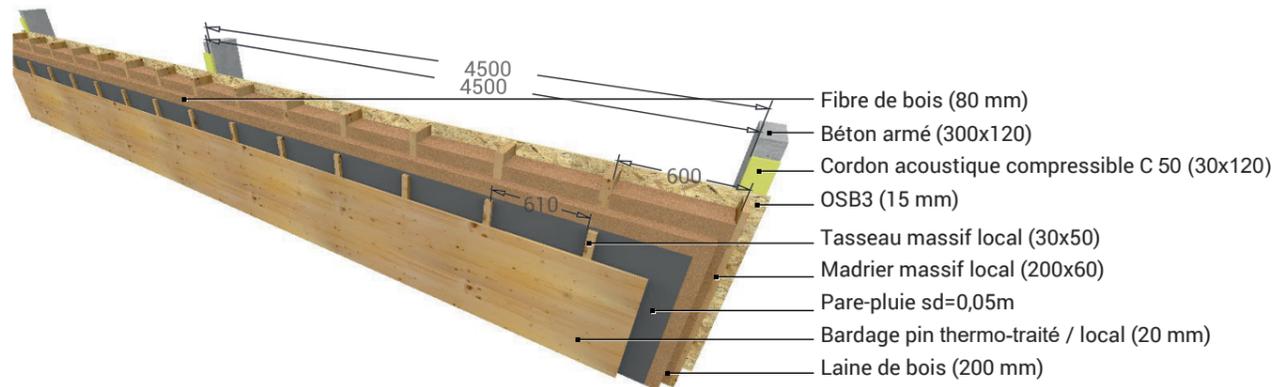


Hygrométrie

Pas de condensation

Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: 21
Déphasage: 13,7 h
Capacité de chaleur interne: 35 kJ/m²K



- ① Béton armé (300x120)
- ② lame d'air (30 mm)
- ③ OSB3 (15 mm)
- ④ Laine de bois (200 mm)
- ⑤ Fibre de bois (80 mm)
- ⑥ Pare-pluie sd=0,05m
- ⑦ lame d'air ventilée (30 mm)
- ⑧ Bardage pin thermo-traité / local (20mm)

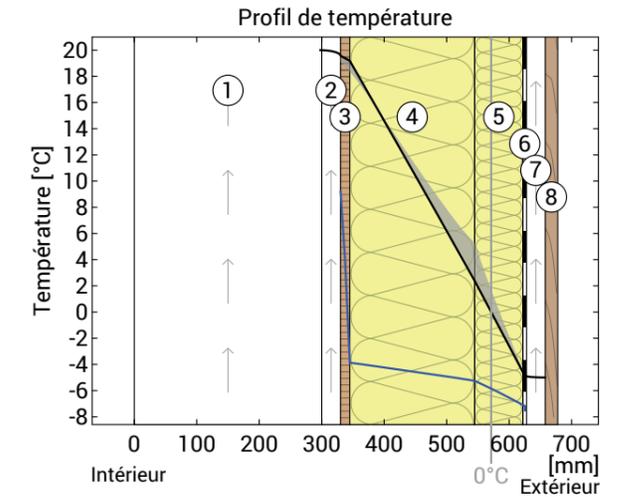
Air ambiant: 20,0°C / 50%
 Air extérieur: -5,0°C / 80%
 Temp. de surface: 19,2°C / -4,8°C

Valeur sd: 3,5 m

Épaisseur: 67,5 cm
 Poids: 66 kg/m²
 Capacité thermique: 62 kJ/m²K

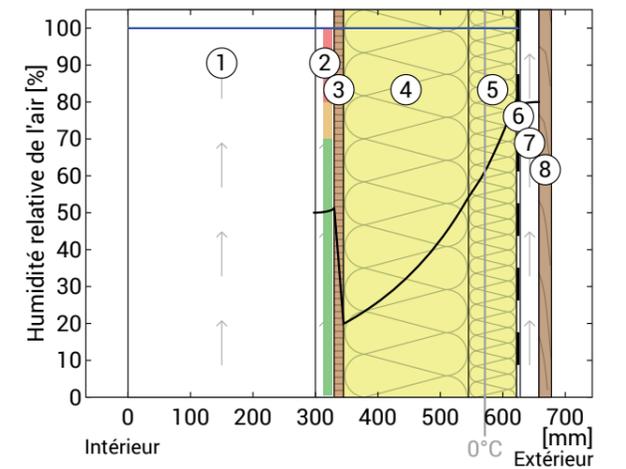
Profil de température

— Température de la paroi
 — Température de saturation



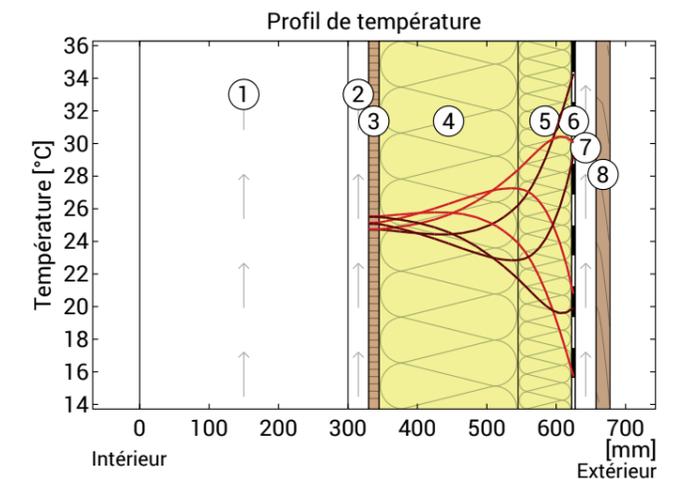
Hygrométrie

— Humidité relative de l'air en %
 — Limite de saturation



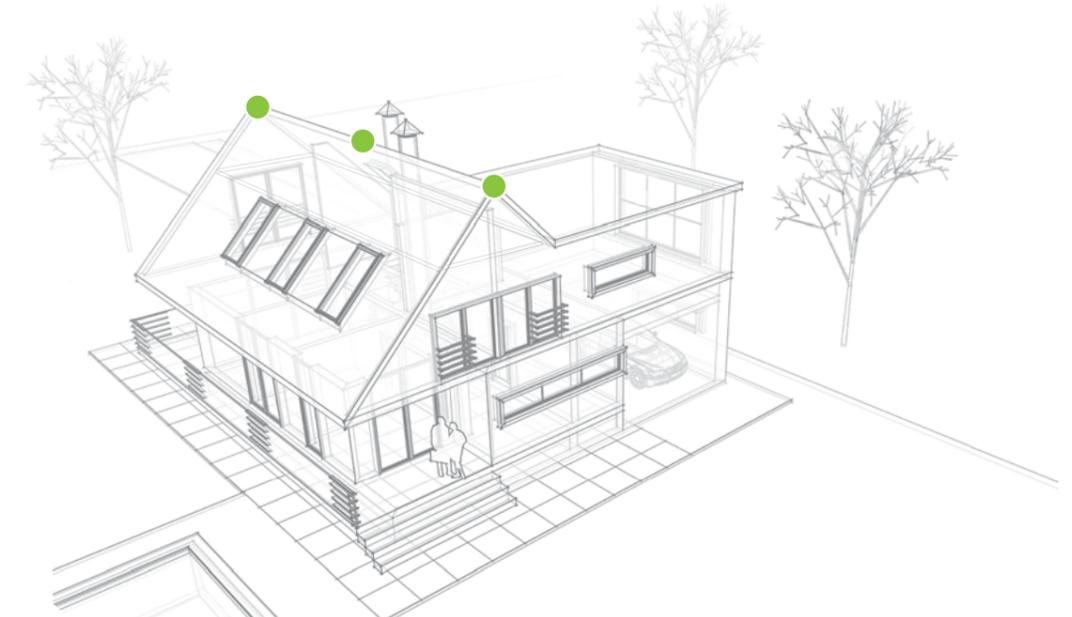
Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
 — Température à 19h, 23h et 3h





CHARPENTE



T : TRADITIONNELLE IP ISOLÉE PASSIF	I : POUTRE EN I	C : CLT ET POUTRES EN I
CT IP1	CI IP	CC IP1
note: 12.40	11.80	15.20

Conforme au DTU 31.2 révisé (OSB côté intérieur)

Les panneaux OSB / CLT participent au contreventement (vent et / ou séisme) : leurs assemblages entre-eux, sur la charpente et les murs sont à valider par le calcul de structure.
Si une tenue au feu est exigée, la nature et l'épaisseur du parement intérieur sont à adapter.

Points de vigilance :

- le panneau OSB / CLT forme pare-vapeur
 - > joints à étancher (scotcher)
 - > on respecte la règle du 2/3 + 1/3 pour l'isolation rapportée par l'intérieur



charpente

traditionnelle avec chevrons

Solution : CT IPI

Volume de bois / Stockage carbone

12.40
—
20

Facilité de pose

Prix

Étanchéité
Thermique

Préfabrication

BOIS
LOCAL

charpente

traditionnelle avec chevrons

Solution : CT IPI



Isolation thermique

$U = 0,12 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

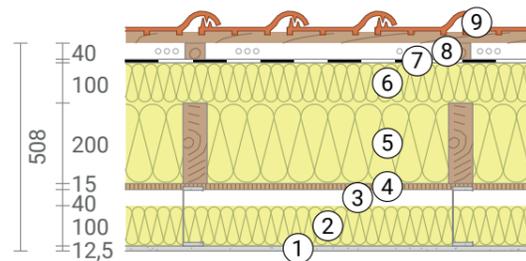
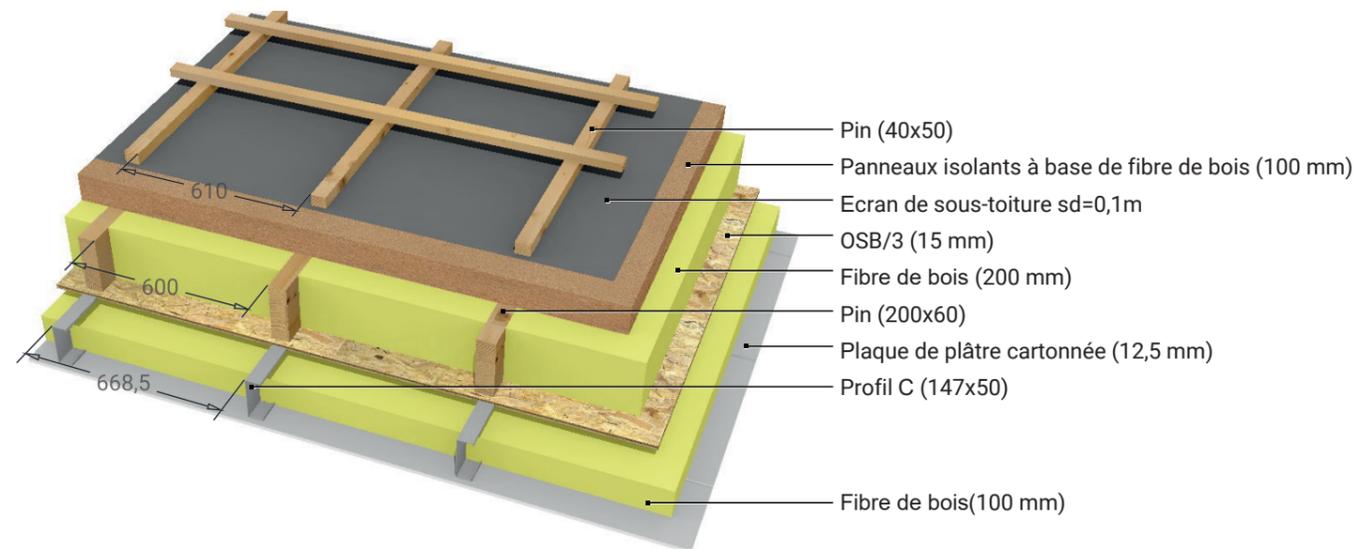
bon mauvais bon mauvais bon mauvais

Hygrométrie

Pas de condensation

Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100
Déphasage: non significatif
Capacité de chaleur interne: $57 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



- ① Plaque de plâtre cartonnée (12,5 mm)
- ② Fibre de bois (100 mm)
- ③ Niveau d'installation (40 mm)
- ④ OSB/3 (15 mm)
- ⑤ Fibre de bois (200 mm)
- ⑥ Panneaux isolants à base de fibre de bois (100 mm)
- ⑦ Ecran de sous-toiture sd=0,1m
- ⑧ Lame d'air ventilée (40 mm)
- ⑨ Couverture compris liteaux (103 mm)

Air ambiant: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$
Air extérieur: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$
Temp. de surface: $17,9^\circ\text{C} / -4,9^\circ\text{C}$

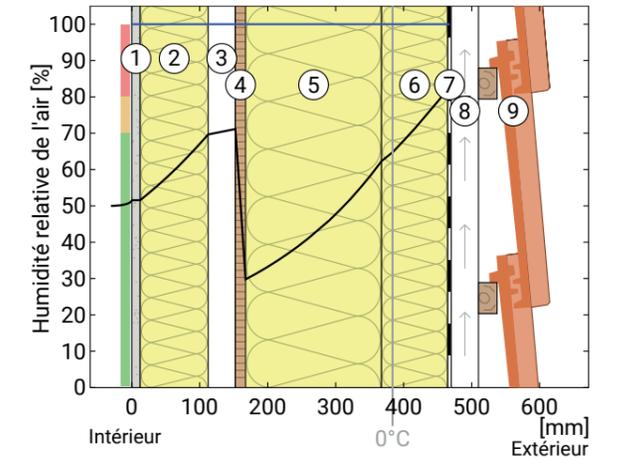
Valeur sd: 6,3 m

Épaisseur: 61,1 cm
Poids: $117 \text{ kg}/\text{m}^2$
Capacité thermique: $107 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

Hygrométrie

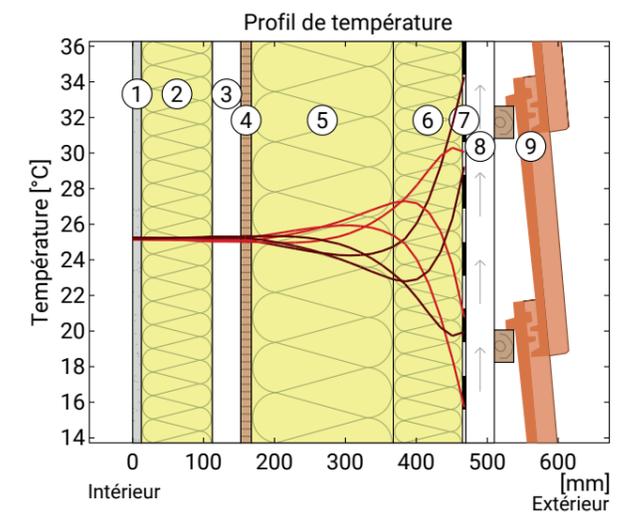
Dans ces conditions, il n'y a pas formation de condensation.

