

# Construction à ossature bois

Le restaurant administratif du CETE de Lyon



Septembre 2008

Centre d'études sur les réseaux,  
les transports, l'urbanisme et  
les constructions publiques



## **Remerciements**

Ce document est le fruit d'un travail du CETE de Lyon effectué à la demande de la direction générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature (DGALN) et du Certu.

Nous tenons à remercier :

pour la rédaction et les illustrations,

M. Romuald JOBERT  
(CETE de Lyon)

pour leur excellent travail lors de la construction du restaurant administratif,

Mme Jocelyne Duvert, Architecte  
(agence Tectoniques – 69)

MM. Pascal Favrat et Laurent Duc  
(Ent. FAVRAT Construction bois – 74)

MM. Éric Blanc, Jérôme Duvert, Yannis Teyron et Laurent Morlevat  
(Ent. BLANC Menuiseries – 42)

M. Éric Cimala  
(DDE du Rhône)

# Sommaire

---

<b>Introduction</b>	<b>5</b>
<b>1. Présentation générale du projet</b>	<b>7</b>
1.1 Historique du projet	7
1.2 Description du projet retenu	9
1.3 Les acteurs du projet	10
<b>2. La structure</b>	<b>11</b>
2.1 Description du bois utilisé	11
2.2 Les assemblages	12
2.3 Détails constructifs	13
<b>3. Les façades et l'enveloppe extérieure</b>	<b>15</b>
3.1 Composition de la paroi	16
3.2 La perméabilité à l'air	21
3.3 Détails d'exécution	22
3.4 Les essais de perméabilité à l'air	28
<b>4. Le confort d'été</b>	<b>29</b>
4.1 Une approche bioclimatique	29
4.2 Protection solaire de la toiture	30
<b>5. La toiture</b>	<b>33</b>
5.1 Structure porteuse	33
5.2 Éléments de couverture	34



## Introduction

La construction à ossature bois est de plus en plus appréciée par les maîtres d'ouvrages. L'essor de l'utilisation du bois comme matériau provient surtout de sa bonne image auprès des particuliers et de la baisse récente des coûts de mise en œuvre. Au-delà de l'esthétique, les professionnels sont davantage séduits par la possibilité de réduire les nuisances et la durée des chantiers grâce à la préfabrication en usine.

Toutefois, certains craignent encore de recourir à ce matériau, simplement parce qu'ils ne connaissent pas la technique de la construction à ossature bois. Le Certu a donc commandé la réalisation de cette plaquette pour informer les maîtres d'ouvrage et présenter, de manière simple et illustrée, comment un des bâtiments à ossature bois du ministère de l'Écologie a été construit. De nombreuses coupes et schémas détaillent la manière de mettre en œuvre les éléments de la structure, des parois et de la toiture.

Le bâtiment présenté – le restaurant administratif du CETE de Lyon – est particulièrement exemplaire :

- il est conçu pour être facile à entretenir ;
- son étanchéité à l'air est excellente ;
- sa consommation énergétique est réduite (pour un bâtiment conçu en 2000) ;
- il fait appel à des énergies renouvelables (solaire et puits canadien) ;
- son coût de construction correspond aux standards d'un bâtiment de qualité.

L'État encourage l'utilisation du bois comme matériau de construction pour deux principales raisons : 1) développer l'économie locale et 2) réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Le renforcement de la demande en bois favorise le développement de l'économie. Le marché du bois permet de créer des emplois dans les zones rurales. La sylviculture est en outre une source de richesse non négligeable pour les territoires de montagne, territoires dont l'économie basée sur le tourisme sera perturbée par le réchauffement climatique.

Du point de vue écologique, le matériau bois est un de ceux qui réclame le moins d'énergie pour sa fabrication et sa mise en œuvre. Par exemple, pour un lycée construit en Isère, on a calculé que la construction en ossature bois plutôt qu'en béton a permis d'économiser 50% des émissions de CO<sub>2</sub> dues à la construction (matériaux, transports, mise en œuvre). En outre, le bois stocke le CO<sub>2</sub> pendant sa durée d'utilisation.

En ce qui le concerne, l'État s'est engagé à plusieurs reprises à développer l'utilisation du bois dans ses bâtiments. Au cours des années 2000, on peut citer :

- l'accord bois-construction (2001) ;
- la stratégie nationale de développement durable (2003) ;
- le plan climat (2004 puis 2006) ;
- le plan d'action issu du Grenelle de l'environnement (2007).

Des progrès sont encore possibles. En particulier, les services de l'État en charge des projets de bâtiment peuvent renforcer l'exigence d'utilisation du bois dans les programmes de construction neuve et de rénovation. Cette plaquette a aussi été rédigée à leur intention.

## Le restaurant administratif du CETE de Lyon en quelques mots

Surface hors œuvre nette : 837 m<sup>2</sup>

Nombre de repas servis : 400/jour

Coût des travaux :

1,74 M€ HT soit 2072 € HT/m<sup>2</sup> SHON

Date de dépôt du permis de construire : mai 2005

Consommation d'énergie théorique (hors puits canadien) :

173 MWh/an soit 206 kWh/m<sup>2</sup>.an (C<sub>ref</sub>-15%)

Compacité (volume/surface déperditive) :

1,52 m

Coeff. de déperdition thermique (RT2000) :

$U_{\text{bat}} = 0,55 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Étanchéité à l'air mesurée :

1,2 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup>

Installation d'éclairage de la salle :

6 W/m<sup>2</sup> pour 300 lux sur table

Facteur de lumière du jour moyen de la salle :

5,9 (autonomie de la salle principale : 91%)

Énergies renouvelables :

solaire thermique : 13,5MWh/an

puits canadien : efficacité à mesurer

Consommation d'eau potable théorique :

22 litres/repas dont 50% à 60°C

Infiltration des eaux pluviales :

tranchée drainante

Volume de bois au m<sup>2</sup> SHON :

210 dm<sup>3</sup> (dont 50% par l'ombrière)

Temps de réverbération acoustique :

1s

Indice de rendu des couleurs (IRC) :

85 – 90



Illustration 1: Vue intérieure de la salle principale



Illustration 2: Couloir d'accès aux salles secondaires

### Autres informations :

Puits canadien couplé à une ventilation par insufflation : 2 nappes de 17 tubes en PET de 200mm de diamètre – économie théorique de gaz de 25MWh en hiver – coût : 45.000 € HT

Galerie technique en sous-sol

Protections solaires extérieures : ombrière en baliveaux de châtaignier

GTB pour programmation et régulation du chauffage, de la ventilation et de l'éclairage

Capteurs thermiques : 20 m<sup>2</sup> en toiture – 13,5MWh produit par an – coût : 18.600 € HT

Tranchée drainante : absorption de 58 m<sup>3</sup> en 1h (orage décennal) – coût : 22.600 € HT

Bois labellisé FSC (menuiseries) et Acerbois (ossature)

Peintures avec écolabel européen

Réducteurs de débits sur robinets, mécanismes économiseurs pour douches et WC

# 1. Présentation générale du projet

Le restaurant administratif du site de Bron est situé à l'intérieur de l'enceinte du campus du CETE de Lyon. En sus des agents du CETE, il accueille le personnel des services de l'INRETS, du CETU, du CRIR et du SCA. Au total, 300 à 400 personnes fréquentent le midi ce restaurant dont les locaux servent également à l'accueil de nombreuses manifestations officielles.



Illustration 3: Perspective du rendu de l'esquisse, ©Tectoniques architecture

## 1.1 Historique du projet

Établi auparavant dans un bâtiment préfabriqué, inadapté et posant des problèmes en matière de fonctionnement, d'hygiène et de sécurité, le restaurant s'est installé en juillet 2007 dans un bâtiment neuf qui a fait l'objet d'une démarche visant à conférer au projet une conception intégrant les préoccupations de développement durable.

L'expression des objectifs environnementaux du programme s'articule autour de quatre thèmes principaux :

- **L'architecture bioclimatique et l'utilisation des énergies renouvelables** devront permettre de limiter les coûts d'exploitation du bâtiment.
- **Les matériaux et les techniques de construction** seront choisis en tenant compte des spécificités des ressources locales et des filières professionnelles de distribution.
- **L'organisation du chantier** visera à réduire les salissures et les gênes sonores et de circulation provoqués au voisinage. La limitation et la gestion des déchets de chantier sera une priorité.
- **L'entretien et la maintenance** du futur bâtiment seront optimisés. Les solutions proposées seront appuyées par des raisonnements en coût global considérant à la fois le coût d'investissement et les coûts différés (nettoyage, consommations, remplacements).

La procédure utilisée pour le choix de l'architecte est un concours restreint sur "Esquisse +" tel que prévu à l'article 71 du code des marchés publics. Les candidats admis à concourir ont été sélectionnés au vu de leurs compétences et de leurs références dans des opérations similaires ou de complexité équivalente.

Le jury a autorisé 3 équipes à concourir sur les 12 candidats présentés. Après l'audition de 2 lauréats et la demande de complément d'informations, un projet à ossature bois conçu par l'atelier d'architecture lyonnais *Tectoniques* a été retenu par le jury.

*Aperçu des trois projets du concours*



©Collet & Leplaideur, Architectes  
F. Bonnamour, illustrateur



©Tectoniques architecture



©Ferrand & Sigal architectes

#### ■ Quelques dates ...

- 1999 – Décision de construire un nouveau restaurant
- 2003 – Finalisation du programme et du concours d'architecture
- 2004 – Esquisse+ et Avant Projet Sommaire
- 2005 – Avant Projet Détaillé, Projet et Consultation des Entreprises
- 2006 – Notification des marchés de travaux et démarrage des travaux
- 2007 – Réalisation des Travaux et Ouverture du Restaurant

#### ■ Quelques chiffres ...

- 1,7 M€ - Enveloppe prévisionnelle HT
- 3700 m<sup>2</sup> - Surface de terrain disponible
- 837 m<sup>2</sup> - Surface totale aménagée
- 750 m<sup>2</sup> - Surface utile du bâtiment
- 400 - Nombre de repas servis quotidiennement
- 180 - Nombre de places assises du restaurant
- 40 - Nombre de places assises du service en salle
- 10 - Effectif total des personnes travaillant dans le restaurant
- 9 - Durée en mois des travaux



Illustration 4: Plan masse du projet,  
©Tectoniques architecture

## 1.2 Description du projet retenu

### ■ Architecture et fonctionnement ...

Le bâtiment est composé de 5 modules aux volumétries identiques orientés Est/Ouest. Pour répondre aux fonctions qu'il abrite, le module abritant la cuisine est composé d'une structure en béton banché. Il sépare les 3 modules réservés aux clients du module dédié aux réserves et au personnel. Ces 4 derniers modules sont réalisés selon un principe constructif à ossature bois. Cette implantation en trois secteurs permet une compréhension immédiate du fonctionnement du restaurant, la séparation entre les espaces "*clients*" et les espaces "*techniques*" est très clairement affirmée. Des terrasses extérieures sont implantées à l'Ouest dans le prolongement des modules auxquels elles sont rattachées.



Illustration 5: Façade Ouest

### ■ Un principe constructif en bois ...

Les portiques des quatre modules construits en bois se développent sur une trame poteaux-poutres de 4,80 m de portée. Les façades sont réalisées à l'aide de panneaux ossaturés comprenant une isolation renforcée de 15+5 cm de laine minérale. Ce procédé constructif permet de réduire les ponts thermiques. Le bardage extérieur est réalisé en lames de mélèze à claire-voie, c'est-à-dire dont les lames ne sont pas jointives.

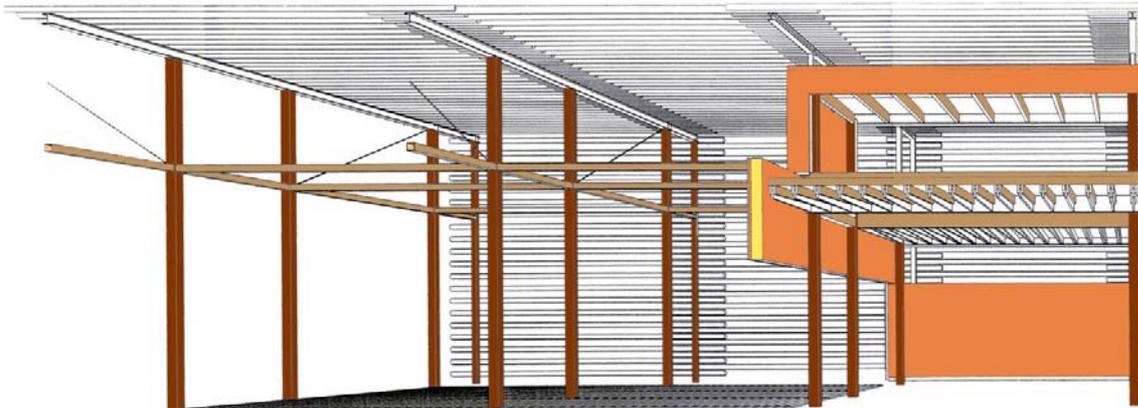


Illustration 6: Vue en coupe et perspective de l'ossature bois

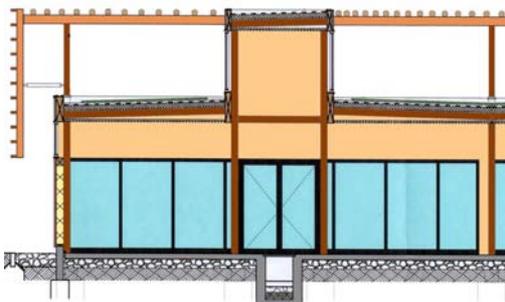


Illustration 8: Vue en coupe sur l'ossature bois



Illustration 7: Perspective intérieure d'un module bois

■ **Améliorer le confort d'été ...**

Pour assurer aux utilisateurs un bon niveau de confort thermique d'été, la toiture du bâtiment est couverte d'une ombrière qui par effet de parasol protège le bâtiment du rayonnement solaire et évite l'échauffement de la toiture en été. Des pare-soleil sont installés en façade Sud en retombée de l'ombrière.