— Humidité relative de l'air en %
— Limite de saturation



Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
— Température à 19h, 23h et 3h

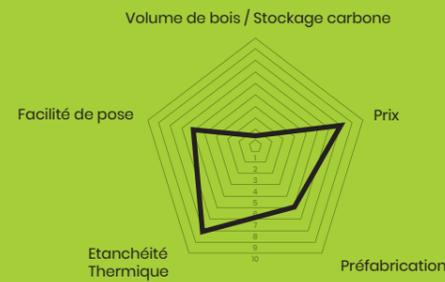




charpente

avec poutres en I

Solution : CI IP



11.80
—
20

charpente

avec poutres en I

Solution : CI IP



Isolation thermique

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

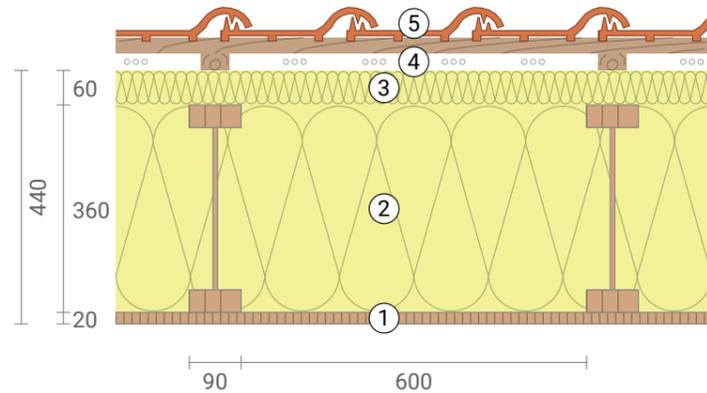
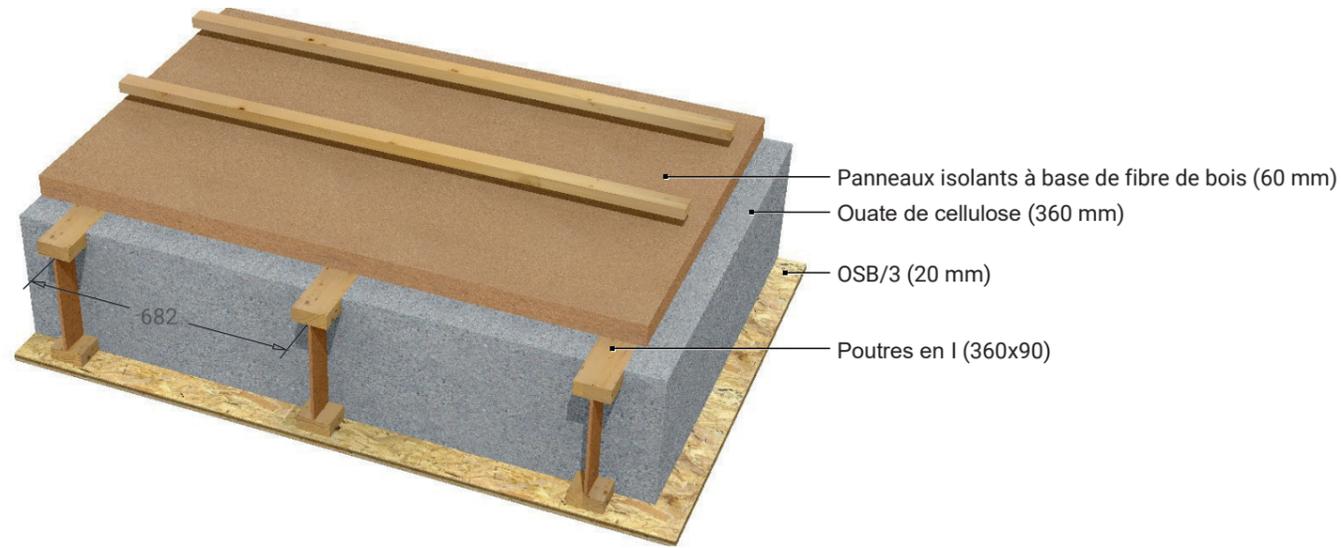


Hygrométrie

Pas de condensation

Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100
Déphasage: non significatif
Capacité de chaleur interne: 51 kJ/m²K



- ① OSB/3 (20 mm)
- ② Ouate de cellulose (360 mm)
- ③ Panneaux isolants à base de fibre de bois (60 mm)
- ④ Lamelle d'air ventilée
- ⑤ Couverture comprise liteaux

Air ambiant: 20,0°C / 50%
Air extérieur: -5,0°C / 80%
Temp. de surface: 19,1°C / -4,9°C

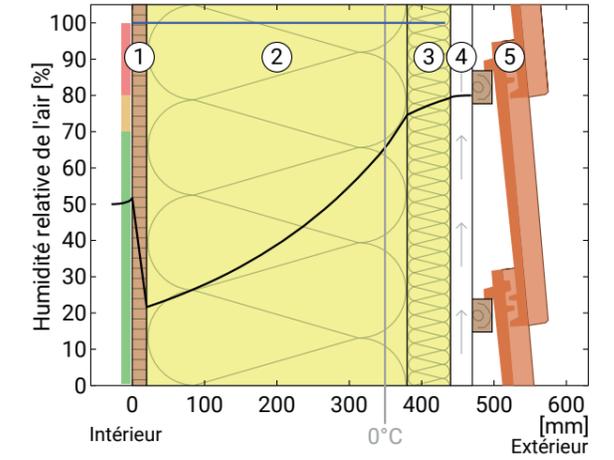
Valeur sd: 3,9 m

Épaisseur: 57,3 cm
Poids: 99 kg/m²
Capacité thermique: 91 kJ/m²K

Hygrométrie

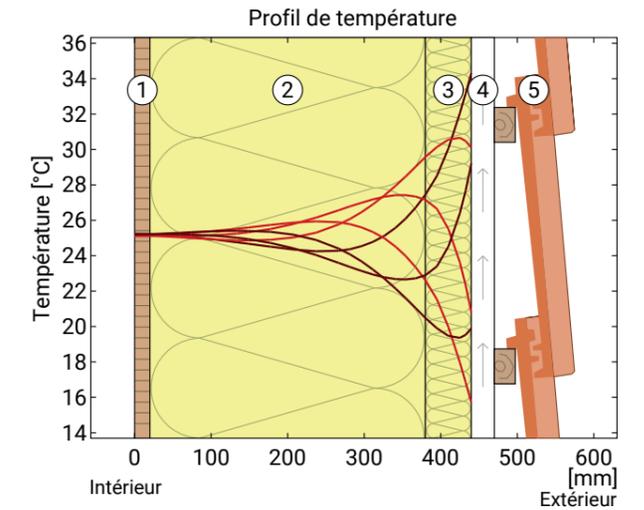
Dans ces conditions, il n'y a pas formation de condensation.

— Humidité relative de l'air en %
— Limite de saturation



Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
— Température à 19h, 23h et 3h

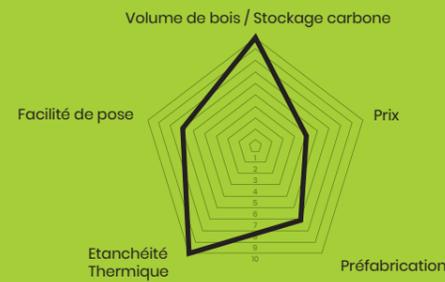




charpente

avec CLT et poutres en I

Solution : CC IPI



15.20
—
20

charpente

avec CLT et poutres en I

Solution : CC IPI



Isolation thermique

$U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

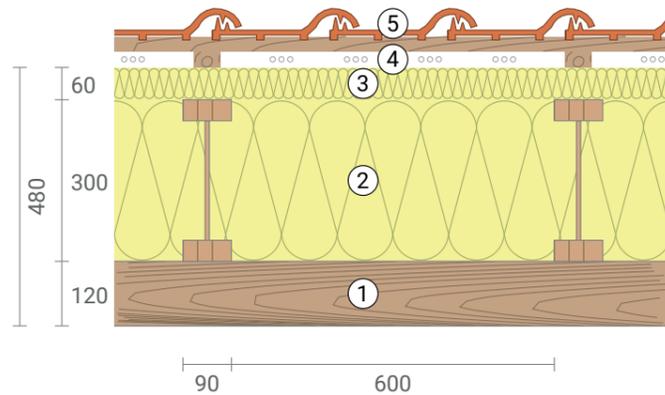
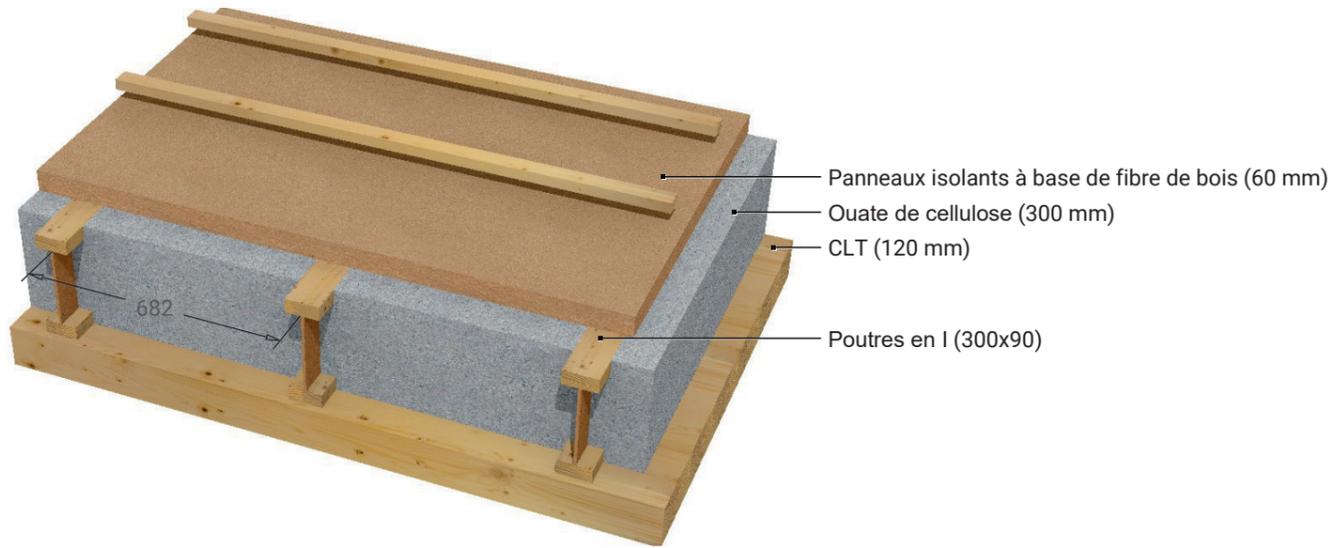


Hygrométrie

Pas de condensation

Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100
Déphasage: non significatif
Capacité de chaleur interne: 109 kJ/m²K



- ① CLT (120 mm)
- ② Ouate de cellulose (300 mm)
- ③ Panneaux isolants à base de fibre de bois (60 mm)
- ④ lame d'air ventilée
- ⑤ Couverture compris liteaux

Air ambiant: 20,0°C / 50%
 Air extérieur: -5,0°C / 80%
 Temp. de surface: 19,3°C / -4,9°C

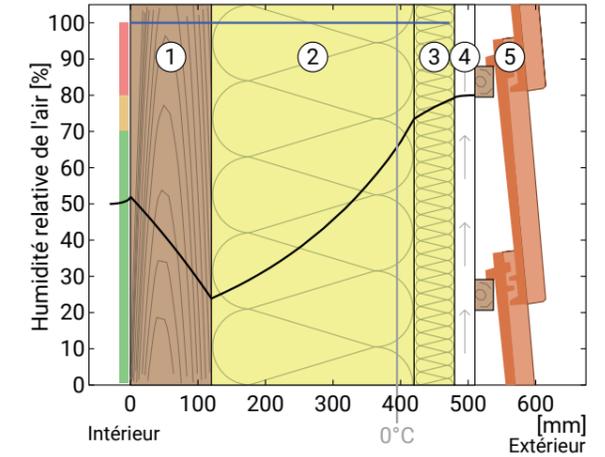
Valeur sd: 3,8 m

Épaisseur: 61,3 cm
 Poids: 139 kg/m²
 Capacité thermique: 153 kJ/m²K

Hygrométrie

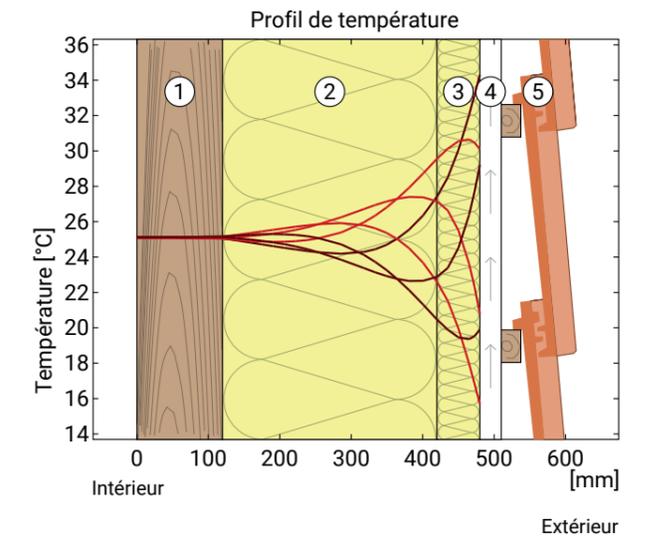
Dans ces conditions, il n'y a pas formation de condensation.

— Humidité relative de l'air en %
 — Limite de saturation



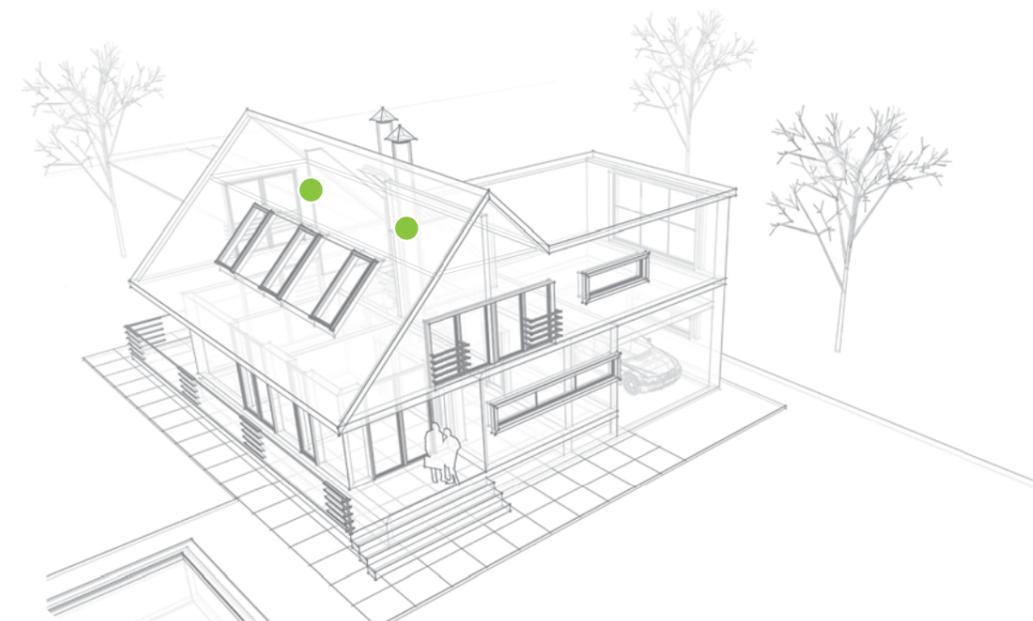
Confort d'été

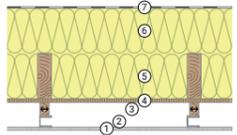
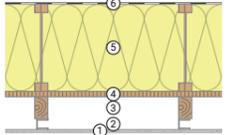
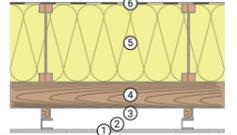
— Température à 15h, 11h et 7h
 — Température à 19h, 23h et 3h





PLANCHER NON ACCESSIBLE



T : TRADITIONNEL ET IP : ISOLÉ PASSIF	I : POUTRES EN I	C : CLT ET POUTRES EN I OPTIONNELLES
PI NA TI PI	PI NA I IP	PI NA C IP
		
note: 13.80	12.20	14.80

Accès aux combles possible en ajoutant un solivage et un panneau OSB / CTBH ou platelage

Les panneaux OSB / CLT participent au contreventement (vent et / ou séisme) : leurs assemblages entre-eux, sur la charpente et les murs sont à valider par le calcul de structure.
Si une tenue au feu est exigée, la nature et l'épaisseur du parement intérieur sont à adapter.

Points de vigilance :

- le panneau OSB / CLT forme frein-vapeur
 - > joints à étancher (scotcher)
 - > on respecte la règle du 2/3 + 1/3 pour l'isolation rapportée par l'intérieur



Plancher non accessible

sur lambourdes

Solution : **PI N A T I P I**

Volume de bois / Stockage carbone

13.80
—
20

Facilité de pose

Prix

Étanchéité Thermique

Préfabrication

BOIS LOCAL

Plancher non accessible

sur lambourdes

Solution : **PI N A T I P I**



Isolation thermique

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



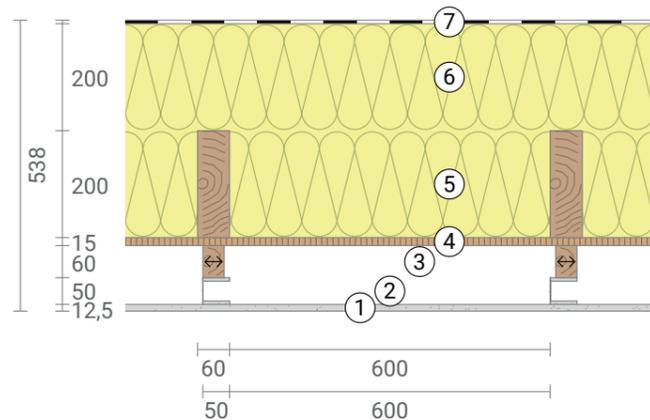
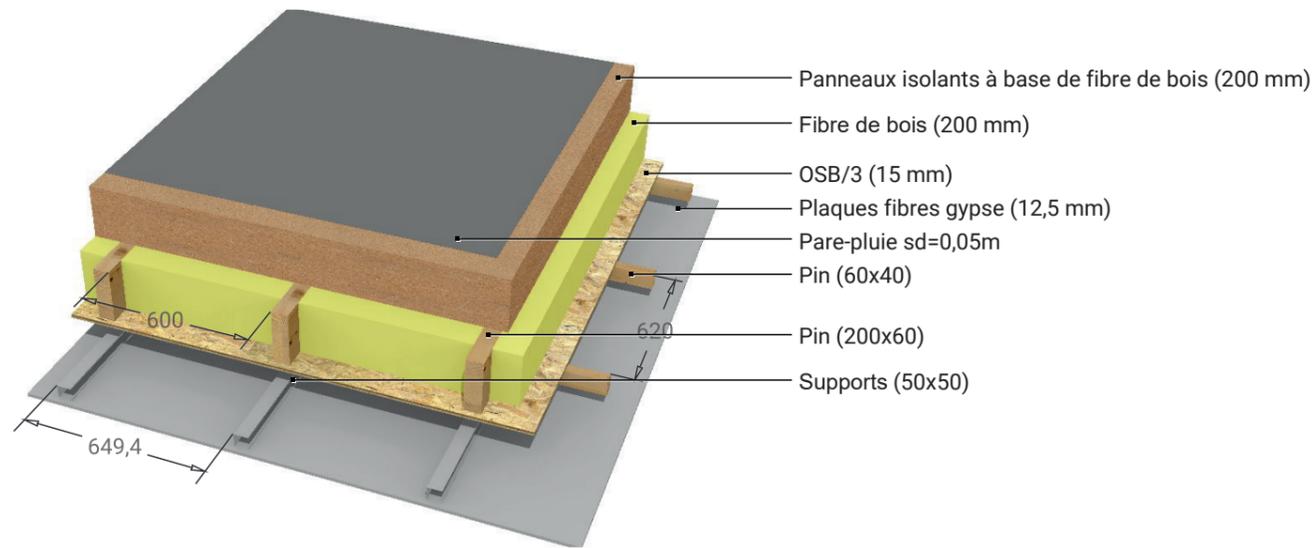
Hygrométrie

Pas de condensation



Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100
Déphasage: non significatif
Capacité de chaleur interne: 73 kJ/m²K



- ① Plaques fibres gypse (12,5 mm)
- ② lame d'air immobile (50 mm)
- ③ Niveau d'installation (60 mm)
- ④ OSB/3 (15 mm)
- ⑤ Fibre de bois (200 mm)
- ⑥ Panneaux isolants à base de fibre de bois (200 mm)
- ⑦ Pare-pluie sd=0,05m

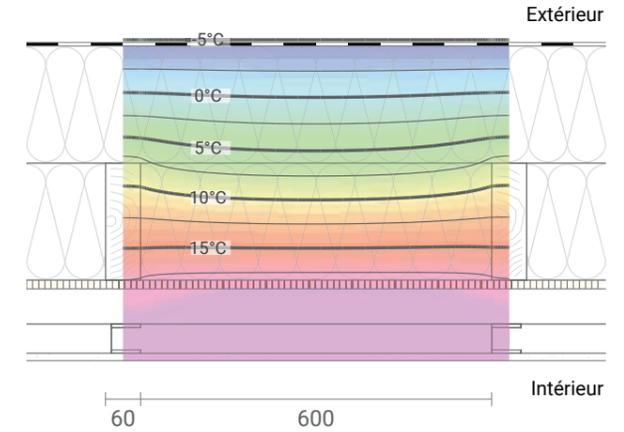
<-> Les couches marquées de flèches sont perpendiculaires à l'axe principal.

Air ambiant: 20,0°C / 50%
Pièce non chauffée: -5,0°C / 80%
Temp. de surface: 19,2°C / -4,9°C

Valeur sd: 6,7 m

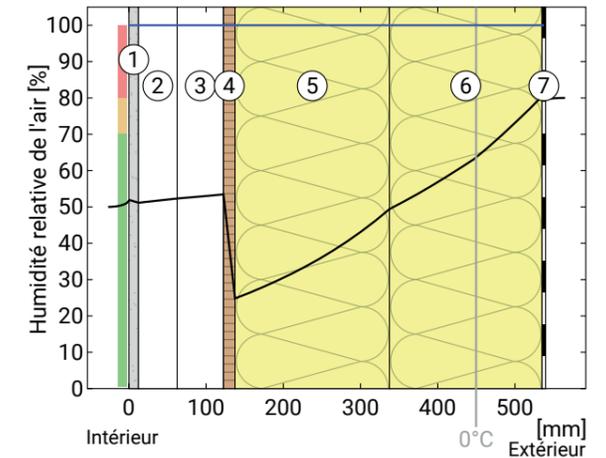
Épaisseur: 53,8 cm
Poids: 78 kg/m²
Capacité thermique: 134 kJ/m²K

Profil de température



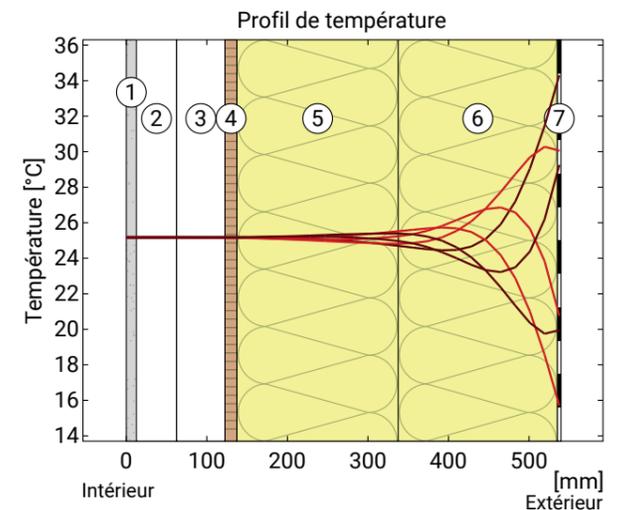
Hygrométrie

— Humidité relative de l'air en %
— Limite de saturation



Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
— Température à 19h, 23h et 3h

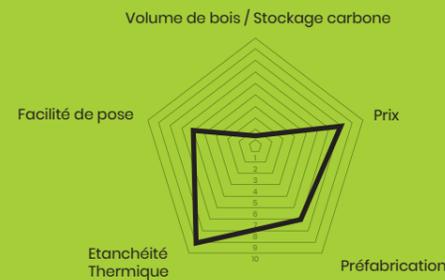




Plancher non accessible

avec poutres en I

Solution : **PI NA I IP**



12.20
20

Plancher non accessible

avec poutres en I

Solution : **PI NA I IP**



Isolation thermique

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Hygrométrie

Pas de condensation

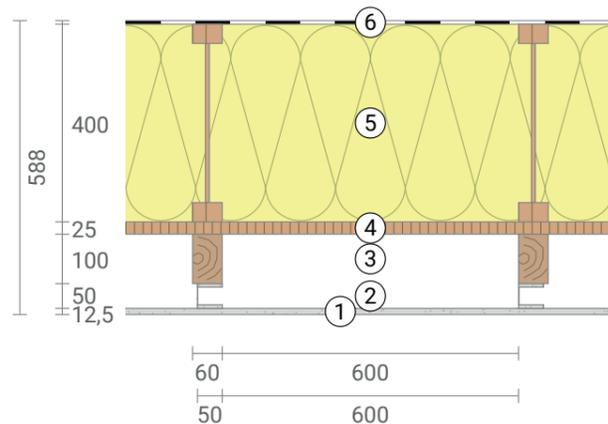
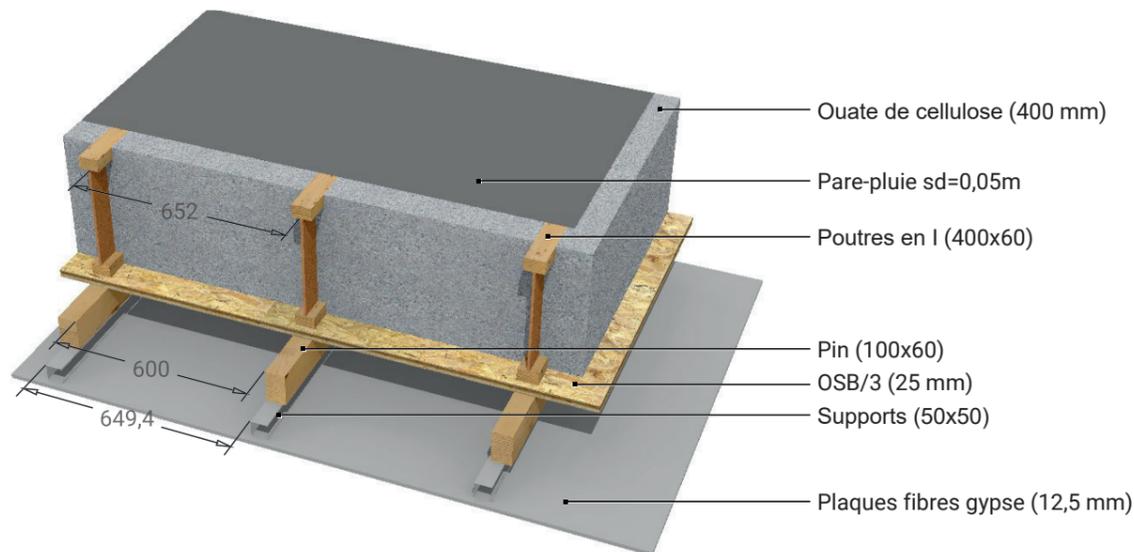


Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100

Déphasage: non significatif

Capacité de chaleur interne: $74 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



- ① Plaques fibres gypse (12,5 mm)
- ② lame d'air immobile (50 mm)

- ③ Niveau d'installation (100 mm)
- ④ OSB/3 (25 mm)

- ⑤ Ouate de cellulose (400 mm)
- ⑥ Pare-pluie $sd=0,05\text{m}$

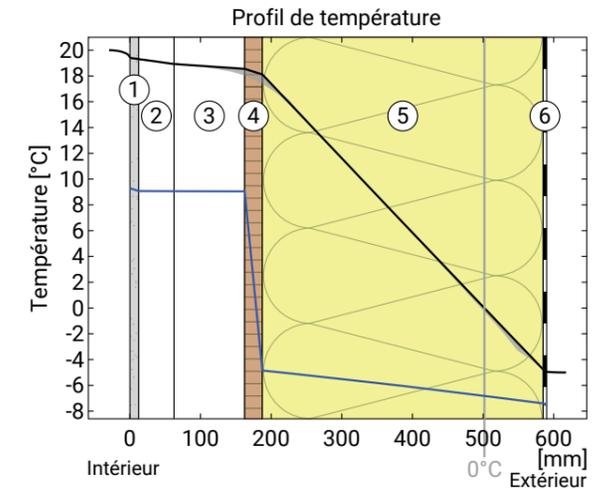
Air ambiant: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$
Pièce non chauffée: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$
Temp. de surface: $19,3^\circ\text{C} / -4,9^\circ\text{C}$

Valeur sd: 9,4 m

Épaisseur: 58,8 cm
Poids: $63 \text{ kg}/\text{m}^2$
Capacité thermique: $103 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

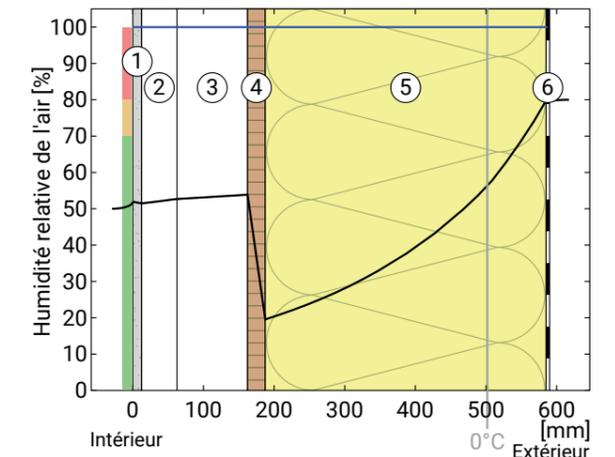
Profil de température

— Température de la paroi
— Température de saturation



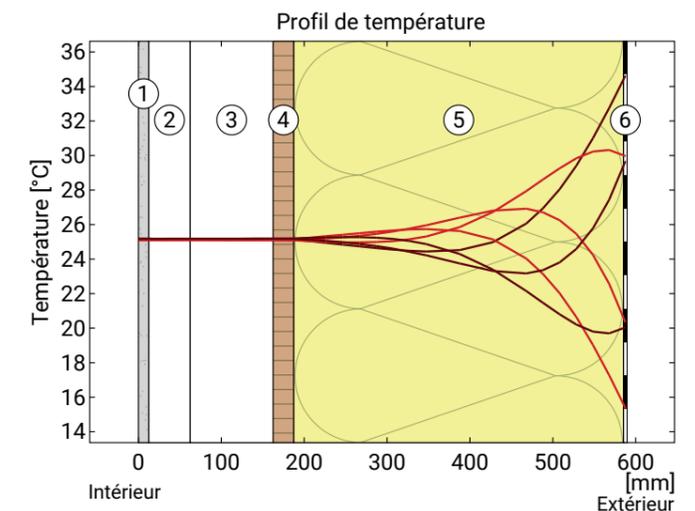
Hygrométrie

— Humidité relative de l'air en %
— Limite de saturation



Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
— Température à 19h, 23h et 3h