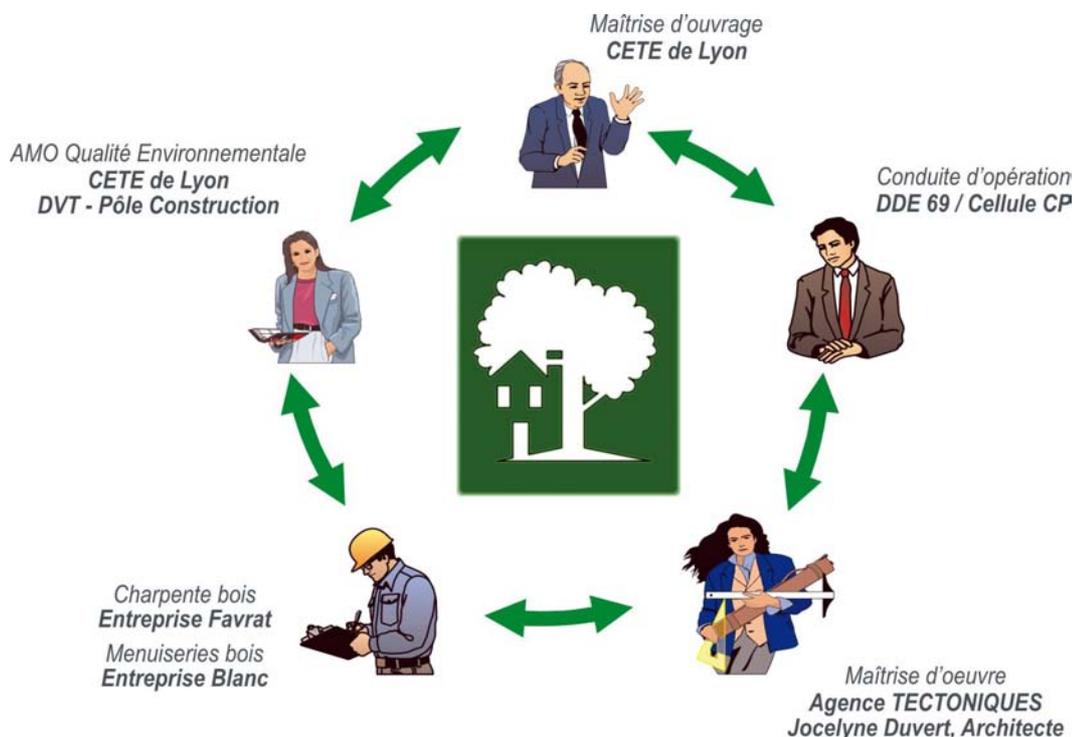
Ces différents dispositifs de protection contre le soleil ont été étudiés avec précision afin de pouvoir bénéficier des apports solaires en hiver.



Illustration 9: Vue sur l'ombrière et les pare-soleil, ©Tectoniques architecture

### 1.3 Les acteurs du projet

Pour mener à bien ce projet, le maître d'ouvrage a souhaité s'entourer des compétences d'un conducteur d'opération. La DDE69 a ainsi assisté le CETE de Lyon pour la gestion de projet, le suivi administratif et le suivi financier. En interne, le CETE s'est appuyé sur son service « qualité de la construction » pour la programmation et le suivi de la qualité technique et environnementale.



## 2. La structure

L'ossature du bâtiment est réalisée selon les principes du système constructif "poteaux-poutres". Cette technique se caractérise par l'utilisation de poteaux et de poutres en bois massif (*BM*) ou en bois lamellé-collé (*BLM*) de forte section, disposés selon une trame définie par l'architecte. L'ensemble forme un système modulaire tridimensionnel qui se développe horizontalement et verticalement. La toiture est supportée par les poutres, elles-mêmes supportées par les poteaux qui transfèrent l'ensemble des charges au système de fondation.

Cette ossature est stable sans la participation des façades, ce qui lui confère une grande souplesse architecturale en plan, en façade et en coupe. Dans ce projet, le squelette formé par les poteaux et les poutres est apparent, il génère ainsi une structure visible dans laquelle s'insèrent les parois opaques, les baies et les portes.

Les panneaux de façade ne sont pas porteurs mais ils participent au contreventement latéral de la structure. Ces panneaux ont essentiellement un rôle d'enveloppe et constituent les parois extérieures du bâtiment.



Illustration 10: Structure primaire de l'ossature bois

### 2.1 Description du bois utilisé

L'ossature bois du bâtiment est composée de trois pièces principales : les poteaux primaires, les poutres primaires et les traverses qui assurent la stabilité transversale de la structure.

#### ■ Propriétés du bois utilisé en structure primaire :

Pièces	Essence	Type	Taux d'humidité	Classe de risque	Classe de résistance	Préservation
Poteaux	Douglas	Massif	15 %	1 ou 2	C22	Traitement fongicide et insecticide
Poutres	Douglas	Lamellé collé	14 %	1 ou 2	GL24	Traitement fongicide et insecticide
Traverses	Douglas	Massif	15 %	1 ou 2	C22	Traitement fongicide et insecticide

**Le pin Douglas** ou pin d'Oregon est un bois d'aspect brun rouge plus ou moins prononcé, nettement veiné, au fil droit et au grain moyen à grossier. Il est principalement utilisé en charpente, structure et bardage.

Rupture à la compression : **55 N/mm<sup>2</sup>**  
 Rupture à la traction : **93 N/mm<sup>2</sup>**  
 Rupture à la flexion : **55 N/mm<sup>2</sup>**



*Aspect du pin Douglas*

## 2.2 Les assemblages

### ■ Poteaux et supports maçonnés

La structure bois est posée sur un soubassement maçonné réalisé et livré par l'entreprise du lot gros œuvre. Les réservations et les scellements ont été exécutés par le maçon sur les directives du charpentier.

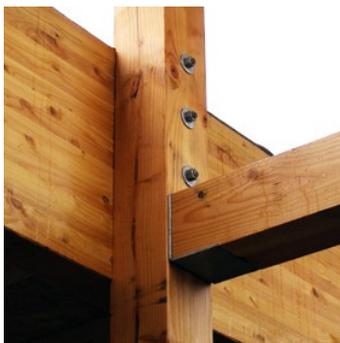
La liaison mécanique des poteaux avec les fondations est réalisée par l'intermédiaire d'un connecteur en acier galvanisé appelé " *pied de poteau ou sabot*" constitué de ferrures à tôle en âme ancré dans la maçonnerie. L'assemblage du poteau avec ce connecteur est réalisé à l'aide de broches. Les sabots métalliques à âme centrale présentent l'avantage d'être moins visibles et moins exposés que les sabots à âmes latérales.



*Illustration 11: Pied de poteau en acier galvanisé*

### ■ Poteaux et poutres primaires

Les poutres primaires hautes et basses sont fixées contre les poteaux à l'aide de tire-fonds à longue tige filetée et de boulons. La charge admissible de l'assemblage des poutres hautes est renforcée par l'installation de crampons à double denture.



*Illustration 12: Assemblage des poutres primaires sur les poteaux*

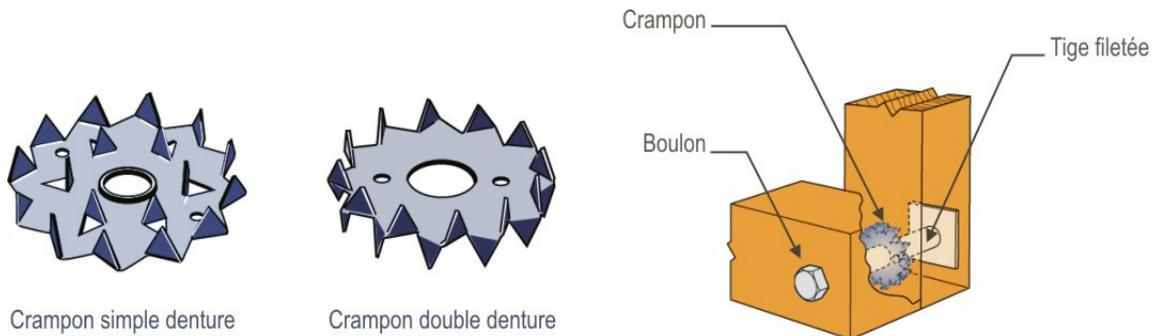


Illustration 13: Crampon d'assemblage poutres et poteaux primaires - ©Simpson Strong Tie

### ■ Poteaux et traverses

La liaison des traverses situées en partie haute de l'ossature avec les poteaux est réalisée par l'intermédiaire de connecteurs métalliques cloués sur les poteaux. L'assemblage de la traverse avec ce connecteur est réalisé à l'aide d'une broche en acier galvanisé.



Illustration 14: Chantier de la structure primaire

## 2.3 Détails constructifs

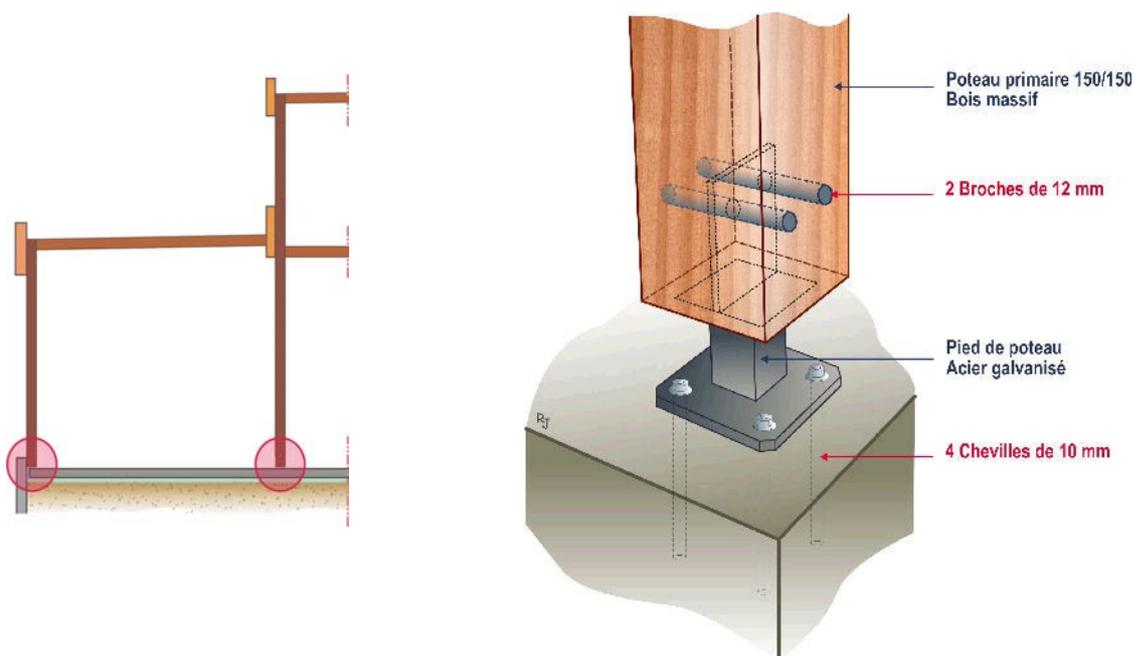


Illustration 15: Liaison poteau fondation

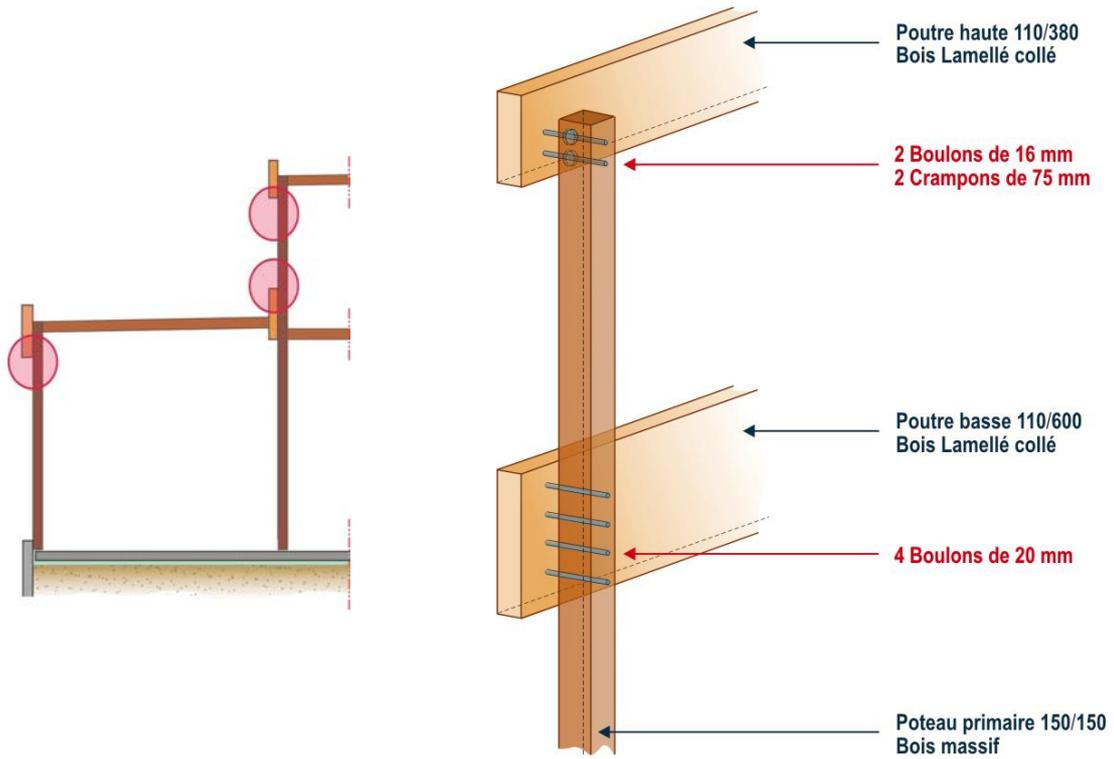


Illustration 16: Liaison poteau poutre

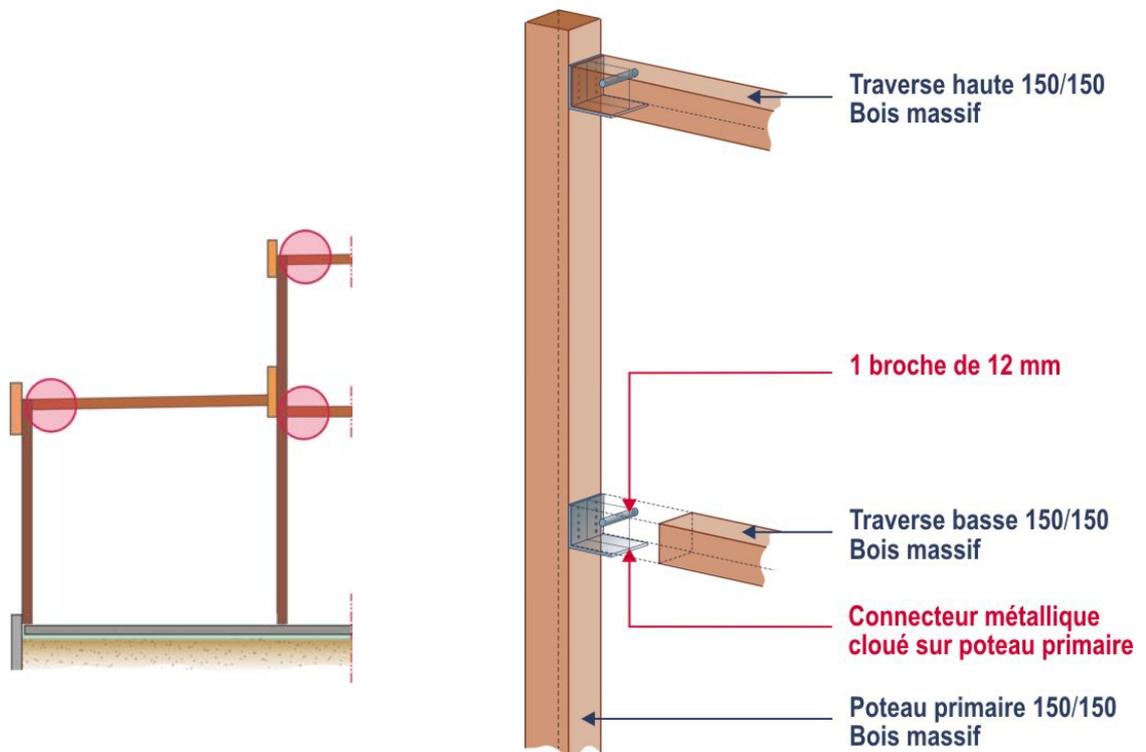


Illustration 17: Liaison poteau traverse

### 3. Les façades et l'enveloppe extérieure

Les parois extérieures de l'enveloppe sont composées de couches successives assurant la protection contre les intempéries, l'isolation thermique, l'isolation acoustique et la protection contre l'incendie. Leur structure est constituée de montants verticaux assemblés sur une lisse basse et une lisse haute. L'ensemble est contreventé par un voile en panneaux de particules orientées (*OSB*).

Afin de garantir un bon niveau de performance thermique et acoustique à cette enveloppe, la solution mise en œuvre pour ce bâtiment est de type "ossature à isolation croisée".

L'assemblage des différents matériaux composant l'enveloppe a été réalisé en atelier afin de constituer des panneaux préfabriqués qui reposent sur le mur de soubassement maçonné. Ils sont fixés par boulonnage sur les poteaux de la structure primaire et à l'aide de feuillards perforés permettant de reprendre les efforts latéraux.

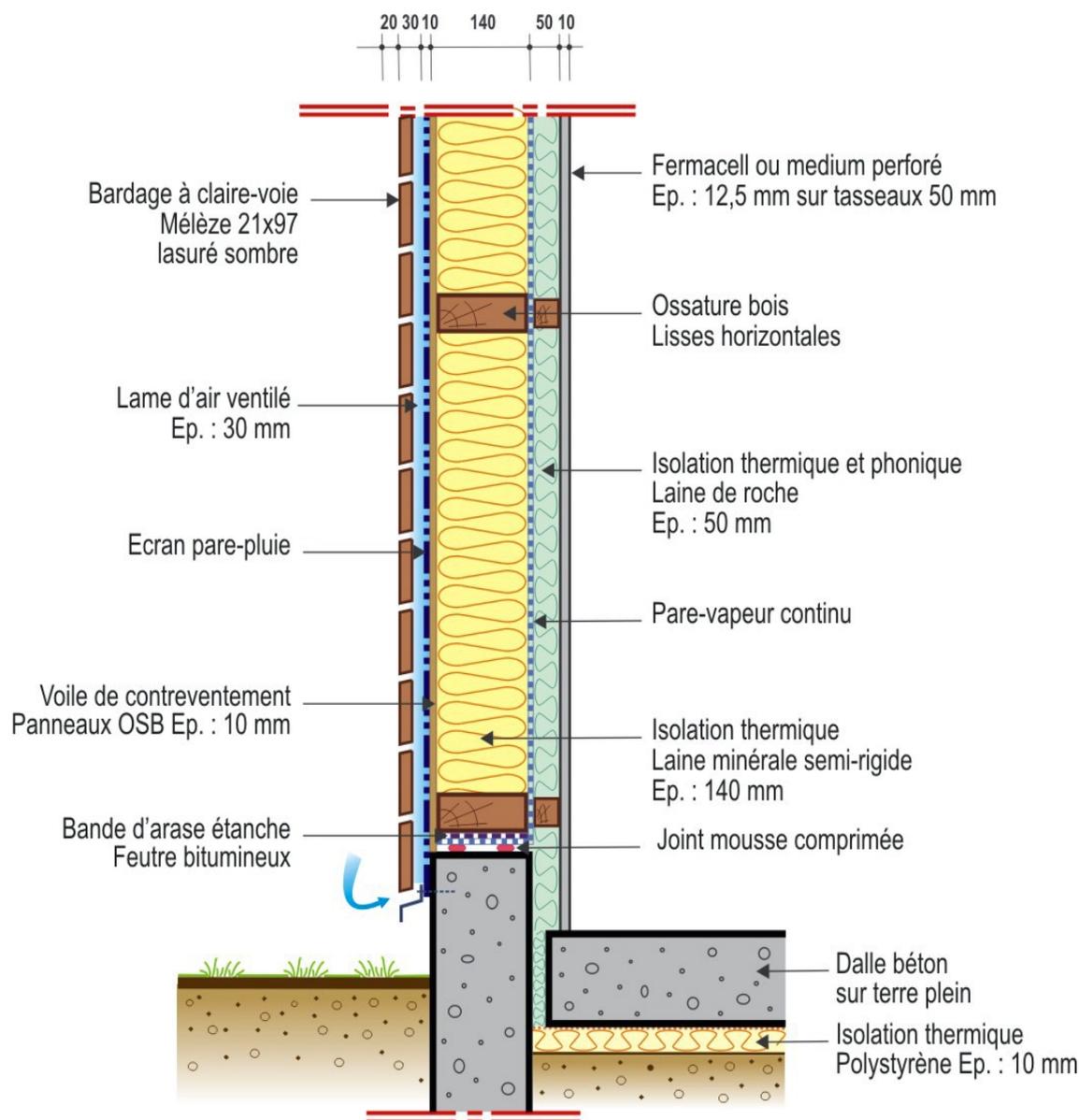


Illustration 18: Coupe sur la l'enveloppe extérieure

### 3.1 Composition de la paroi

De l'extérieur vers l'intérieur, la paroi de l'enveloppe bois est constituée de plusieurs couches juxtaposées garantissant diverses fonctions. L'ensemble est fixé et rigidifié par l'intermédiaire d'une structure propre à cette paroi appelé "*structure secondaire*".

#### ■ Structure de la paroi

La structure porteuse des parois est constituée de montants verticaux en bois massif de section 40/150 disposés selon un entre axe de 50 cm. Ils sont assemblés sur des traverses ou des lisses en bois massif de section 150/180 en partie haute et de section 40/150 en partie basse.

L'ensemble repose sur le mur de soubassement maçonné.

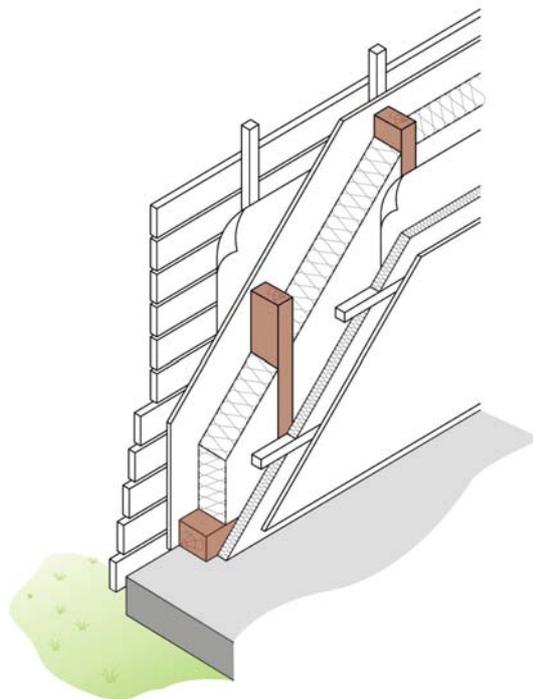


Illustration 19: Lisses et montants de l'enveloppe

#### ■ Revêtement de façade

Le revêtement de façade est réalisé à l'aide d'un bardage horizontal en lames de mélèze à claire-voie de section 20/94 délardées (*taillé en biseau*). Pour garantir une bonne esthétique, le bardage extérieur a fait l'objet d'une préfabrication. Les lames de mélèze ont d'abord été fixées par la face arrière sur des tasseaux à l'aide de pointes inoxydables.

Ces panneaux pré-assemblés ont ensuite été vissés sur l'ossature de l'enveloppe via l'interstice situé entre les lames de mélèze du revêtement de façade.

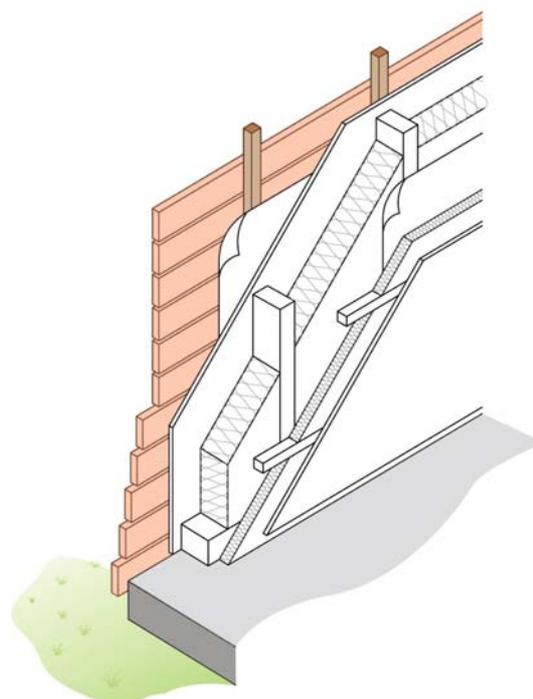


Illustration 20: Bardage extérieur à claire-voie

**Le Mélèze** est un bois à l'aspect rosâtre plus ou moins prononcé, nettement veiné, au fil droit et au grain moyen. Il est principalement utilisé en bardage, en menuiserie extérieure et intérieure. En terme de stabilité, son adaptation à l'humidité ambiante est rapide.