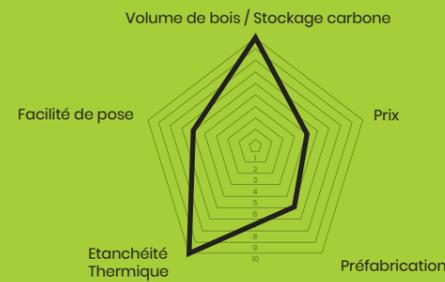




Plancher non accessible

sur CLT (poutres en I optionnelles)

Solution : **PI NA C IP**



14.80
20

Plancher non accessible

sur CLT (poutres en I optionnelles)

Solution : **PI NA C IP**



Isolation thermique

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



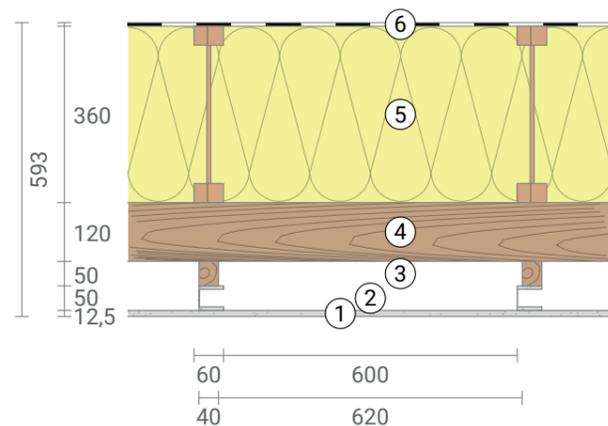
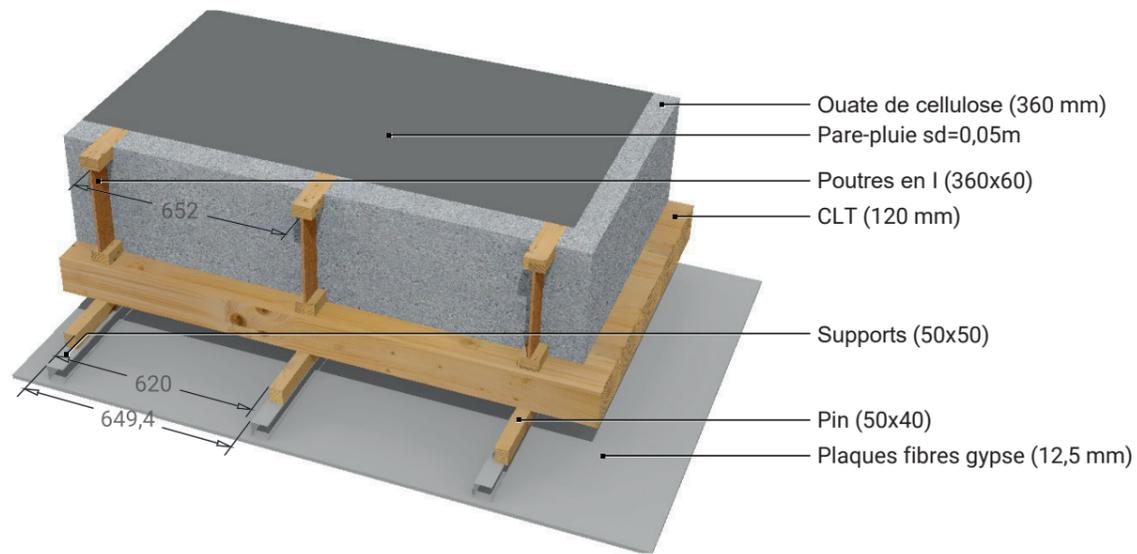
Hygrométrie

Pas de condensation



Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100
Déphasage: non significatif
Capacité de chaleur interne: $121 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



- ① Plaques fibres gypse (12,5 mm)
- ② lame d'air immobile (50 mm)
- ③ Niveau d'installation (50 mm)
- ④ CLT (120 mm)
- ⑤ Ouate de cellulose (360 mm)
- ⑥ Pare-pluie sd=0,05m

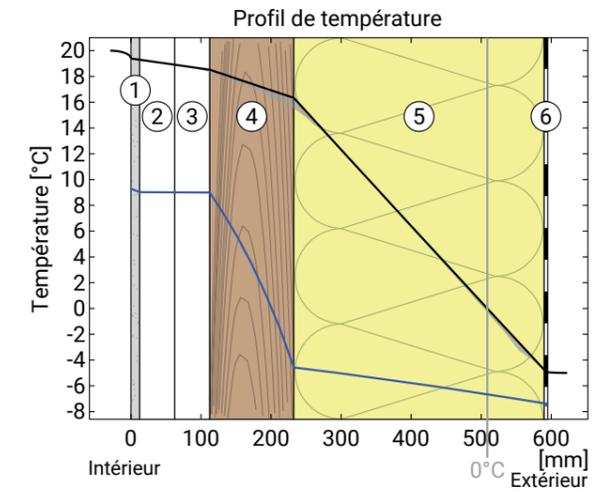
Air ambiant: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$
Pièce non chauffée: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$
Temp. de surface: $19,3^\circ\text{C} / -4,9^\circ\text{C}$

Valeur sd: 7,6 m

Épaisseur: 59,3 cm
Poids: $98 \text{ kg}/\text{m}^2$
Capacité thermique: $157 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

Profil de température

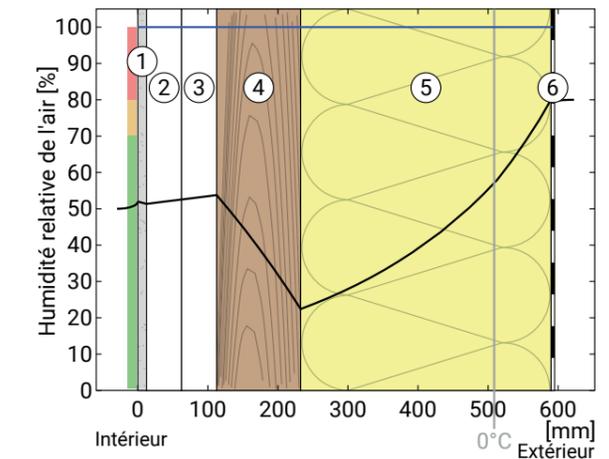
— Température de la paroi
— Température de saturation



Hygrométrie

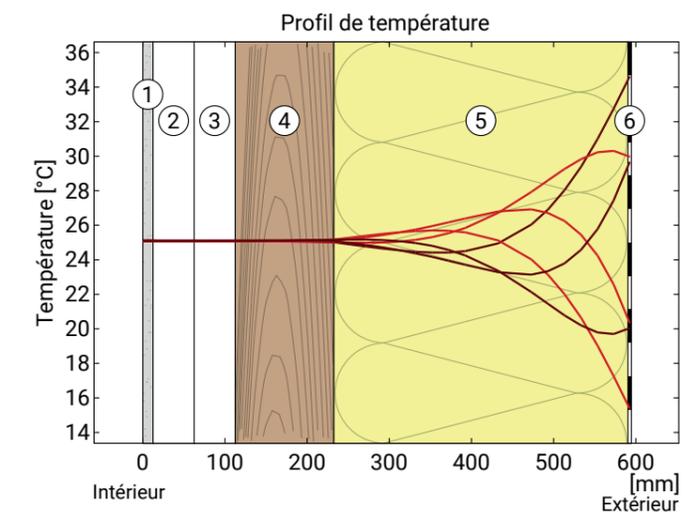
Dans ces conditions, il n'y pas formation de condensation.

— Humidité relative de l'air en %
— Limite de saturation



Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
— Température à 19h, 23h et 3h





PLANCHER ACCESSIBLE



T : TRADITIONNEL	C : CLT
PIAST	PIASC
note : 14.80	14.00

Accès aux combles possible en ajoutant un solivage et un panneau OSB / CTBH ou platelage

Les panneaux OSB / CLT participent au contreventement (vent et / ou séisme) : leurs assemblages entre-eux, sur la charpente et les murs sont à valider par le calcul de structure.

Si une tenue au feu est exigée, la nature et l'épaisseur du parement intérieur sont à adapter.

Points de vigilance :

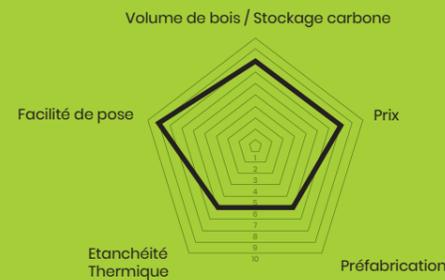
- le panneau OSB / CLT forme frein-vapeur
 - > joints à étancher (scotcher)
 - > on respecte la règle du 2/3 + 1/3 pour l'isolation rapportée par l'intérieur



Plancher accessible

sur lambourdes

Solution : PI A S T



14.80 / 20

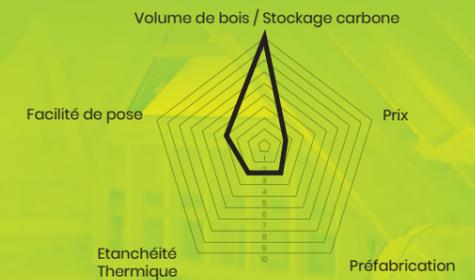
BOIS LOCAL



Plancher accessible

sur CLT

Solution : PI A S C



14.00 / 20

Isolation thermique

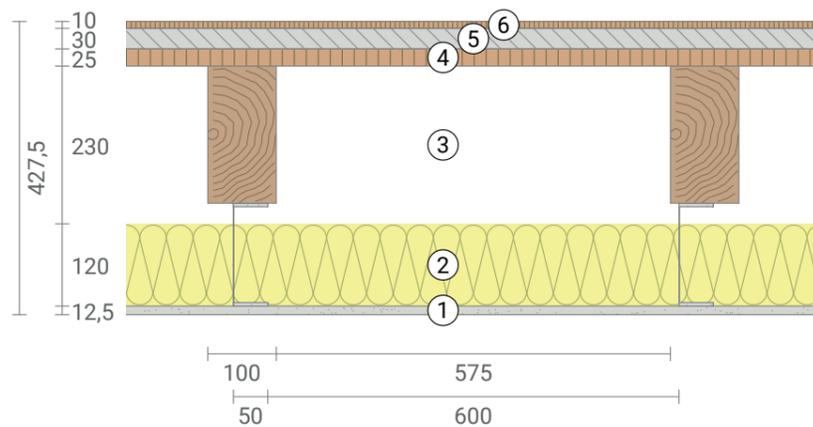
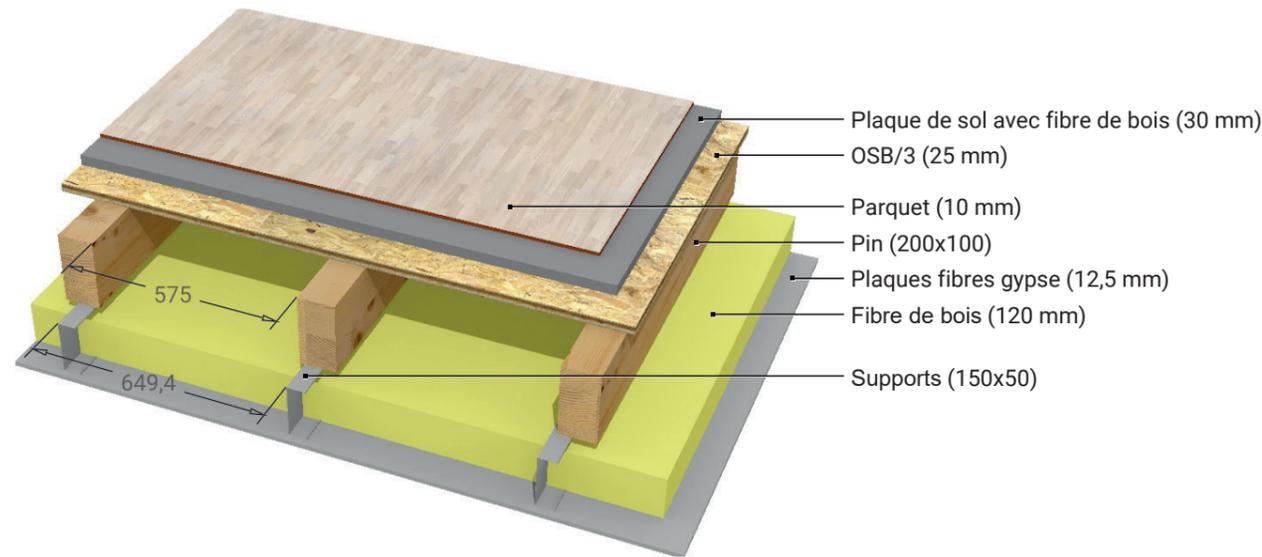
$U = 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Chauffé des deux côtés: Pas d'exigence*



Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: 12
 Déphasage: 11,3 h
 Capacité de chaleur interne: 40 kJ/m²K



- ① Plaques fibres gypse (12,5 mm)
- ② Fibre de bois (120 mm)
- ③ Niveau d'installation (230 mm)
- ④ OSB/3 (25 mm)
- ⑤ Plaque de sol avec fibre de bois (30 mm)
- ⑥ Parquet (10 mm)

Air ambiant: 20,0°C / 50%
 Air ambiant 2: 20,0°C / 50%
 Temp. de surface: 20,0°C / 20,0°C

Épaisseur: 42,8 cm
 Poids: 66 kg/m²
 Capacité thermique: 95 kJ/m²K

Isolation thermique

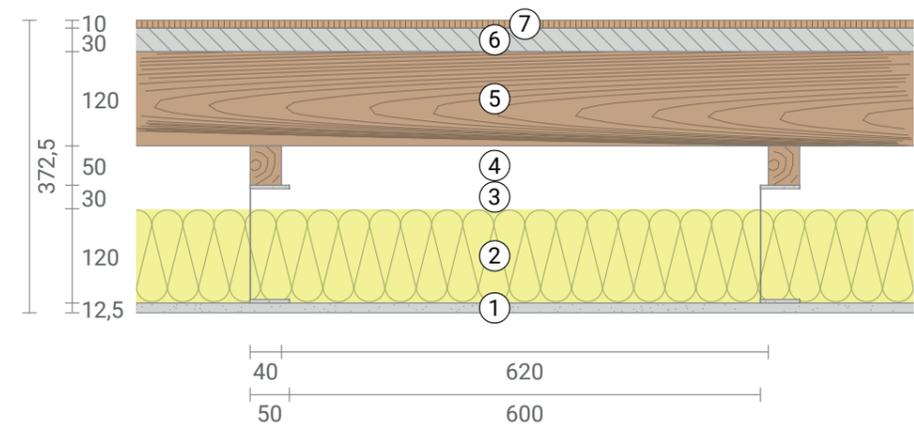
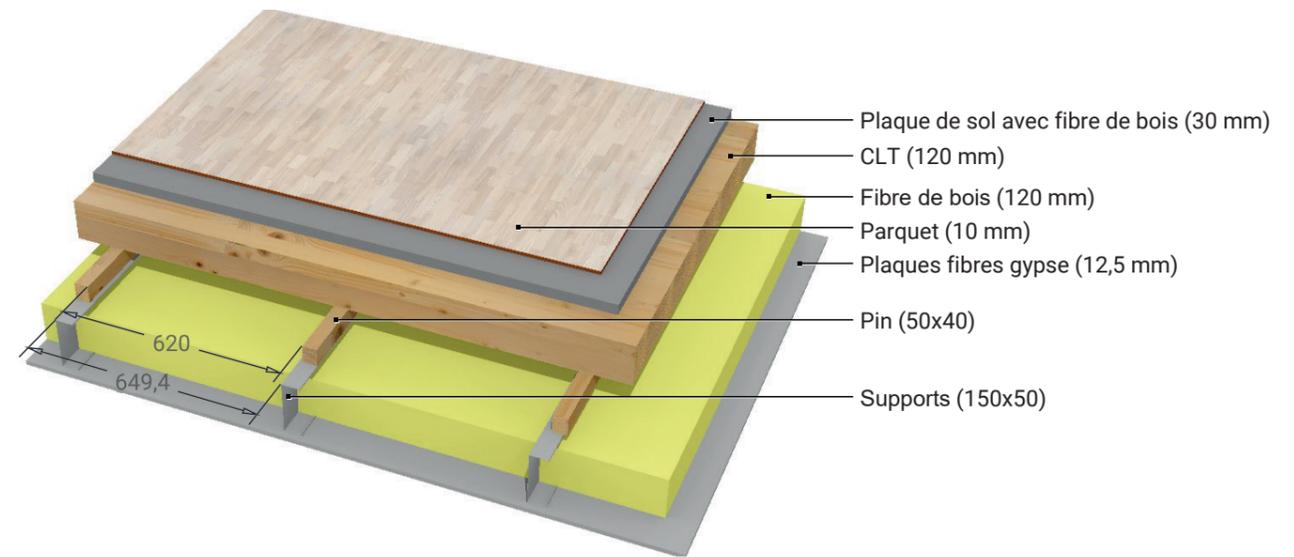
$U = 0,25 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Chauffé des deux côtés: Pas d'exigence*



Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: 58
 Déphasage: 15,8 h
 Capacité de chaleur interne: 53 kJ/m²K



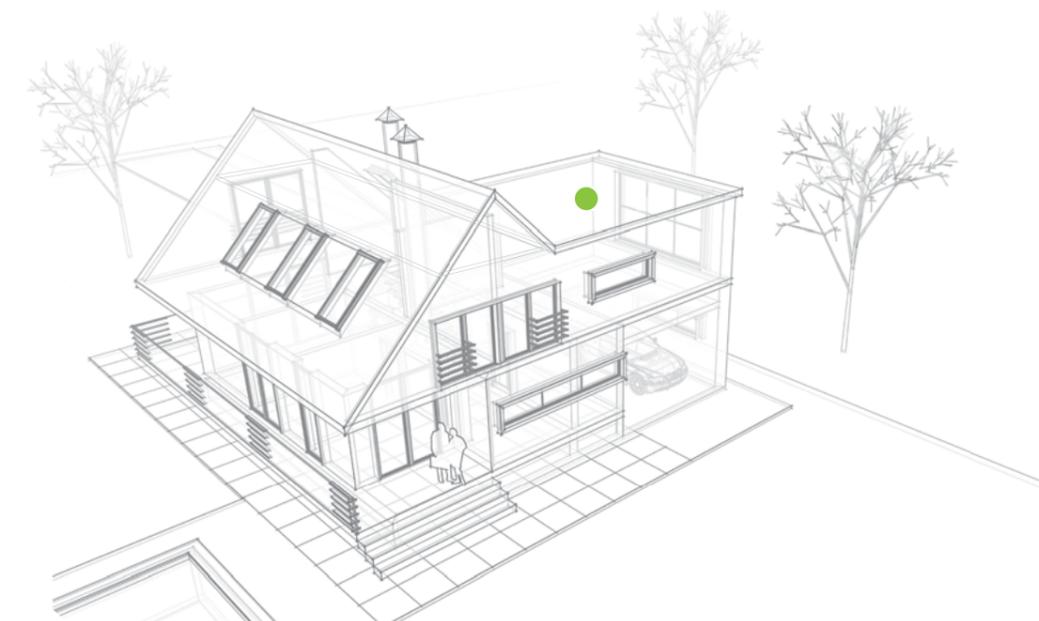
- ① Plaques fibres gypse (12,5 mm)
- ② Fibre de bois (120 mm)
- ③ lame d'air immobile (30 mm)
- ④ Niveau d'installation (50 mm)
- ⑤ CLT (120 mm)
- ⑥ Plaque de sol avec fibre de bois (30 mm)
- ⑦ Parquet (10 mm)

Air ambiant: 20,0°C / 50%
 Air ambiant 2: 20,0°C / 50%
 Temp. de surface: 20,0°C / 20,0°C

Épaisseur: 37,2 cm
 Poids: 92 kg/m²
 Capacité thermique: 137 kJ/m²K

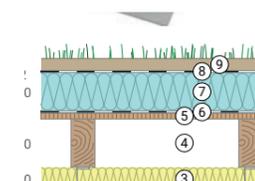


TERRASSE NON ACCESSIBLE



T : TRADITIONNEL

TT NA T P1



note :

14.00

Isolant extérieur PU, NON bio-sourcé

Les panneaux OSB / CLT participent au contreventement (vent et / ou séisme) : leurs assemblages entre-eux, sur la charpente et les murs sont à valider par le calcul de structure.

Si une tenue au feu est exigée, la nature et l'épaisseur du parement intérieur sont à adapter.

Points de vigilance :

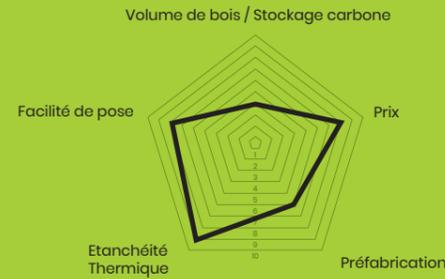
- le panneau OSB / CLT forme frein-vapeur
 - > joints à étancher (scotcher)
 - > on respecte la règle du 2/3 + 1/3 pour l'isolation rapportée par l'intérieur



Terrasse non accessible sur lambourdes

sur lambourdes

Solution : TT NA T P1



Terrasse non accessible sur lambourdes

sur lambourdes

Solution : TT NA T P1



Isolation thermique

$U = 0,11 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

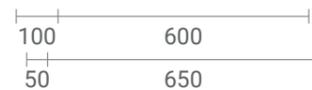
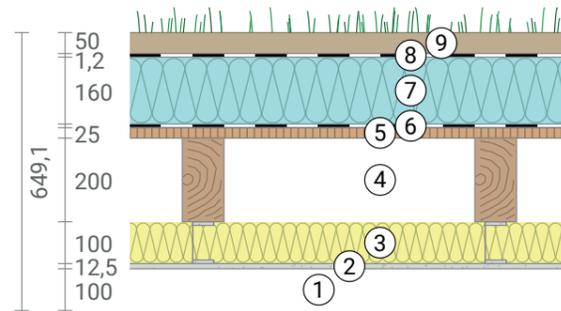
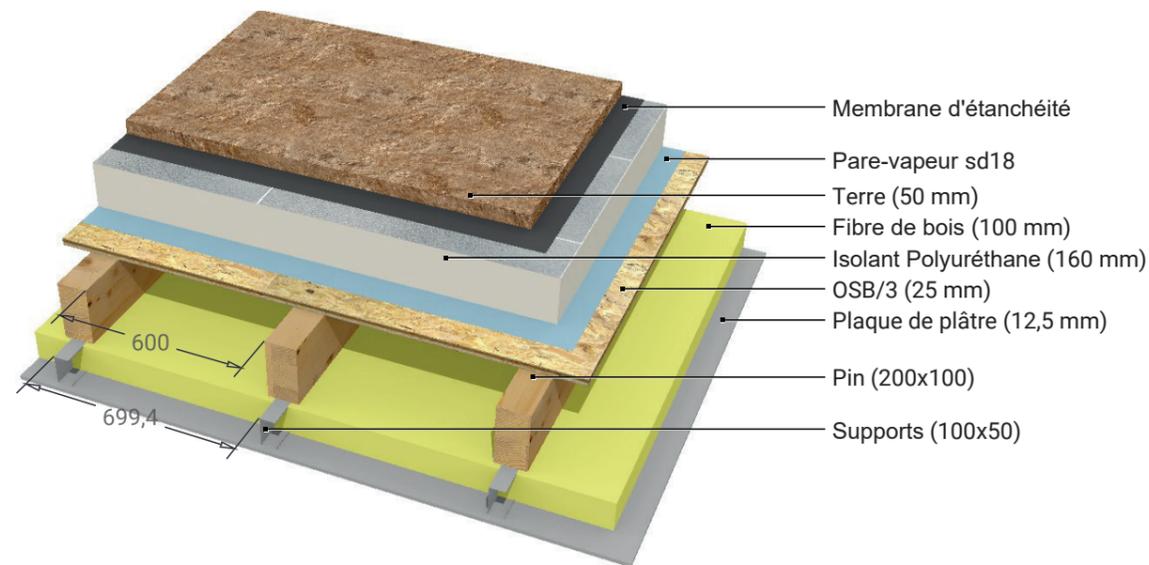


Hygrométrie

Pas de condensation

Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: 74
Déphasage: 14,0 h
Capacité de chaleur interne: 64 kJ/m²K



- ① lame d'air (100 mm)
- ② Plaque de plâtre (12,5 mm)
- ③ Fibre de bois (100 mm)
- ④ lame d'air immobile (200 mm)
- ⑤ OSB/3 (25 mm)
- ⑥ Pare-vapeur sd18
- ⑦ Isolant Polyuréthane (160 mm)
- ⑧ Membrane d'étanchéité
- ⑨ Terre (50 mm)

Air ambiant: 20,0°C / 50%

Air extérieur: -5,0°C / 80%

Temp. de surface: 18,5°C / -4,9°C

Valeur sd: 1748,1 m

Épaisseur: 64,9 cm

Poids: 141 kg/m²

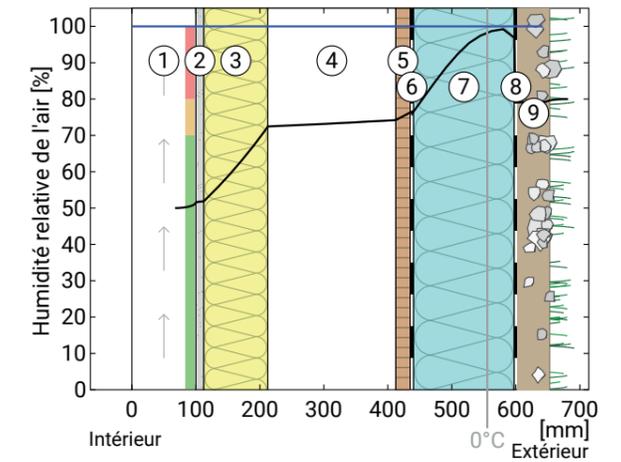
Capacité thermique: 167 kJ/m²K

Hygrométrie

Dans ces conditions, il n'y a pas formation de condensation.

— Humidité relative de l'air en %

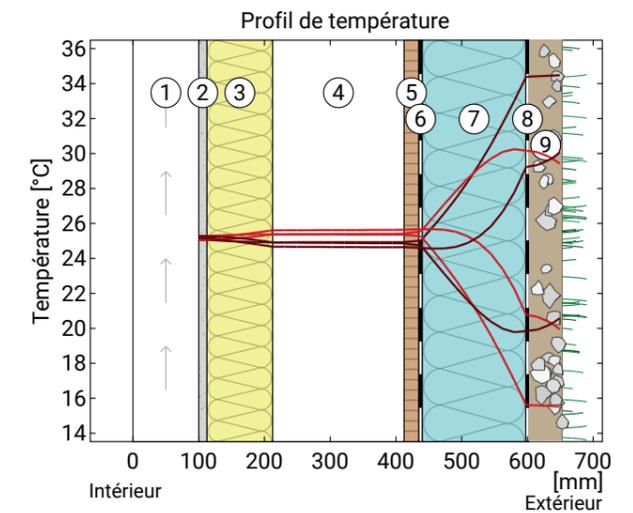
— Limite de saturation



Confort d'été

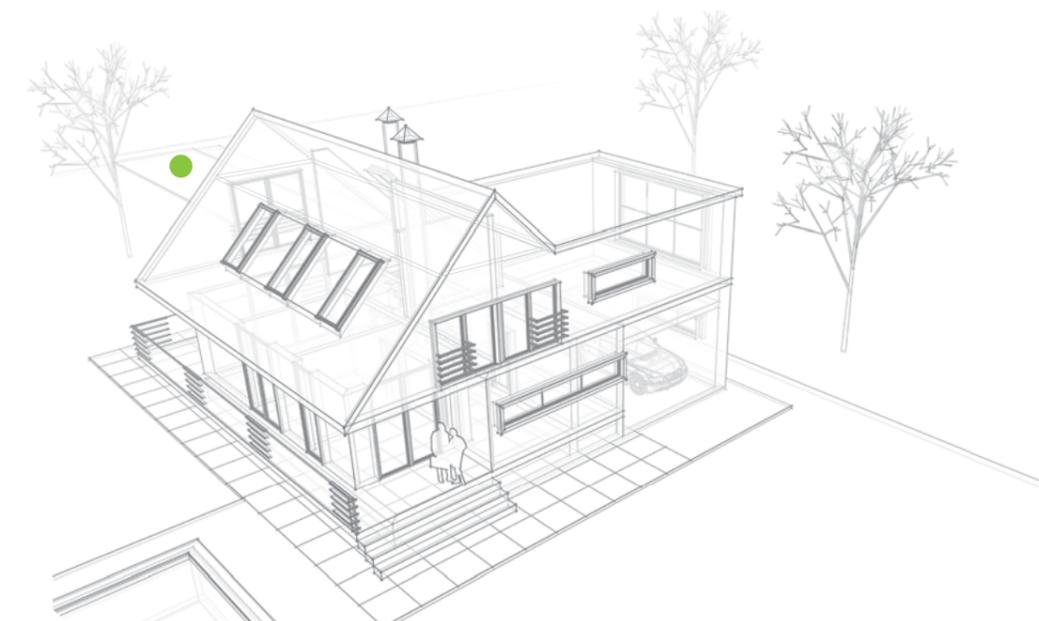
— Température à 15h, 11h et 7h

— Température à 19h, 23h et 3h



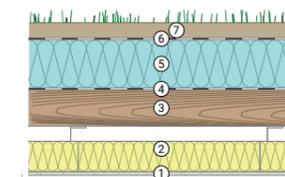


TERRASSE ACCESSIBLE



C : CLT

TTACPI



note :

16.00

Isolant extérieur PU, NON bio-sourcé

Les panneaux OSB / CLT participent au contreventement (vent et / ou séisme) : leurs assemblages entre-eux, sur la charpente et les murs sont à valider par le calcul de structure.

Si une tenue au feu est exigée, la nature et l'épaisseur du parement intérieur sont à adapter.