Aspect du Mélèze

### ■ Ventilation

Afin d'assurer un bon comportement du bois dans le temps et d'éviter les risques de condensation, il est nécessaire de prévoir une bonne ventilation entre le revêtement extérieur et l'enveloppe.

Cette ventilation est obtenue à l'aide de la lame d'air de 30 mm laissée libre par le lattage vertical des tasseaux sur lesquels sont fixés les lames de mélèze du bardage.

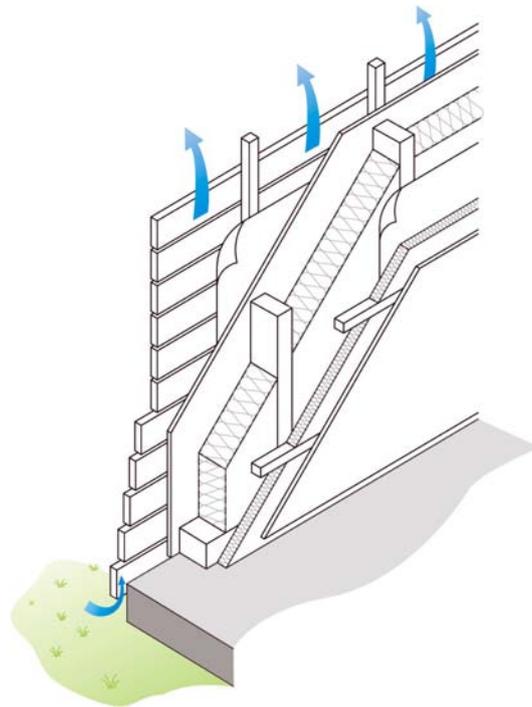


Illustration 21: Lame d'air entre bardage et pare-pluie

### ■ Pare-pluie

Un pare-pluie respirant non tissé assure l'étanchéité à l'eau. Ce pare-pluie est appliqué directement sur le panneau de contreventement. Ce pare-pluie possède sur sa face externe une enduction acrylique noire lui garantissant une bonne stabilisation aux UV et une grande stabilité dans le temps.

Le pare-pluie constitue une défense secondaire contre la pénétration de la pluie et de l'humidité poussées par les vents à travers le bardage. Il permet également la migration vers l'extérieur de la vapeur d'eau qui pourrait être présente à l'intérieur de la paroi.

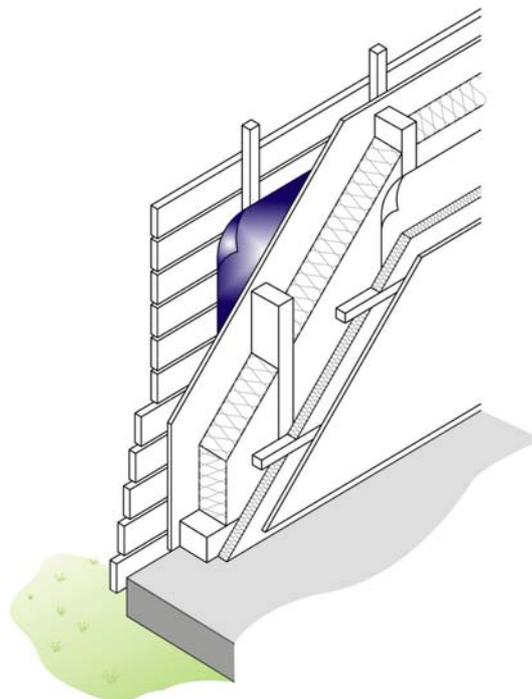


Illustration 22: Pare-pluie  
(Perméance < 3,0 g/m<sup>2</sup>.h.mmHg)

### ■ Contreventement

L'ossature de la paroi est contreventée par des voiles travaillants en panneaux de particules orientées (*OSB Triply de 8 mm*).

Ce panneau étant placé du côté extérieur, il joue un rôle important au niveau de l'étanchéité à l'air et de la résistance au feu de la paroi.

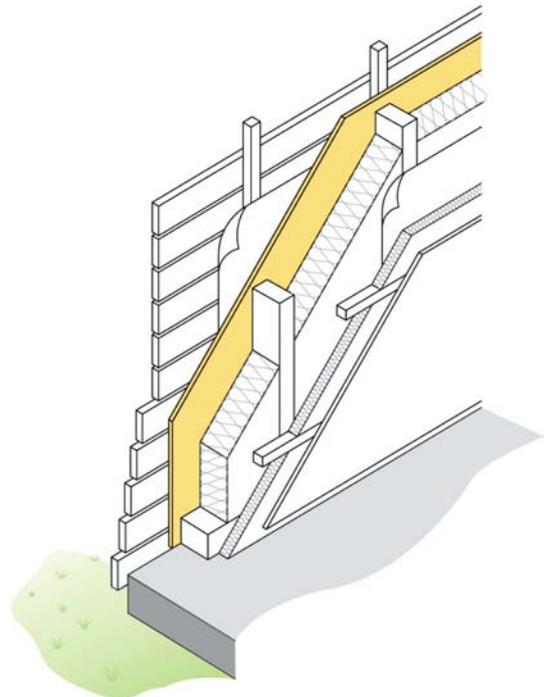


Illustration 23: Voile travaillant en panneaux OSB

**Les panneaux OSB** sont constitués de grandes lamelles de bois orientées et liées entre elles par collage de 3 couches disposées perpendiculairement les unes aux autres. Ces lamelles sont issues de la valorisation des déchets de scierie. L'appellation OSB est l'acronyme de sa dénomination anglo-saxonne : *Oriented Strand Board*.



Aspect d'un panneau OSB

### ■ Isolation thermique

L'isolant assure les fonctions thermique et acoustique du mur. Cette première couche d'isolant est placée entre les montants verticaux de l'enveloppe afin de bien remplir le vide. Le matériau utilisé est composé de panneaux semi-rigides en laine minérale à densité élevée ( $\lambda = 0,038 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ) de 140 mm d'épaisseur.

Les panneaux d'isolant ont été découpés avec une légère sur-côte par rapport à l'espace disponible entre les montants verticaux afin d'éviter les ponts thermiques dus à un vide.

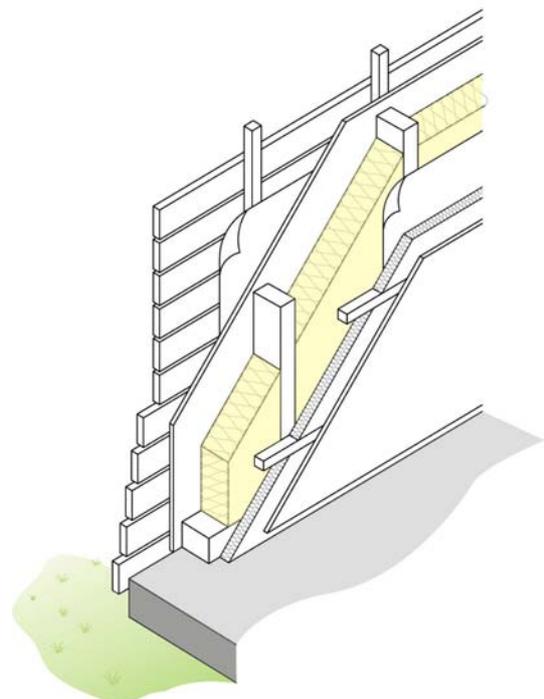


Illustration 24: Isolation en laine minérale 140 mm

### ■ Pare-vapeur

Le pare-vapeur est une membrane étanche à la vapeur d'eau qui a pour rôle d'empêcher la migration de la vapeur d'eau à travers les parois et d'éviter le risque de condensation de cette vapeur d'eau dans l'isolant thermique. L'écran pare-vapeur doit toujours être disposé du côté chaud de l'isolant, c'est à dire vers l'intérieur du bâtiment.

Le matériau utilisé est une combinaison quadri couches composée d'une feuille de polyester transparente, d'une couche d'aluminium, d'une armature et d'une enduction polyéthylène. La face aluminium étant orientée vers l'intérieur, ce type de membrane "*métallisée*" permet également de limiter les déperditions d'énergie en assurant un certain degré de réflexion de la chaleur rayonnante.

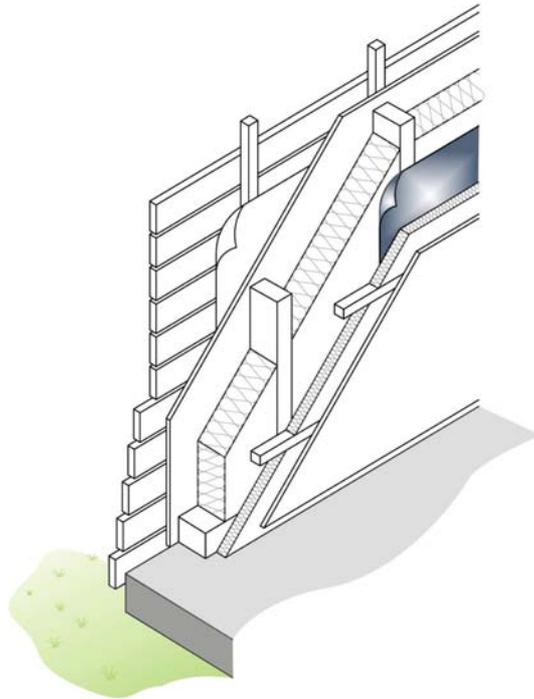


Illustration 25: Pare-vapeur  
(Perméance < 0,0009 g/m<sup>2</sup>.h.mmHg)

### ■ Isolation thermique et acoustique

Cette deuxième couche d'isolant placée entre les liteaux horizontaux, supports du parement intérieur (Cf. paragraphe suivant) permet d'augmenter les performances thermique et acoustique de l'enveloppe.

Le matériau utilisé est composé de panneaux semi-rigides en laine de roche de 50 mm d'épaisseur à densité élevée ( $\lambda = 0,038$  W/m<sup>2</sup>.K) et aux propriétés acoustiques renforcées.

Cette couche d'isolant permet également le passage des gaines électriques sans percer le pare-vapeur.

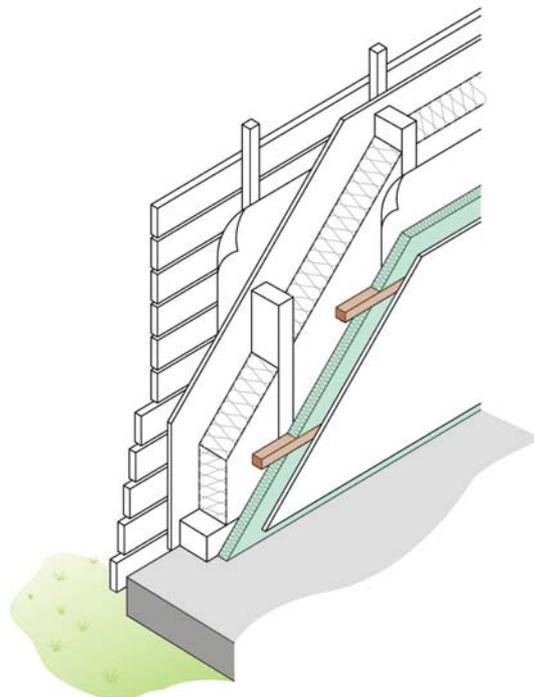


Illustration 26: Isolation thermique et acoustique

### ■ Le parement intérieur

Le parement intérieur est réalisé avec des plaques de gypse cellulose et des panneaux de bois perforés. Les plaques et les panneaux sont posés sur un contre-littelage horizontal fixé sur les montants de structure de l'enveloppe.

Cette technique permet de poser les boîtiers électriques sans percer le pare-vapeur et sans altérer la couche d'isolant principale.

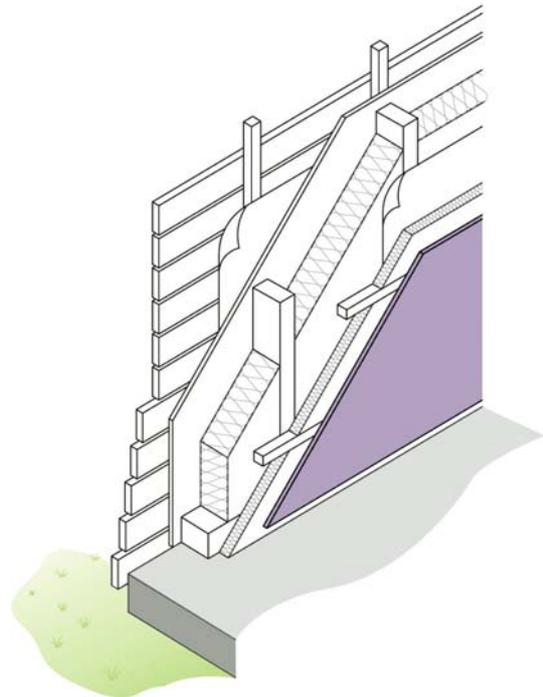


Illustration 27: Parement intérieur

### ■ Nomenclature globale de l'enveloppe

- ① Soubassement maçonné
- ② Lisses et montants de structure
- ③ Bardage extérieur à claire-voie
- ④ lame d'air de ventilation
- ⑤ Écran pare-pluie
- ⑥ Voile travaillant en panneau OSB
- ⑦ Isolation thermique 150 mm
- ⑧ Écran pare-vapeur
- ⑨ Isolation thermique et acoustique 50 mm
- ⑩ Parement intérieur type Fermacell

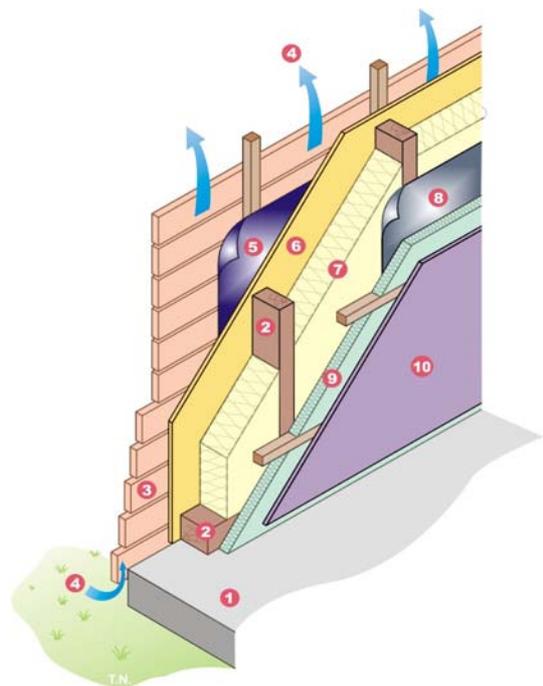


Illustration 28: Nomenclature de l'enveloppe extérieure

## 3.2 La perméabilité à l'air

La performance thermique des parois extérieures d'une construction à ossature bois peut être très avantageuse mais elle est souvent perturbée par des entrées d'air parasites. Les risques d'infiltration d'air se situent généralement au niveau des liaisons du système constructif, mais on recense également des points de fuites au niveau des équipements ou des dispositifs techniques indépendants du système constructif. Les infiltrations les plus courantes sont les suivantes :

- ❶ La liaison de l'enveloppe extérieure avec le soubassement maçonné,
- ❷ La liaison des planchers et de la toiture avec les parois extérieures verticales,
- ❸ La liaison des parois verticales entre elles (*angle rentrant et angle sortant*),
- ❹ La liaison des menuiseries extérieures avec l'enveloppe,
- ❺ L'implantation des boîtiers et gaines électriques dans l'enveloppe,
- ❻ Le percement de l'enveloppe par des éléments traversant (*gaines techniques*).

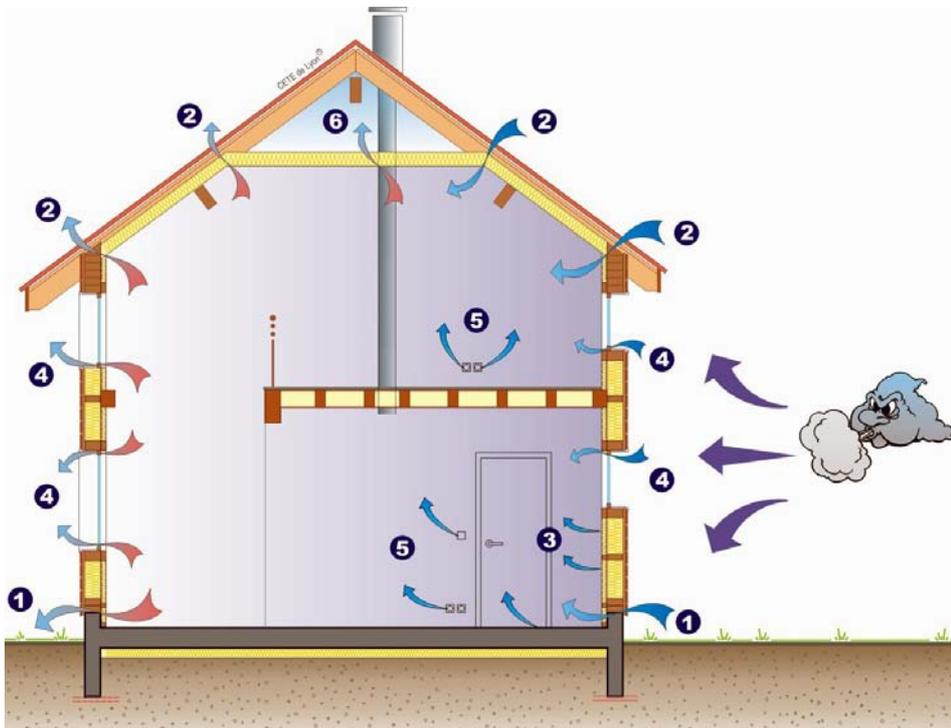


Illustration 29: Repérage des risques d'infiltration d'air

La perméabilité à l'air est aujourd'hui reconnue comme un point faible des bâtiments neufs ou existants. Pour des bâtiments très isolés, une perméabilité excessive engendre une surconsommation énergétique qui peut aller jusqu'à 25% dans certains cas. Par ailleurs, les infiltrations d'air parasites entraînent la circulation de flux d'air non maîtrisés qui sont à l'origine de problèmes d'inconfort thermique pour les occupants, d'une dégradation de la qualité de l'air mais également de pathologies liées à la présence d'humidité dans les parois du bâtiment.

La réalisation d'une bonne étanchéité à l'air pour ce type de construction demande au concepteur de porter une grande attention à l'étude des liaisons de l'enveloppe et une mise en œuvre "soignée" de la part des constructeurs. "Il faut avoir conscience de la fonction étanchéité à l'air de l'enveloppe" (Cf. *Optimisation de la réalisation des chantiers de maisons individuelles en bois, FFB et IraBois*).

Pour réduire les entrées d'air parasites, l'architecte de ce bâtiment a choisi de mettre en œuvre pour la réalisation de l'enveloppe, "une double ossature à isolation croisée". Cette solution performante consiste à mettre en place, côté intérieur, une deuxième couche d'isolant placée entre les éléments de l'ossature secondaire croisée. Ce système, utilisé pour la construction des parois verticales, a permis de mettre en œuvre le pare-vapeur véritablement *en continu* entre les deux épaisseurs d'isolant et d'éviter les percements de celui-ci par les câbles et les boîtiers électriques.



*Pour mettre en œuvre cette solution, il est nécessaire que la résistance thermique de l'isolant situé côté extérieur soit au moins égale au double de la résistance thermique de l'isolant situé côté intérieur, (Cf. Construire avec le bois, Dominique Gauzin-Müller).*

Par ailleurs, l'utilisation pour la structure primaire, de bois avec un taux d'humidité d'environ 15%, (Cf. chapitre 2.1) permet de réduire les écarts dimensionnels lors de la stabilisation du taux d'humidité avec le milieu ambiant. Les défauts d'étanchéité pouvant résulter de ces variations de la structure sont donc réduits au minimum.

### 3.3 Détails d'exécution

Ce chapitre présente à travers des illustrations à grande échelle, le traitement de la perméabilité à l'air des différents points de vigilance identifiés lors de la conception et la construction de ce bâtiment :

#### ■ Liaison de l'enveloppe extérieure avec le soubassement maçonné

L'étanchéité à l'air de cette liaison est renforcée par la mise en œuvre de deux bandes d'étanchéité en mousse imprégnée de résine acrylique entre la lisse basse de l'ossature bois et le soubassement en béton. Les deux bandes sont d'abord collées parallèlement sur tout le linéaire du support maçonné puis comprimées lors de la pose des modules de l'enveloppe extérieure. La protection de l'ossature bois contre les remontées capillaires issues du mur de soubassement est assurée par la pose d'une bande d'arase bitumineuse en sous face de la lisse basse. Enfin, le pare-vapeur est prolongé en retour sous la lisse basse afin de garantir sa continuité.

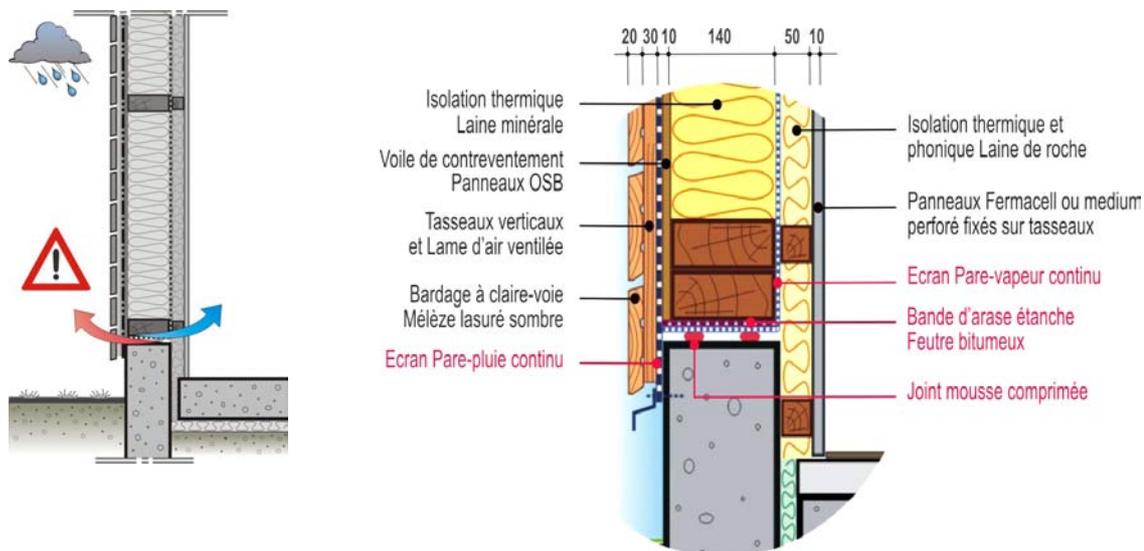


Illustration 30: Coupe de détail sur la liaison Enveloppe-soubassement

## ■ Liaison du bâti de l'enveloppe avec les menuiseries

Le bois utilisé pour les menuiseries est un bois exotique importé du Cameroun appelé "Bossé". La pose des menuiseries est réalisée en tableau (*dite aussi en "tunnel"*). L'étanchéité à l'air de cette liaison est renforcée par une série de mesures qui comprend : la pose sur toute la périphérie du bâti de la menuiserie d'un double joint mousse comprimée et imprégnée d'une résine synthétique, l'application sur fond de joint d'un joint polyuréthane à l'extérieur et d'un joint acrylique à l'intérieur (Cf. Figure 31).

**Le Bossé** est un bois d'aspect rosâtre plus ou moins prononcé, légèrement veiné, au fil droit avec un léger contre fil et au grain fin. Il est principalement utilisé en menuiserie extérieure et intérieure. Le Bossé mis en œuvre pour les menuiseries du restaurant possède le label FSC (Forest Stewardship Council).



Aspect du Bossé

La mise en œuvre des différents matériaux d'étanchéité se fait en plusieurs séquences :

- ① Tracé de la position des joints comprimés sur la pièce d'appui de la baie,
- ② Mise en œuvre des joints comprimés (*adhésifs*) sur la pièce d'appui de la baie,
- ③ Mise en œuvre des joints comprimés (*adhésifs*) sur la périphérie du bâti de la menuiserie,
- ④ Application d'un joint extrudé de silicone neutre sur les languettes d'assemblage vertical,
- ⑤ Pose de la menuiserie dans la baie, calage et fixation par vissage,
- ⑥ Mise en œuvre des fonds de joints,
- ⑦ Application du joint extrudé polyuréthane à l'extérieur,
- ⑧ Application du joint extrudé acrylique à l'intérieur.