Points de vigilance :

- le panneau OSB / CLT forme frein-vapeur
 - > joints à étancher (scotcher)
 - > on respecte la règle du 2/3 + 1/3 pour l'isolation rapportée par l'intérieur



Terrasse accessible

avec CLT

Solution : TT A C P I

Volume de bois / Stockage carbone

16.00
—
20



Terrasse accessible

avec CLT

Solution : TT A C P I



Isolation thermique

$U = 0,09 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



Hygrométrie

Teneur en humidité du bois: +0,0%
Pas de condensation

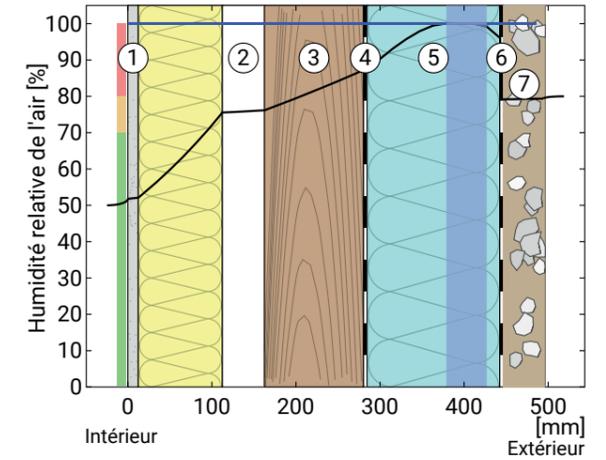
Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100
Déphasage: non significatif
Capacité de chaleur interne: 88 kJ/m²K

Hygrométrie

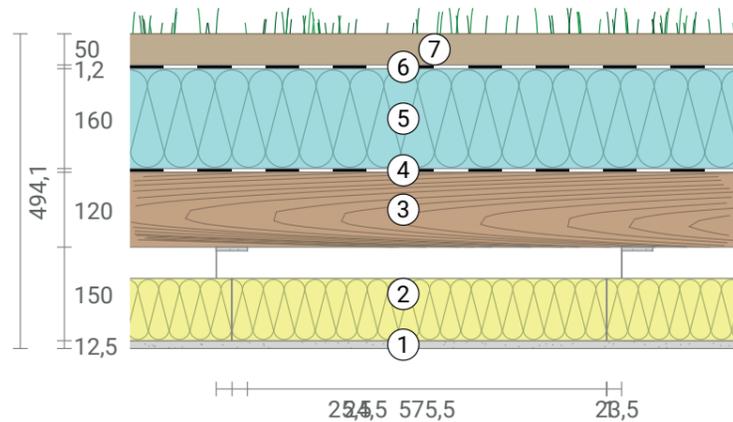
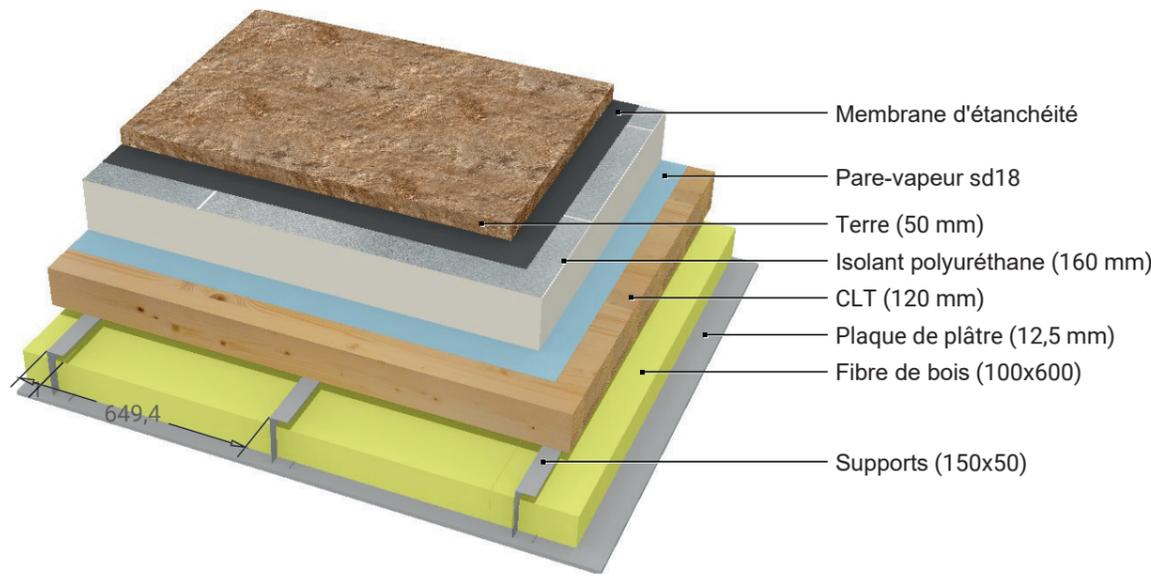
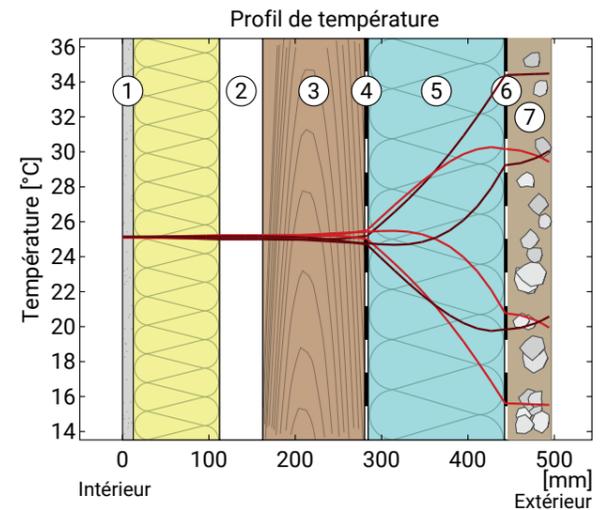
Dans ces conditions, il n'y pas formation de condensation.

— Humidité relative de l'air en %
— Limite de saturation



Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
— Température à 19h, 23h et 3h



- ① Plaque de plâtre (12,5 mm)
- ② lame d'air immobile (150 mm)
- ③ CLT (120 mm)
- ④ Pare-vapeur sd18
- ⑤ puren FD-L (160 mm)
- ⑥ EVALASTIC V
- ⑦ Terre (50 mm)

Air ambiant: 20,0°C / 50%
Air extérieur: -5,0°C / 80%
Temp. de surface: 19,3°C / -4,9°C

Valeur sd: 1730,0 m

Épaisseur: 49,4 cm
Poids: 166 kg/m²
Capacité thermique: 207 kJ/m²K



PLANCHER BAS



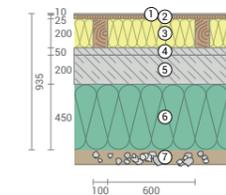
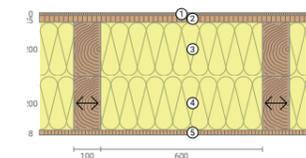
T : TRADITIONNEL

Pl/pilotis

DB/dalle béton

PBTPIP

PBTDBP



note :

13.40

10.80

La pérennité du plancher dépend d'une bonne ventilation de sa sous-face ! Privilégier une protection complémentaire ou un panneau imputrescible ...

Les panneaux OSB / CLT participent au contreventement (vent et / ou séisme) : leurs assemblages entre-eux, sur la charpente et les murs sont à valider par le calcul de structure.

Si une tenue au feu est exigée, la nature et l'épaisseur du parement intérieur sont à adapter.

Points de vigilance :

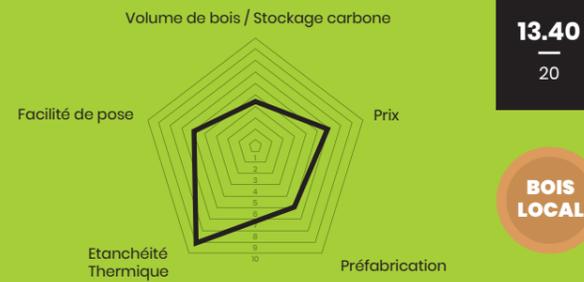
- le panneau OSB / CLT forme frein-vapeur
 - > joints à étancher (scotcher)
 - > on respecte la règle du 2/3 + 1/3 pour l'isolation rapportée par l'intérieur



Plancher bas

sur lambourdes

Solution : P B T P I P



Plancher bas

sur lambourdes

Solution : P B T P I P



Isolation thermique

U = 0,11 W/(m²K)

EnEV Bestand*: U<0,24 W/(m²K)



Hygrométrie

Pas de condensation

Confort d'été

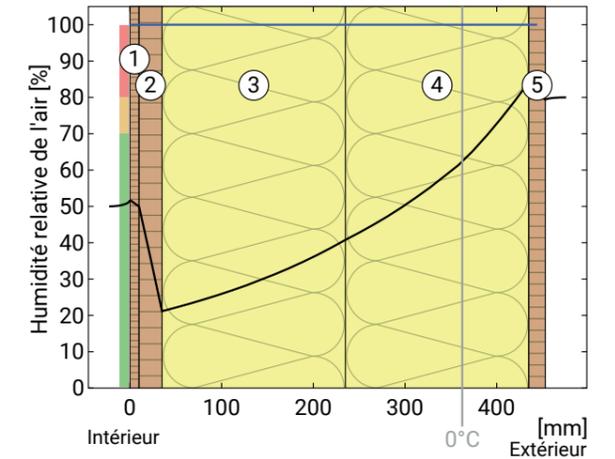
Atténuation d'amplitude thermique: >100
 Déphasage: non significatif
 Capacité de chaleur interne: 72 kJ/m²K



Hygrométrie

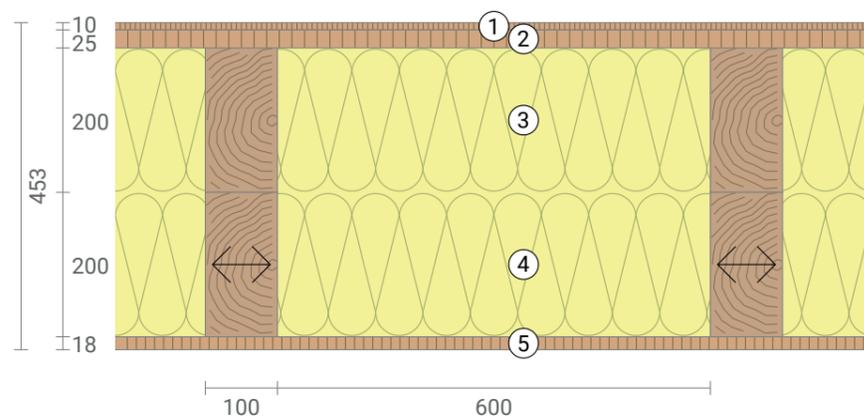
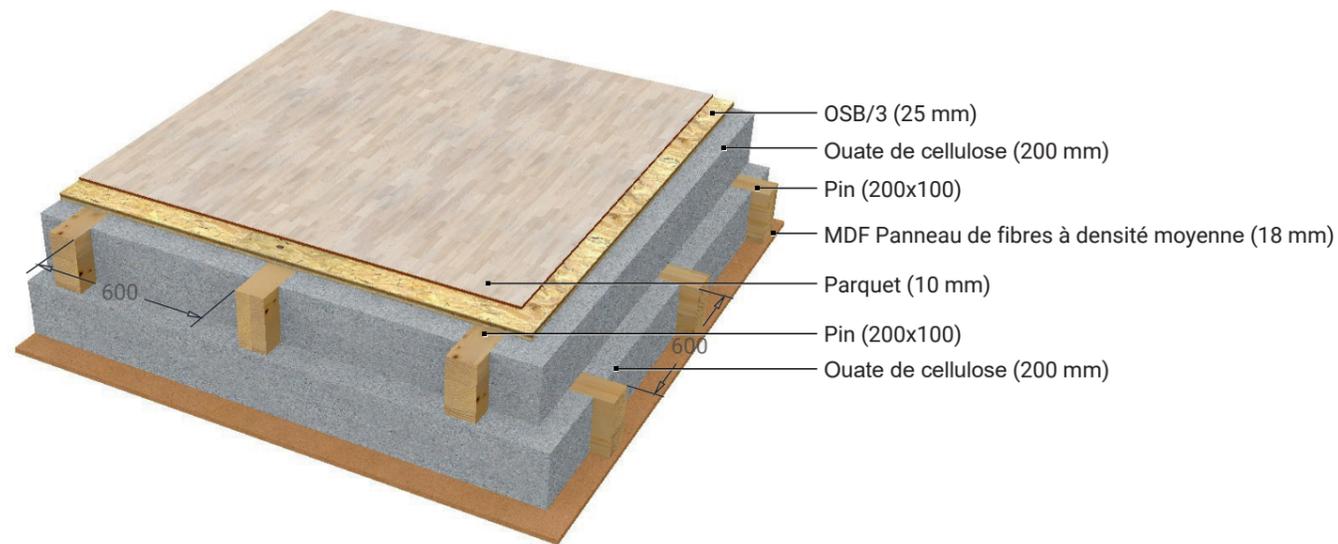
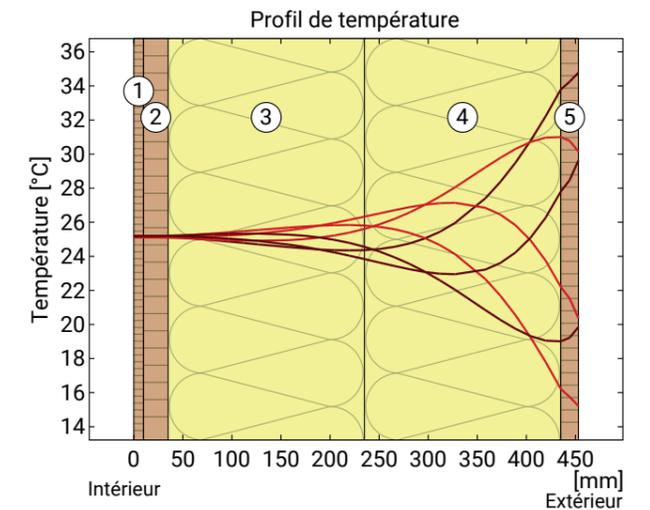
Dans ces conditions, il n'y a pas formation de condensation.

— Humidité relative de l'air en %
 — Limite de saturation



Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
 — Température à 19h, 23h et 3h



- ① Parquet (10 mm)
- ② OSB/3 (25 mm)
- ③ Ouate de cellulose (200 mm)
- ④ Ouate de cellulose (200 mm)
- ⑤ MDF Panneau de fibres à densité moyenne (18 mm)

<-> Les couches marquées de flèches sont perpendiculaires à l'axe principal.