Illustration 31: Processus de mise en œuvre des menuiseries

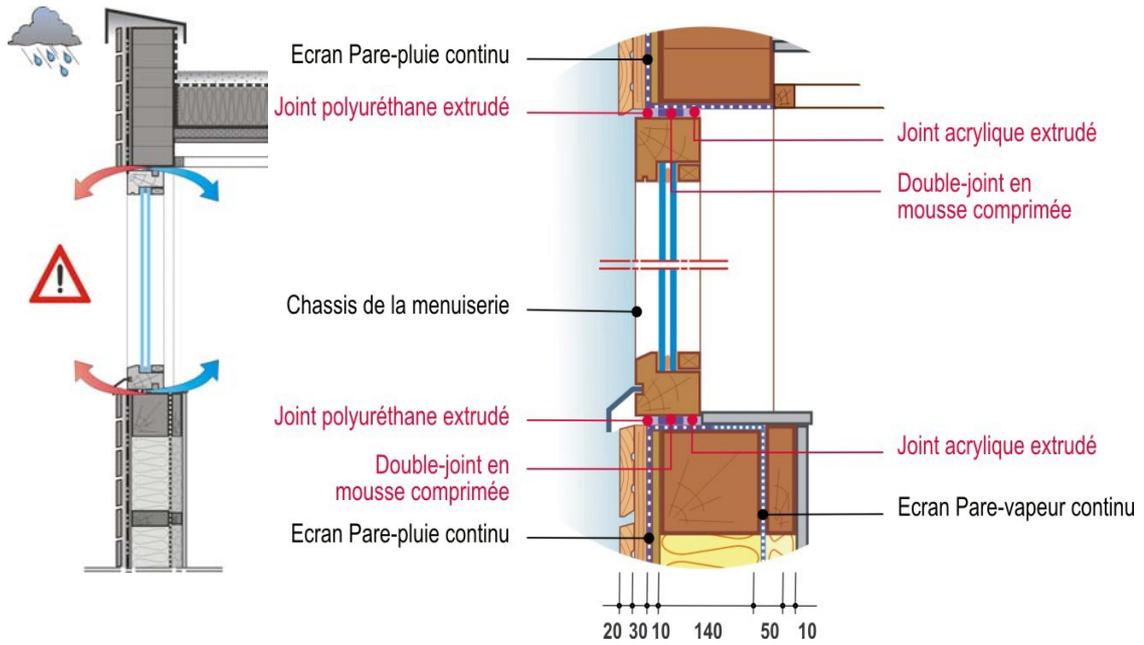


Illustration 32: Coupe de détail sur la liaison Enveloppe-menuiserie

■ **Liaison verticale de l'enveloppe bois avec la paroi béton du module cuisine**

Cette liaison se situe au niveau du raccordement des modules bois de l'espace client avec le module béton de l'espace cuisine. Le traitement de l'étanchéité à l'air de cette liaison verticale est renforcé par la mise en œuvre de deux joints en mousse pré-comprimée et imprégnée à cœur d'une résine synthétique. Cette mousse agit par décompression permanente sur les parois du joint.

Deux joints extrudés viennent ensuite renforcer cette première barrière d'étanchéité : un joint de mastic polyuréthane sur le nu extérieur de la paroi, ainsi qu'un joint de mastic acrylique sur le nu intérieur.

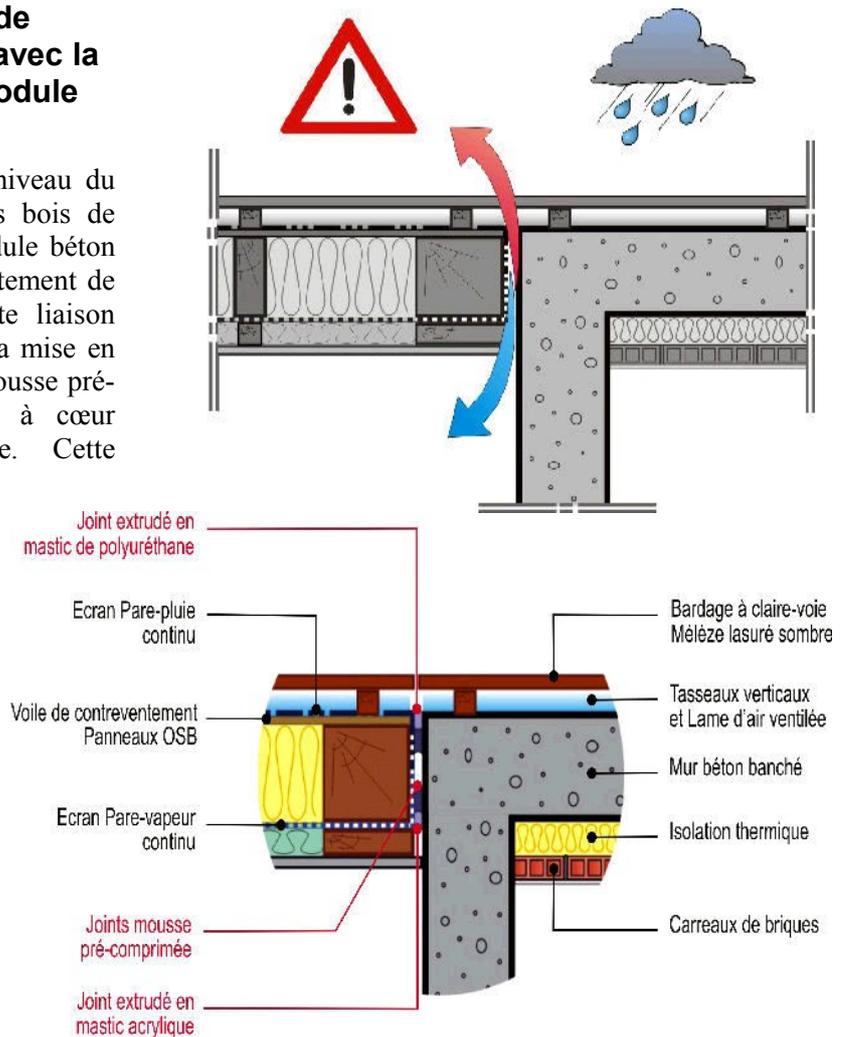
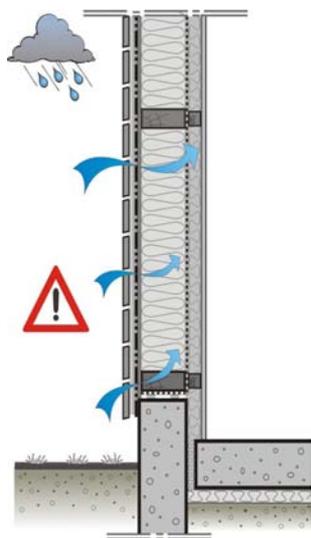


Illustration 33: Vue en plan de la liaison module bois-module béton

## ■ Mise en œuvre du pare-pluie

La fonction principale du pare-pluie est de s'opposer à la pénétration d'eau liquide à l'intérieur du bâtiment tout en permettant l'évacuation de la vapeur d'eau vers l'extérieur. Sous réserve qu'il forme une enveloppe continue, il peut également participer à l'amélioration de l'étanchéité à l'air des parois verticales de l'enveloppe.

Pour être efficace, la mise en œuvre de ce film doit être soignée et respecter quelques règles de base :



- Les lés sont directement agrafés sur les panneaux de contreventement avec la face lisse tournée vers l'extérieur,
- Pour assurer leur continuité en partie courante, les lés doivent être tendus et se chevaucher avec un recouvrement horizontal de 10 cm minimum, et un recouvrement vertical de 5 cm minimum,
- Les recouvrements entre lés sont collés à l'aide d'une colle élastique (*Butyl ou Caoutchouc*), ou de bandes adhésives,
- La continuité des lés doit également être assurée dans les angles rentrants ou sortants du bâtiment, ainsi qu'au niveau du chevêtre des menuiseries,
- En cas de déchirure, la continuité doit être reconstituée.

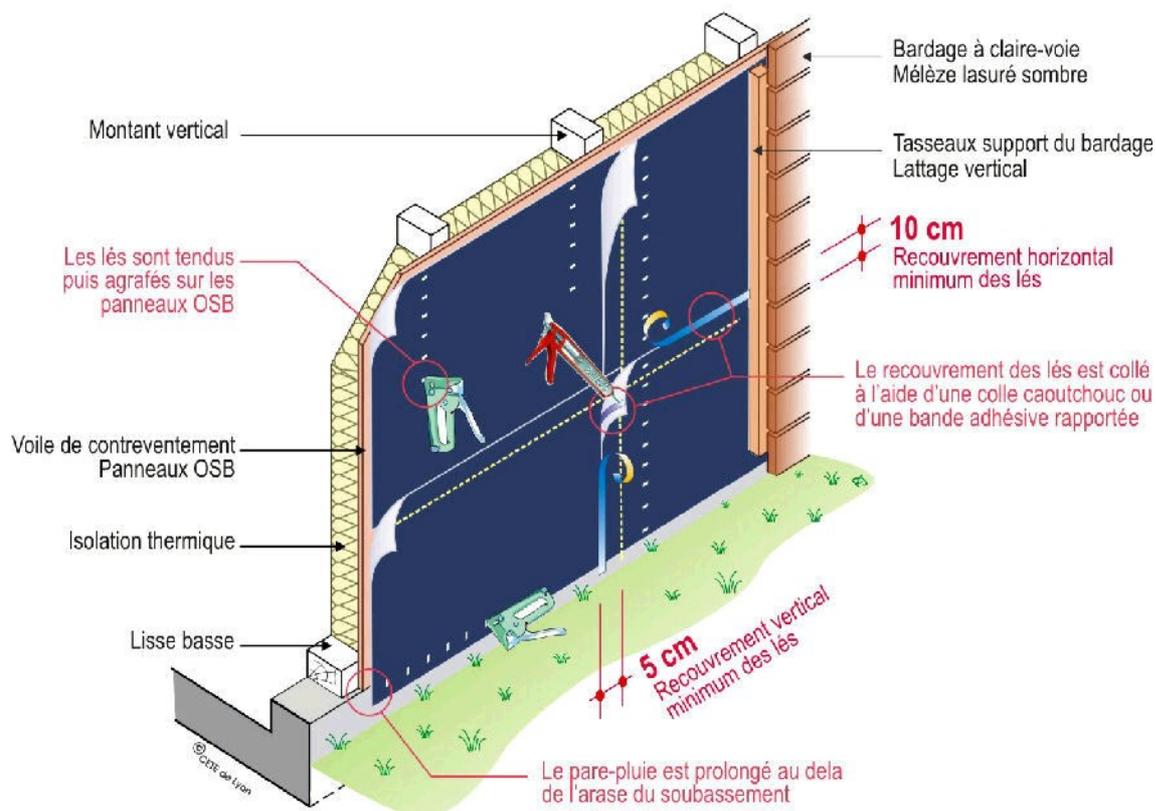


Illustration 34: Pare-pluie - Recouvrement des lés en partie courante

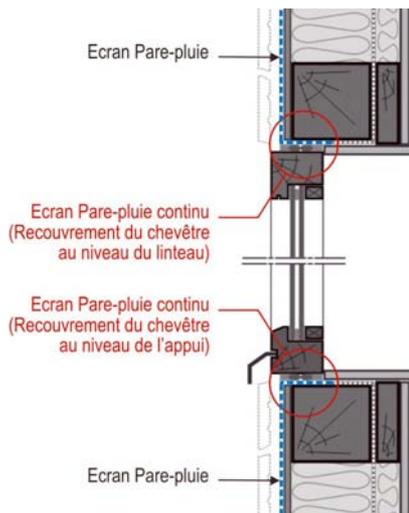


Illustration 35: Pare-pluie - Recouvrement du chevêtre de menuiserie

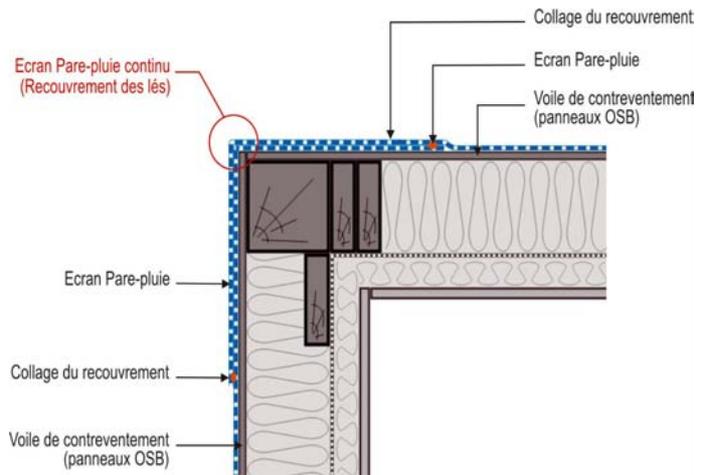


Illustration 36: Pare-pluie - Recouvrement en angle sortant

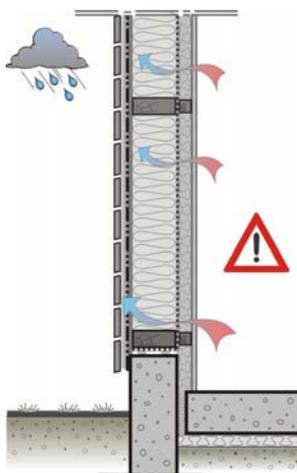


Illustration 37: Pare-pluie - Accessoires de collage et d'étanchéité des liaisons du pare-pluie

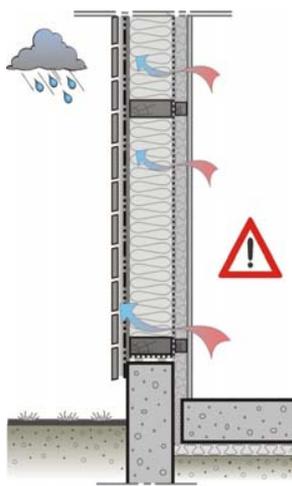
### ■ Mise en œuvre du pare-vapeur

La fonction principale du pare-vapeur est de limiter la transmission de vapeur d'eau à travers la paroi, pour éviter la formation du point de rosée à l'intérieur de l'isolant. Il doit donc être étanche à l'eau et à la vapeur d'eau. Le film pare-vapeur participe également à l'étanchéité à l'air des parois verticales de l'enveloppe.