Air ambiant: 20,0°C / 50%
 Air extérieur: -5,0°C / 80%
 Temp. de surface: 19,0°C / -4,9°C

Valeur sd: 5,2 m

Épaisseur: 45,3 cm
 Poids: 76 kg/m²
 Capacité thermique: 112 kJ/m²K



Plancher bas

sur dalle béton

Solution : PBT DB P

Volume de bois / Stockage carbone

10.80
—
20

Facilité de pose

Prix

Étanchéité
Thermique

Préfabrication

BOIS
LOCAL

Plancher bas

sur dalle béton

Solution : PBT DB P



Isolation thermique

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$



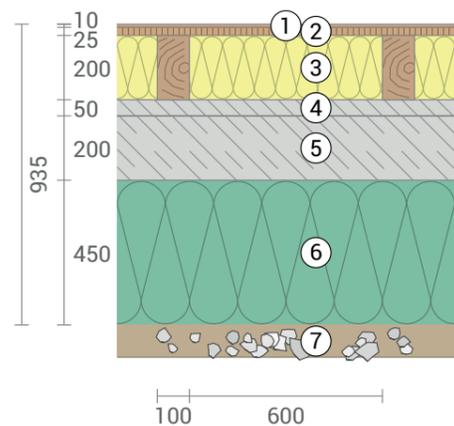
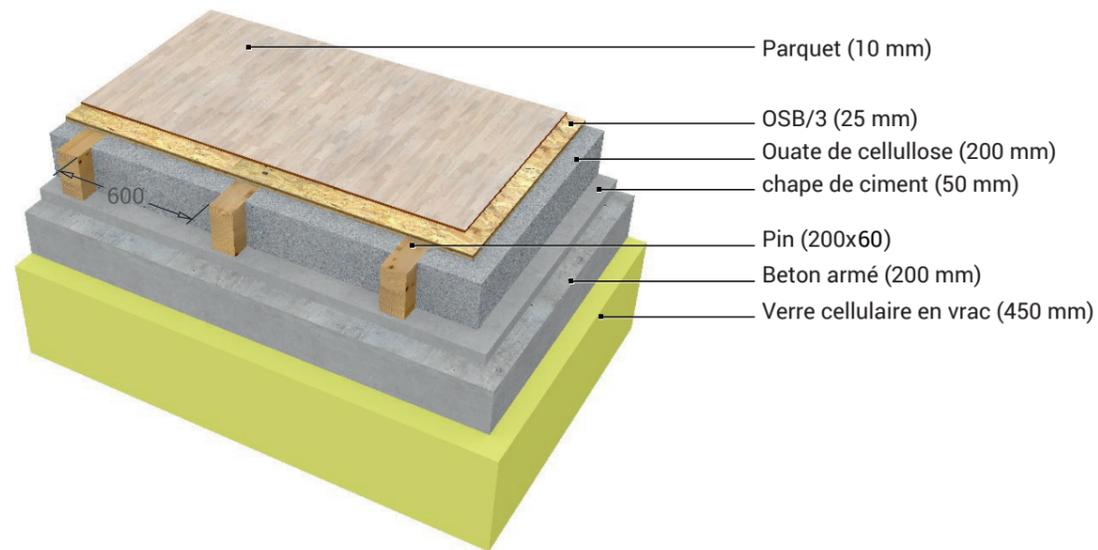
Hygrométrie

Réserve de séchage: $101 \text{ g}/\text{m}^2\text{a}$
Pas de condensation



Confort d'été

Composant en contact avec la terre:
RAT et phase non pertinente.
Capacité de chaleur interne: $347 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



- ① Parquet (10 mm)
- ② OSB/3 (25 mm)
- ③ Ouate de cellulose (200 mm)
- ④ chape de ciment (50 mm)
- ⑤ Béton armé (200 mm)
- ⑥ Verre cellulaire en vrac (450 mm)
- ⑦ Terre

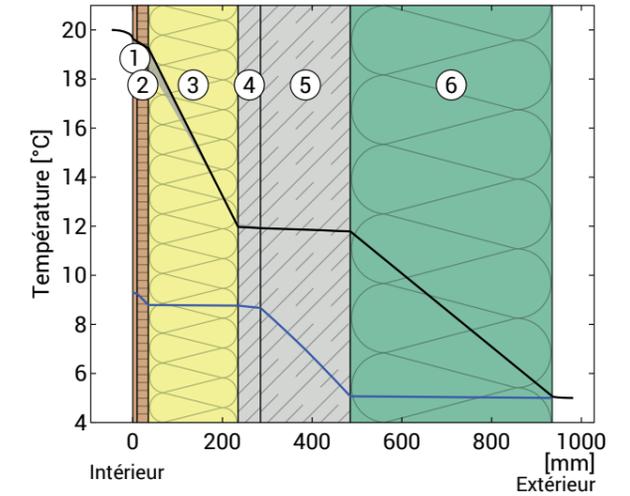
Air ambiant: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$
 Terre: $5,0^\circ\text{C} / 100\%$
 Temp. de surface: $19,3^\circ\text{C} / 5,1^\circ\text{C}$

Valeur sd: 31,8 m

Épaisseur: 93,5 cm
 Poids: $795 \text{ kg}/\text{m}^2$
 Capacité thermique: $770 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

Profil de température

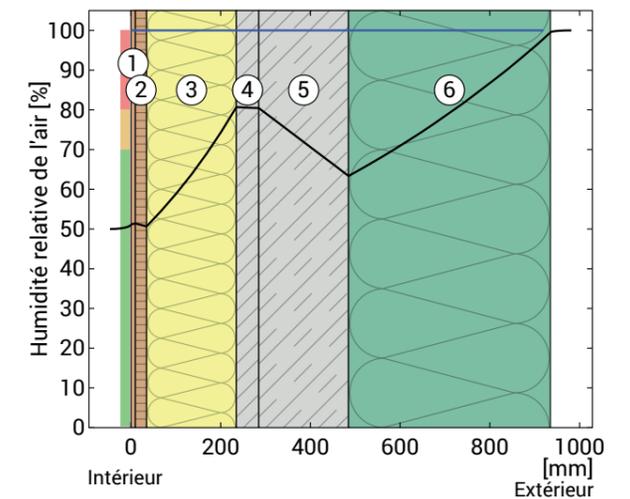
— Température de la paroi
 — Température de saturation



Hygrométrie

Dans ces conditions, il n'y a pas formation de condensation.

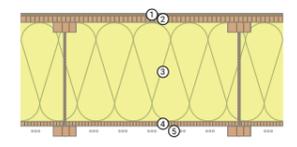
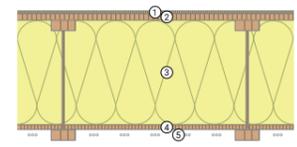
— Humidité relative de l'air en %
 — Limite de saturation





PLANCHER BAS EN I



I : POUTRE EN I	
Pl/pilotis	VS/vide sanitaire
PB I PI P1	PB I VSP1
	
note : 13.00	13.00

La pérennité du plancher dépend d'une bonne ventilation de sa sous-face ! Privilégier une protection complémentaire ou un panneau imputrescible ...

Les panneaux OSB / CLT participent au contreventement (vent et / ou séisme) : leurs assemblages entre-eux, sur la charpente et les murs sont à valider par le calcul de structure.
Si une tenue au feu est exigée, la nature et l'épaisseur du parement intérieur sont à adapter.

Points de vigilance :

- le panneau OSB / CLT forme frein-vapeur
 - > joints à étancher (scotcher)
 - > on respecte la règle du 2/3 + 1/3 pour l'isolation rapportée par l'intérieur

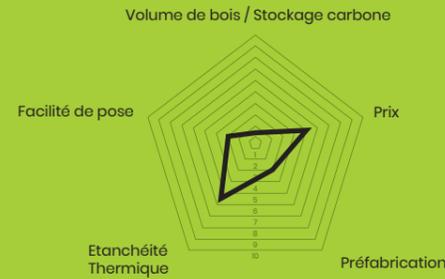


Plancher bas poutre en I sur pilotis

sur pilotis

Solution : PBIPIPI

13.00
—
20



Plancher bas poutre en I sur pilotis

sur pilotis

Solution : PBIPIPI



Isolation thermique

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

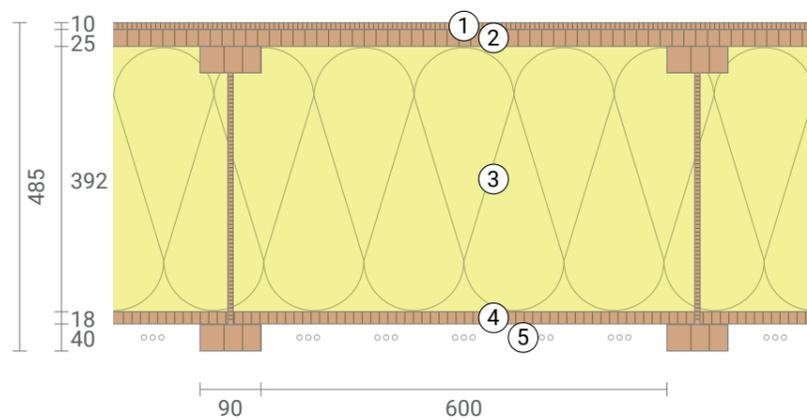
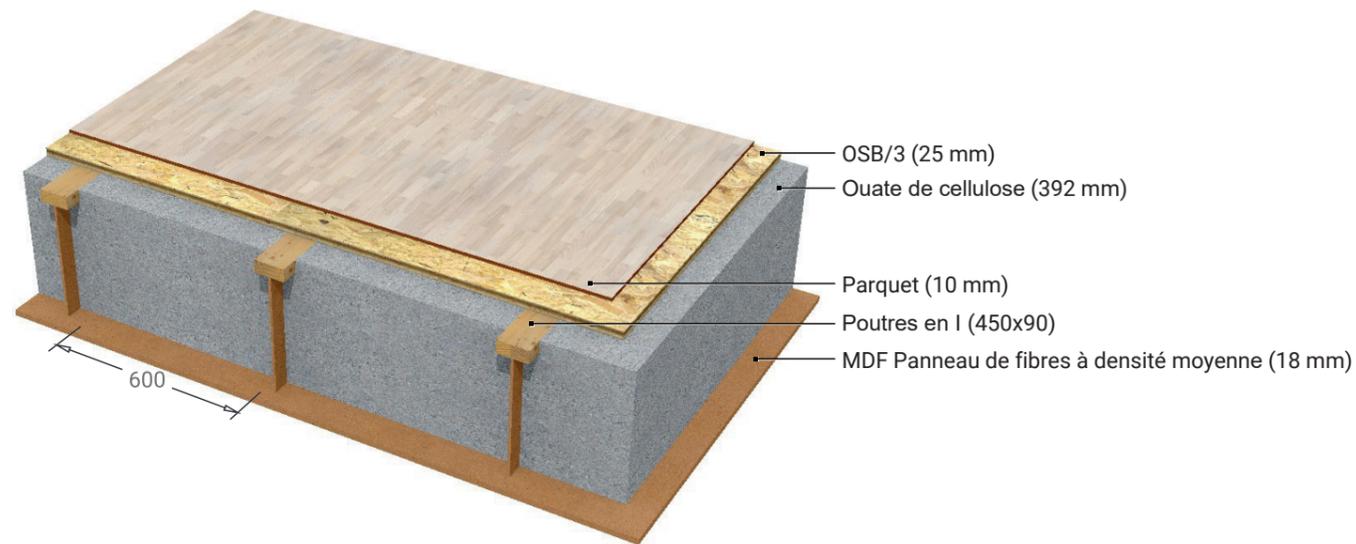


Hygrométrie

Pas de condensation

Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100
Déphasage: non significatif
Capacité de chaleur interne: 61 kJ/m²K



- ① Parquet (10 mm)
- ② OSB/3 (25 mm)
- ③ Ouate de cellulose (392 mm)
- ④ MDF Panneau de fibres à densité moyenne (18 mm)
- ⑤ lame d'air ventilée (40 mm)

Air ambiant: 20,0°C / 50%
 Air extérieur: -5,0°C / 80%
 Temp. de surface: 19,2°C / -4,9°C

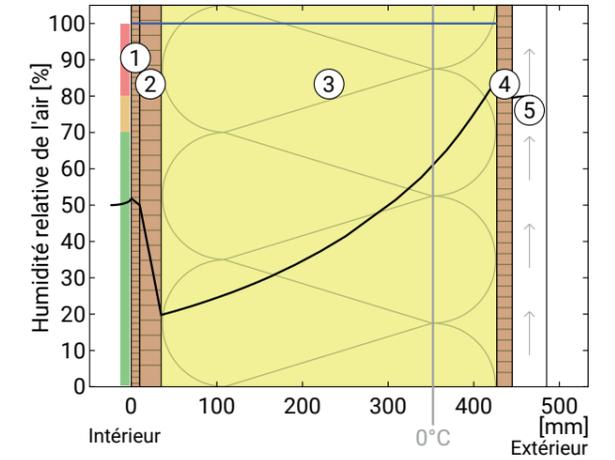
Valeur sd: 4,7 m

Épaisseur: 48,5 cm
 Poids: 58 kg/m²
 Capacité thermique: 100 kJ/m²K

Hygrométrie

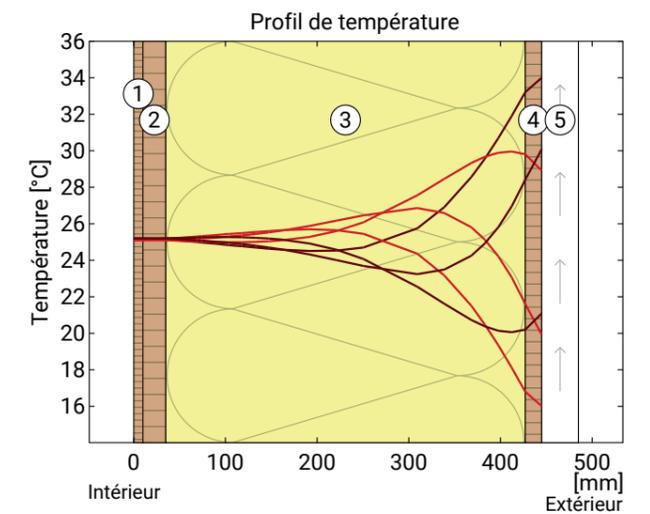
Dans ces conditions, il n'y a pas formation de condensation.

— Humidité relative de l'air en %
 — Limite de saturation



Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
 — Température à 19h, 23h et 3h

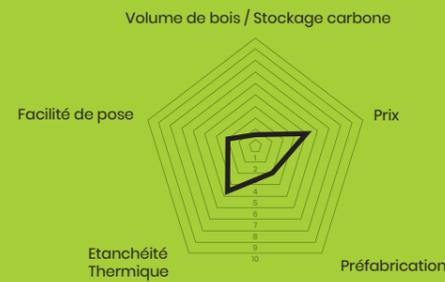




Plancher bas poutre en I

vide sanitaire

Solution : PBI VS PI



13.00
—
20

Plancher bas poutre en I

vide sanitaire

Solution : PBI VS PI



Isolation thermique

$U = 0,10 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

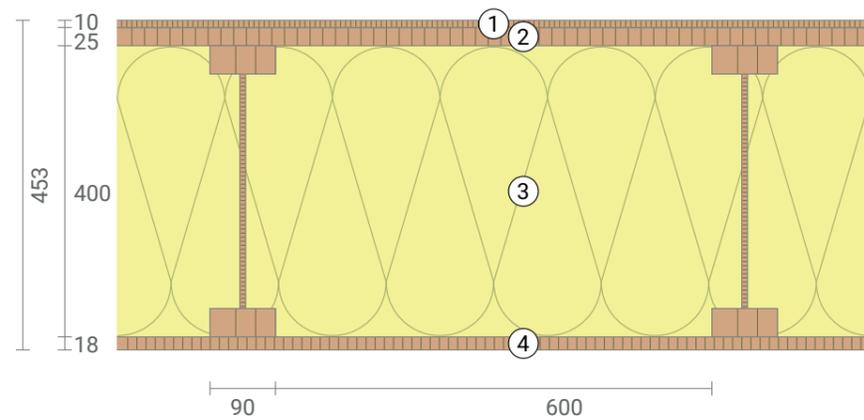
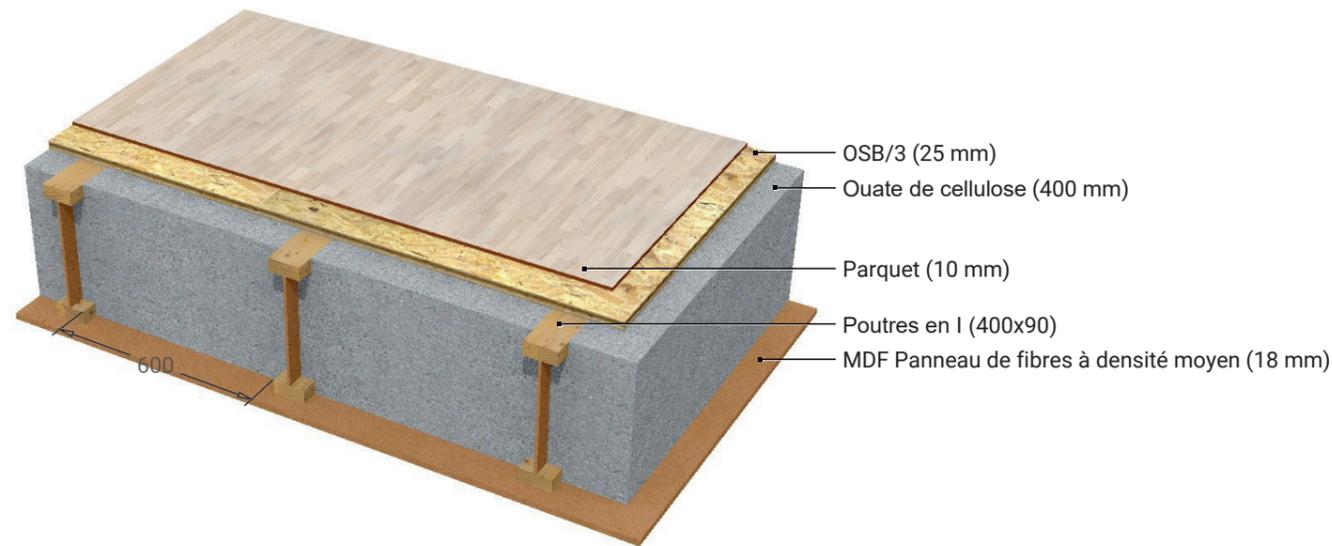