Pour être efficace et satisfaire les exigences relatives à cette deuxième fonction, la mise en œuvre de cet écran doit être examinée tant en partie courante qu'au niveau des joints et des liaisons entre les murs, les planchers, les baies et la toiture :



- L'écran pare-vapeur doit couvrir la totalité de l'enveloppe extérieure des locaux chauffés,
- Les lés sont directement agrafés sur les montants et les lisses de la structure de l'enveloppe,
- Pour assurer leur continuité, les lés doivent être tendus et se chevaucher avec un recouvrement de 5 cm minimum,
- Le raccordement et le recouvrement des lés entre eux doit être recouvert d'une bande collante ou adhésive,
- La continuité des lés doit également être assurée dans les angles rentrants ou sortants du bâtiment,
- En cas de déchirure, la continuité doit être reconstituée.



- Les raccords sur support lisse en bois sont réalisés à l'aide d'une bande adhésive résistante à la déchirure,
- Les raccords entre le pare-vapeur et les éléments traversant (*conduit de ventilation*) est réalisé à l'aide de collerette spécifique ou de bande de raccordement adhésive et extensible (*colle bitume ou caoutchouc appliquée sur un film non tissé*),
- La continuité des lés doit également être assurée au niveau du raccordement avec les baies par recouvrement du chevêtre en tous points.

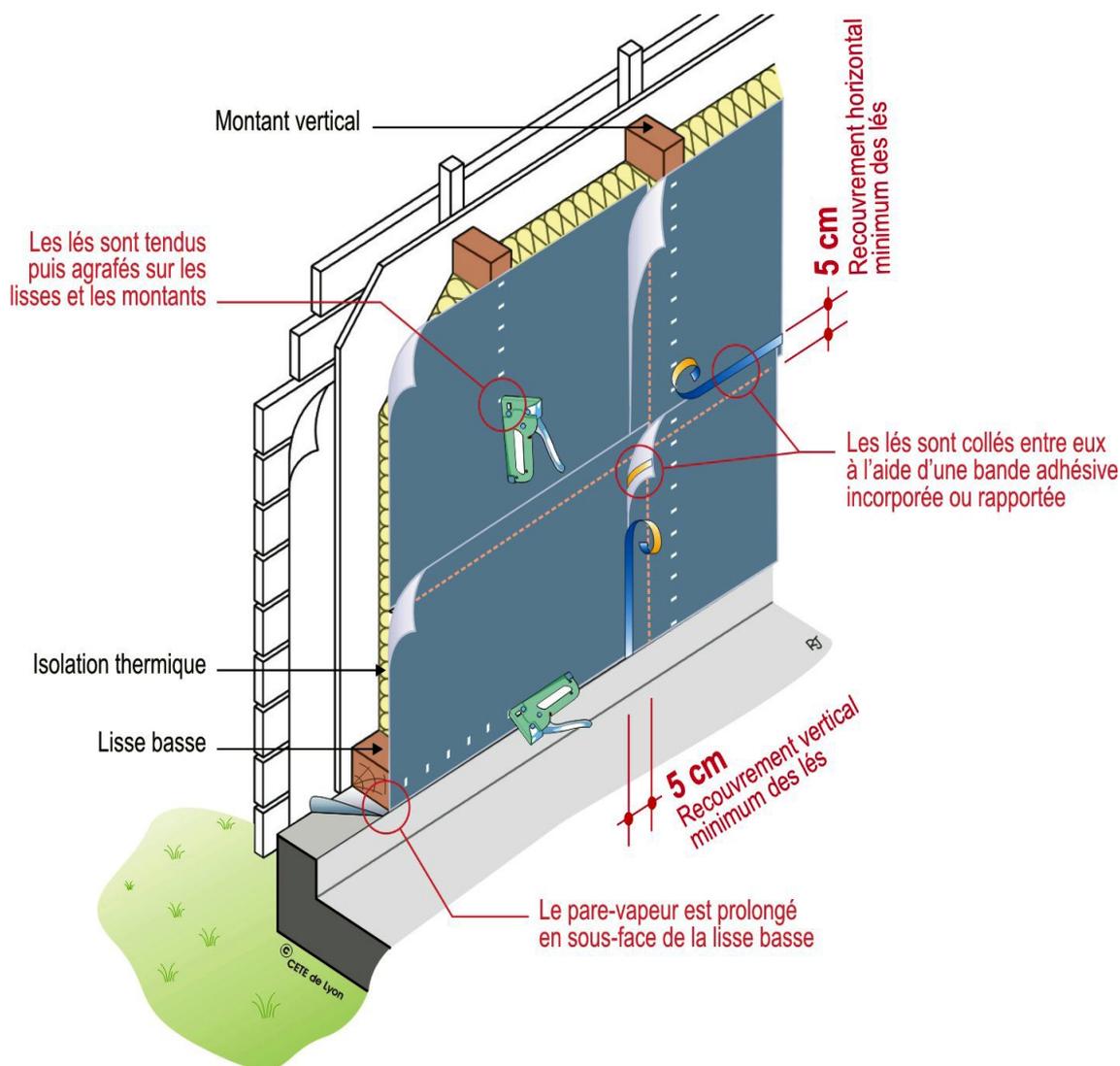


Illustration 38: Pare-vapeur : Recouvrement des lés en partie courante

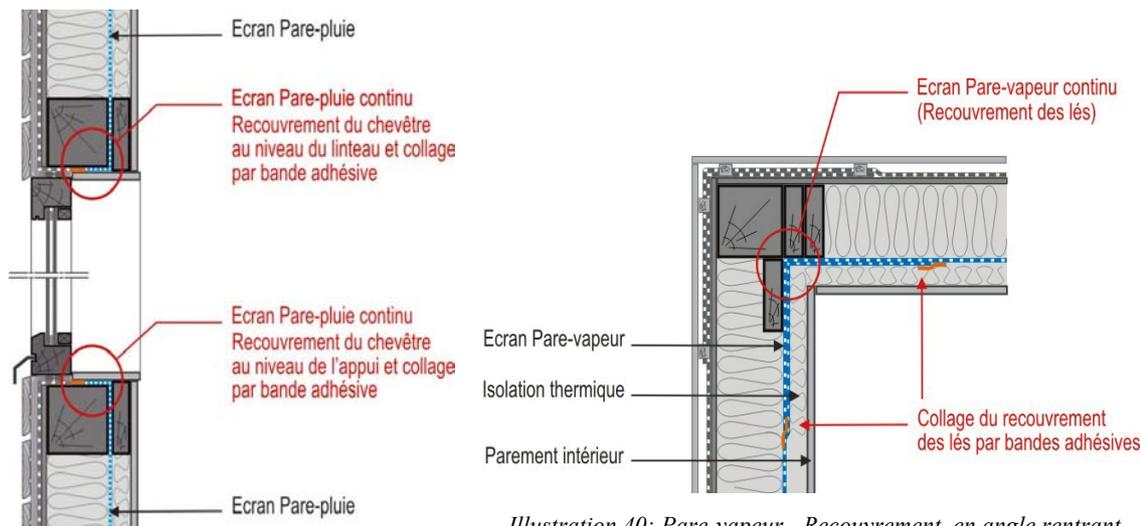


Illustration 39: Pare-vapeur - Recouvrement du chevêtre de menuiserie

Illustration 40: Pare-vapeur - Recouvrement en angle rentrant



Illustration 41: Pare-vapeur - Accessoires de collage et d'étanchéité des liaisons du pare-vapeur

### 3.4 Les essais de perméabilité à l'air

Pour quantifier la perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment, le CETE de Lyon a réalisé 2 essais d'étanchéité à l'air conformes à la norme NF EN 13829. Lors du premier essai, afin de caractériser uniquement la perméabilité à l'air de l'enveloppe "ossature bois", les techniciens du CETE ont isolé les trois modules de l'espace restauration. Le second essai porte sur les cinq modules et caractérise ainsi l'enveloppe de l'ensemble du bâtiment.

L'indicateur utilisé est l'indice de perméabilité à l'air  $I_4$ , qui représente le débit de fuite sous 4 Pa divisé par la surface de parois froides (au sens de la RT 2005, hors planchers bas). Il s'exprime en  $m^3/(h.m^2)$  à 4 Pa.

Essai n°1 (Modules bois) :  $I_4 = 0,57 m^3/(h.m^2)$

Essai n°2 (Totalité du bâtiment) :  $I_4 = 1,20 m^3/(h.m^2)$



Le résultat des essais est satisfaisant et conforme à la RT2005. Il résulte des efforts consentis aux différentes étapes du projet :

- exigence d'un niveau d'étanchéité dans le programme,
- description des dispositions prévues pour l'étanchéité à l'air en phase conception,
- sensibilisation des différents acteurs du chantier sur l'intérêt d'une mise en œuvre soignée de cette barrière étanche et sur son impact énergétique.

L'information ne s'est pas limitée aux seuls intervenants du corps d'état "bois" mais s'est prolongée à l'attention du maçon, du plâtrier-plaquiste, de l'électricien, du plombier, du peintre ...

## 4. Le confort d'été

Pour ce type de bâtiment, la recherche du confort d'été peut paraître antinomique avec l'objectif d'économie d'énergie. En effet, si la climatisation apparaît, à première vue, comme la solution optimale pour assurer des conditions de confort satisfaisantes, elle représente un poste de consommation d'énergie très important. Par ailleurs, les fluides frigorigènes, puissants gaz à effet de serre, peuvent s'échapper dans l'atmosphère par des fuites dans les circuits des climatiseurs.



*La consommation énergétique annuelle (finale) affectée à la climatisation de l'ensemble des bâtiments du secteur tertiaire est estimée à 10,3 TWh soit 5% de la consommation totale de ce secteur. Pour les bâtiments de la catégorie "hôtels, cafés, restaurants", elle représente environ 1 TWh soit 10 % de la consommation du secteur tertiaire. (Cf. Plan Climat 2006 et ADEME)*

Il a donc été demandé au concepteur de veiller à ce que les solutions proposées allient à la fois les soucis de confort thermique, de réduction des consommations d'énergie et de limitation des émissions de gaz à effet de serre.

### 4.1 Une approche bioclimatique

Les causes principales de réchauffement du bâtiment sont diverses : rayonnement, renouvellement d'air, conduction à travers les parois,... Pour obtenir des conditions de température acceptables, il est nécessaire de recourir à différentes solutions. Les moyens à mettre en œuvre et leur combinaison éventuelle doivent s'attacher à lutter contre les causes principales de réchauffement du bâtiment.

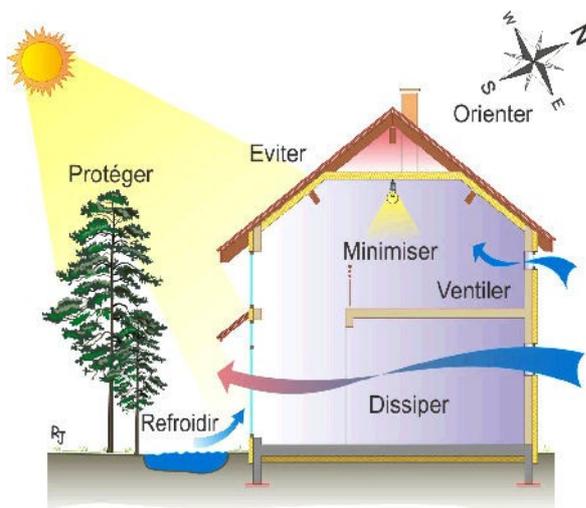


Illustration 42: Stratégie du froid

**Orienter** favorablement le bâtiment de façon à exploiter les effets bénéfiques du climat tout en se protégeant des effets négatifs,

**Éviter** l'échauffement des parois opaques et des toitures en accroissant leur isolation,

**Protéger** le bâtiment et notamment les surfaces vitrées de l'ensoleillement direct à l'aide d'écrans permanents,

**Dissiper** les surchauffes par la ventilation "diurne",

**Minimiser** les charges thermiques internes des appareils qui produisent de la chaleur,

**Refroidir** l'air par ventilation "nocturne" et à l'aide de dispositifs naturels.

La démarche bioclimatique proposée par l'architecte s'attache à optimiser l'enveloppe du bâtiment en affectant aux parois de celui-ci plusieurs fonctions de base dépendantes des conditions extérieures et des besoins internes. La faible inertie des parois à ossature bois a été compensé en protégeant le bâtiment des apports dus au rayonnement solaire et en rafraîchissant en permanence l'air neuf par le moyen d'un puits canadien.