Hygrométrie

Pas de condensation

Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100
Déphasage: non significatif
Capacité de chaleur interne: $61 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$



- ① Parquet (10 mm)
- ② OSB/3 (25 mm)
- ③ Ouate de cellulose (400 mm)
- ④ MDF Panneau de fibres à densité moyen (18 mm)

Air ambiant: $20,0^\circ\text{C} / 50\%$
 Air extérieur: $-5,0^\circ\text{C} / 80\%$
 Temp. de surface: $19,2^\circ\text{C} / -4,9^\circ\text{C}$

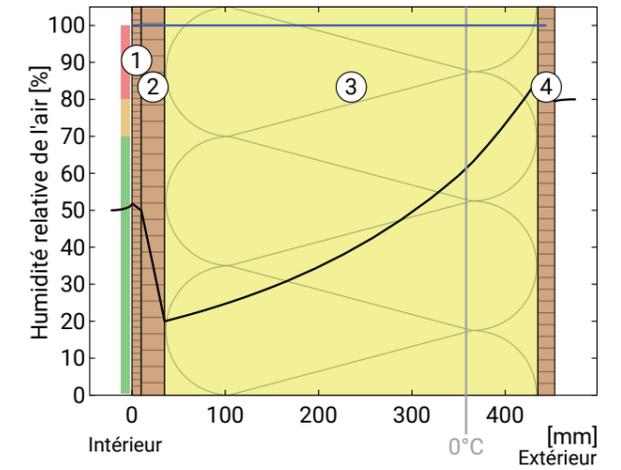
Valeur sd: 4,9 m

Épaisseur: 45,3 cm
 Poids: $57 \text{ kg}/\text{m}^2$
 Capacité thermique: $104 \text{ kJ}/\text{m}^2\text{K}$

Hygrométrie

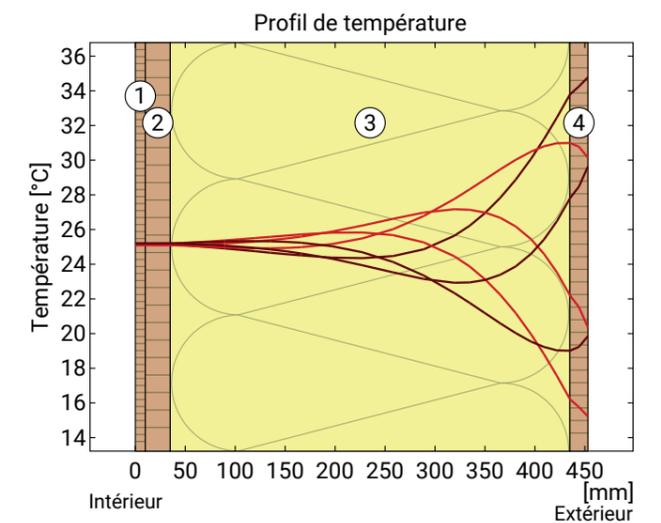
Dans ces conditions, il n'y pas formation de condensation.

— Humidité relative de l'air en %
 — Limite de saturation



Confort d'été

— Température à 15h, 11h et 7h
 — Température à 19h, 23h et 3h





MUR REFEND



T : TRADITIONNEL	C : CLT
S : Séparatif	S : Séparatif
MR S T	MR S C
note : 14.60	14.80
Conforme au DTU 31.2 révisé (OSB côté intérieur)	

Les panneaux OSB / CLT participent au contreventement (vent et / ou séisme) : leurs assemblages entre-eux, sur la charpente et les murs sont à valider par le calcul de structure.
 Si une tenue au feu est exigée, la nature et l'épaisseur du parement intérieur sont à adapter.



Mur refend

avec tasseaux

Solution : MR S T

Volume de bois / Stockage carbone

14.60
—
20

Facilité de pose

Etanchéité Thermique

Prix

Préfabrication

BOIS LOCAL



Mur refend

avec CLT

Solution : MR S C

Volume de bois / Stockage carbone

14.80
—
20

Facilité de pose

Etanchéité Thermique

Prix

Préfabrication

Isolation thermique

U = 0,15 W/(m²K)

Chauffé des deux côtés: Pas d'exigence*

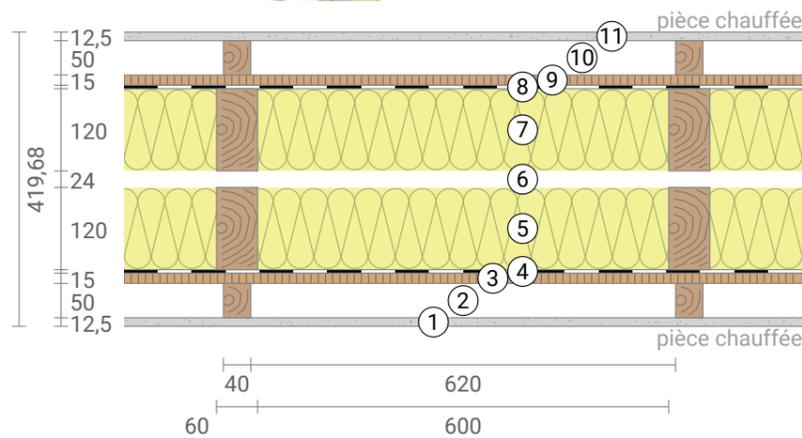
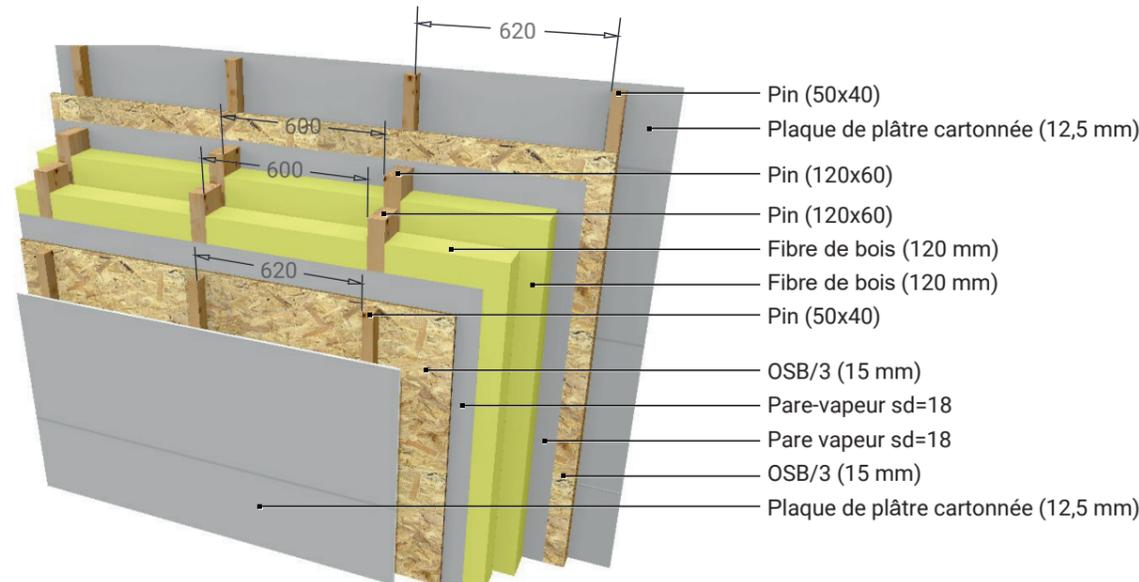
bon mauvais bon mauvais

Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: 30

Déphasage: 13,7 h

Capacité de chaleur interne: 48 kJ/m²K



- ① Plaque de plâtre cartonnée (12,5 mm)
- ② Niveau d'installation (50 mm)
- ③ OSB/3 (15 mm)
- ④ Pare-vapeur sd=18
- ⑤ Fibre de bois (120 mm)
- ⑥ lame d'air immobile (24 mm)
- ⑦ Fibre de bois (120 mm)
- ⑧ Pare vapeur sd=18
- ⑨ OSB/3 (15 mm)
- ⑩ Niveau d'installation (50 mm)
- ⑪ Plaque de plâtre cartonnée (12,5 mm)

Air ambiant: 20,0°C / 50%
Air ambiant 2: 20,0°C / 50%
Temp. de surface: 20,0°C / 20,0°C

Épaisseur: 42,0 cm
Poids: 61 kg/m²
Capacité thermique: 94 kJ/m²K

Isolation thermique

U = 0,13 W/(m²K)

Chauffé des deux côtés: Pas d'exigence*

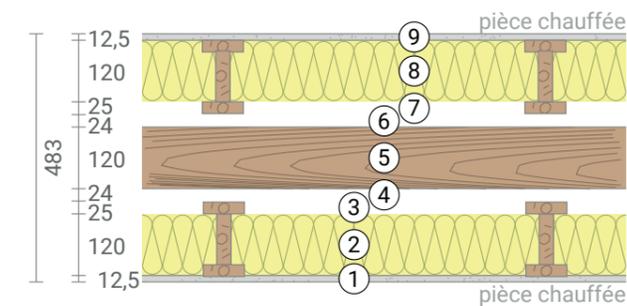
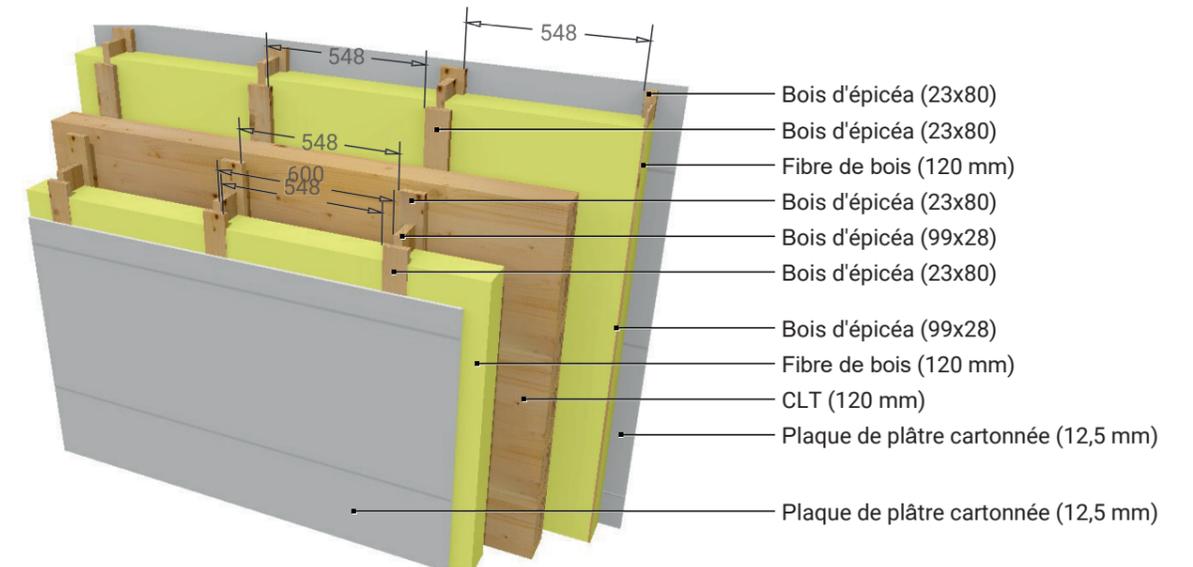
bon mauvais bon mauvais

Confort d'été

Atténuation d'amplitude thermique: >100

Déphasage: non significatif

Capacité de chaleur interne: 73 kJ/m²K



- ① Plaque de plâtre cartonnée (12,5 mm)
- ② Fibre de bois (120 mm)
- ③ lame d'air immobile (25 mm)
- ④ lame d'air immobile (24 mm)
- ⑤ CLT (120 mm)
- ⑥ lame d'air immobile (24 mm)
- ⑦ lame d'air immobile (25 mm)
- ⑧ Fibre de bois (120 mm)
- ⑨ Plaque de plâtre cartonnée (12,5 mm)

Air ambiant: 20,0°C / 50%
Air ambiant 2: 20,0°C / 50%
Temp. de surface: 20,0°C / 20,0°C

Épaisseur: 48,3 cm
Poids: 94 kg/m²
Capacité thermique: 145 kJ/m²K



L'ambition de cet ouvrage est d'exposer les atouts du bois tout en présentant des systèmes constructifs adaptés aux essences locales. Les solutions proposées sont adaptées aux territoires ruraux, mais aussi à des projets plus ambitieux, logements, équipements de services, bâtiments tertiaires et aux attentes nouvelles des métropoles.

Deux thèmes majeurs sont développés :

- La valorisation des ressources locales comme le pin sylvestre en ré interrogeant les systèmes constructifs pouvant être mis en œuvre par des entreprises du territoire.
- La maîtrise et l'optimisation des coûts de fabrication tout en relocalisant au maximum les plus-values économiques.

L'enjeu est de construire des bâtiments en bois local à énergie positive et réduction carbone (E+C-). Dans ce cadre, le chainage des acteurs, l'analyse de la valeur des produits mis en œuvre sont optimisés afin de constituer des solutions techniques efficaces, pivot de l'économie du territoire.

L'ouvrage présente :

- Une méthodologie et un argumentaire pour bien se lancer
- Un catalogue de systèmes constructifs valorisant les bois locaux

Document réalisé par



Avec la collaboration de



Et le soutien financier de



Partenaires techniques



Le comité de rédaction est composé de : Frédérique Weber chargée de mission à la communauté de communes Sauer-Pechelbronn, Thibaud Surini chargé de mission à l'interprofession Fibois Grand Est, Pascal Demoulin et Caroline Salomon chargés de missions au Parc naturel régional des Vosges du Nord.

Crédits photos : Parc naturel régional des Vosges du Nord, Fibois Grand Est, Communauté de communes Sauer-Pechelbronn, Bartosch Salmanski ©