### ■ Dispositions pour le confort thermique d'été

- ✓ Isolation thermique renforcée de la toiture ( $U_p = 0,16 \text{ W/m}^2.K$ )
- ✓ Protection solaire de la toiture par effet parasol de l'ombrière (40% d'occultation)
- ✓ Installation de pare-soleil sur les façades exposées au soleil
- ✓ Pose de vitrage à isolation thermique renforcée et peu émissif ( $FS$  ou  $g = 0,55$ )
- ✓ Caractéristiques des vitrages adaptées à l'orientation ( $U, g$ )
- ✓ Rafraîchissement de l'air neuf insufflé via un puits canadien (3,5 Vol/h)

### ■ Simulation thermique dynamique

Le graphique ci-dessous réalisé par le cabinet d'ingénierie énergétique *Olivier Sidler* représente les courbes de fréquence cumulée de la température ambiante dans la salle du restaurant et de la température extérieure pour la totalité des heures du mois de juillet, lorsque la ventilation est permanente. Ce qui permet d'optimiser le fonctionnement du puits canadien.

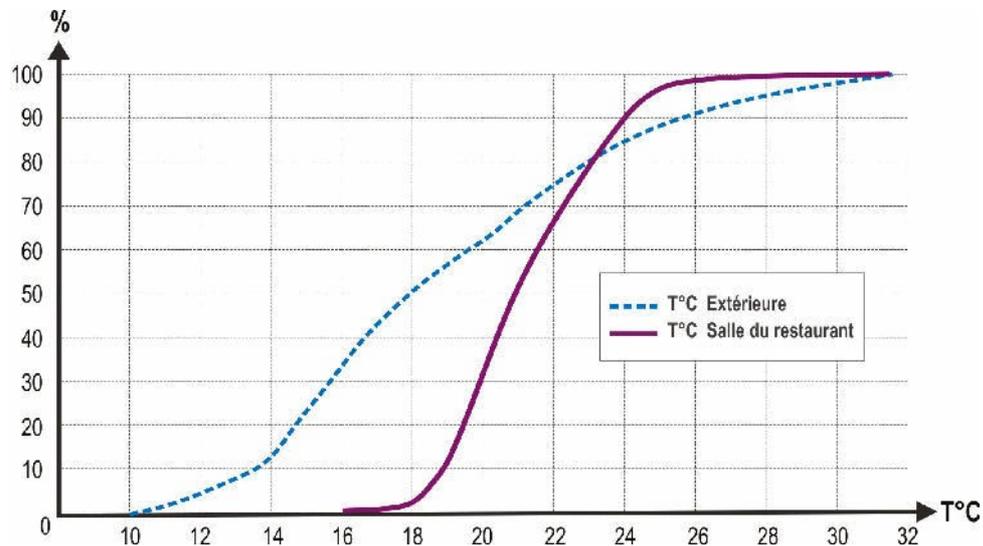


Illustration 43: Fréquence cumulée des températures du restaurant au mois de juillet

On note que la température maximale atteinte est de 27°C et que la température est inférieure à 25°C plus de 95% du temps. Cette simulation montre que le confort d'été recherché peut être atteint "sans système de climatisation" en maintenant une ventilation permanente durant cette période.

## 4.2 Protection solaire de la toiture

Le rayonnement solaire qui atteint les parois extérieures, notamment la toiture, transmet la chaleur à l'intérieur du bâtiment par conduction à travers les parois. Pour limiter l'accroissement de la température, la toiture est couverte d'une ombrière qui protège le bâtiment par effet parasol, limitant ainsi l'échauffement de la toiture en été.

### ■ Le châtaignier

Cette ombrière est réalisée à l'aide de baliveaux de châtaignier non écorcés et d'un diamètre moyen de 12 cm. Ces baliveaux ne nécessitent aucun traitement et aucun entretien car le châtaignier est un bois naturellement durable et imputrescible. La quantité de bois mis en œuvre est estimée à 90 m<sup>3</sup>.

La disposition et la densité de baliveaux mise en œuvre a été étudié pour permettre une occultation solaire minimum d'environ 40%.



Illustration 44: Baliveaux de châtaignier

■ **Portée par une structure métallique**

L'ombrière de baliveaux repose sur une structure métallique en acier galvanisé qui couvre la totalité de la toiture et se prolonge au dessus des terrasses extérieures du restaurant.

Au niveau de la toiture, cette structure est composée de potelets de section 70 mm et de traverses horizontales en profilés HEA100 et HEA140. Les baliveaux sont maintenus par enfilage sur des goujons métalliques soudés sur les traverses.

Au dessus des terrasses du restaurant et au droit des façades exposées, des portiques métalliques assurent la continuité de l'ombrière.

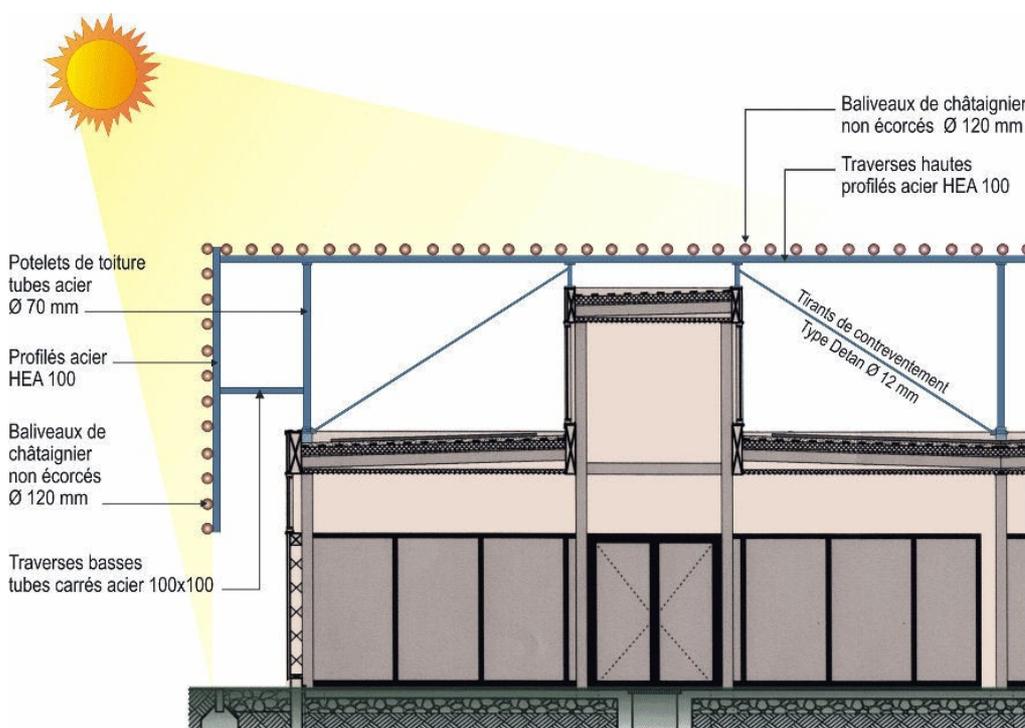
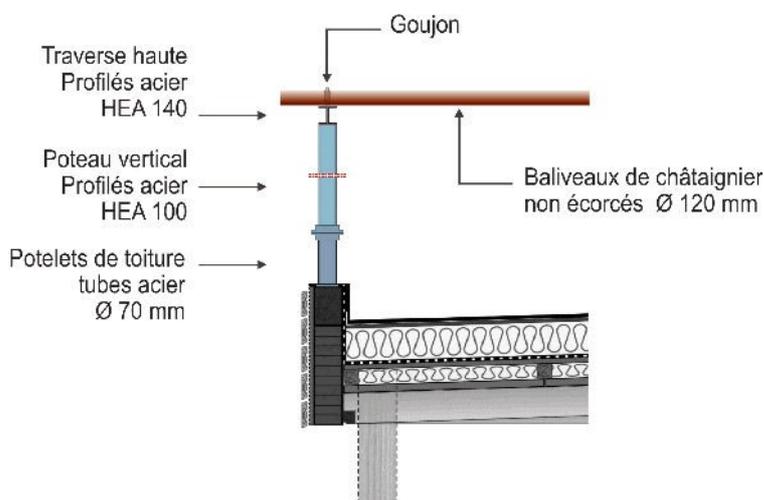


Illustration 45: Coupe sur ombrière



Illustration 46: Ombrière sur toiture et terrasse du restaurant

Le vide entre l'ombrière et la toiture est largement ventilé et la hauteur disponible sous l'ombrière (1,80 m) permet un suivi visuel et un entretien aisé de la couverture.

## 5. La toiture

Dans le cadre d'une construction bois, il est très important que tous les éléments de la structure bois du bâtiment soient à l'abri des intempéries. C'est une des principales fonctions de la toiture. Le principe retenu pour "couvrir" le bâtiment est une toiture en terrasse accessible auto-protégée. Ce dispositif comprend une structure porteuse composée d'un solivage en bois massif et un complexe de couverture destiné à mettre hors d'eau et hors d'air le bâtiment.

### 5.1 Structure porteuse

La structure porteuse est composée de solives triples en bois massif clouées de façon à constituer une pente de 3%. Ces pannes reposent sur un tasseau fixé le long des poutres de la structure primaire du bâtiment. L'ensemble est contreventé à l'aide de panneaux support de couverture en OSB (*Triply 15 mm*).



Afin d'améliorer la qualité sonore de la salle à manger du restaurant, des matériaux isolants et absorbants acoustiques sont mis en œuvre en plafond haut de cette zone. Ils s'intercalent entre la partie supérieure du solivage et la sous face des panneaux support de couverture.

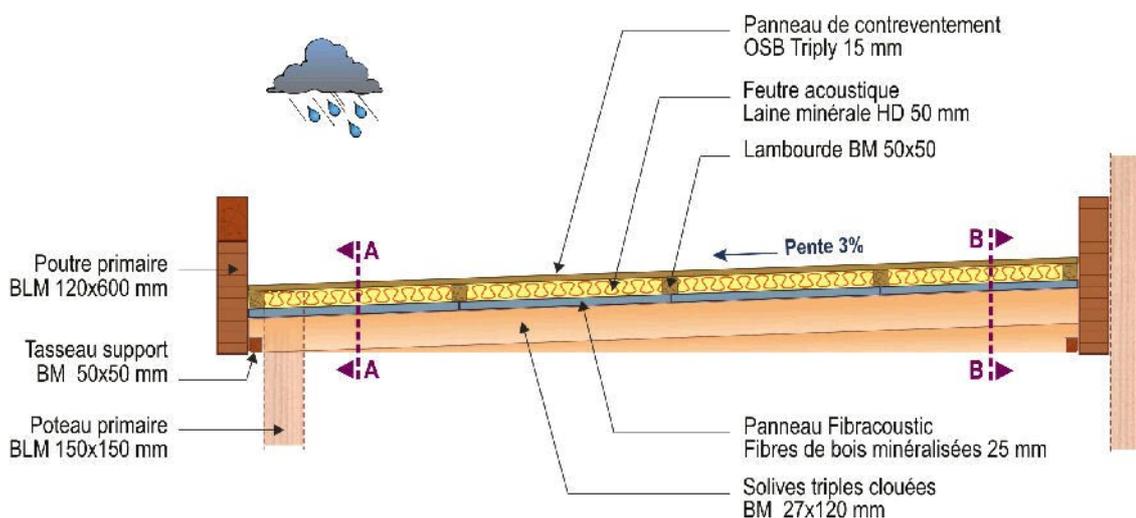


Illustration 47: Structure porteuse - Coupe longitudinale

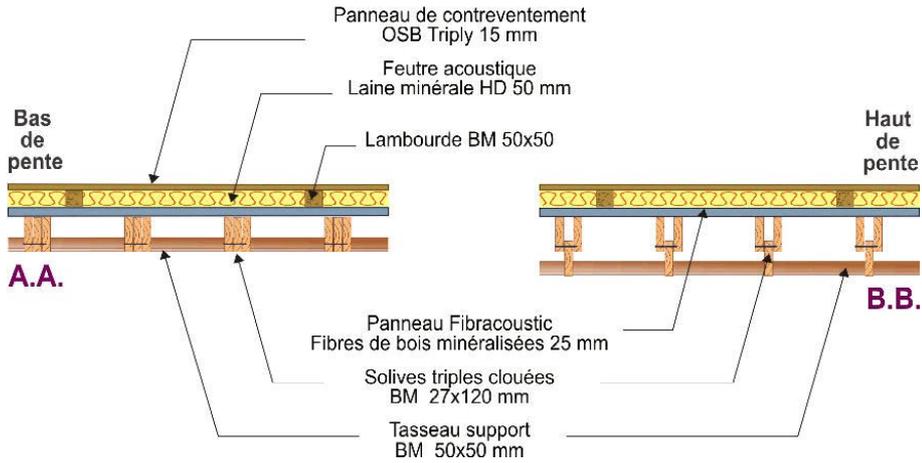


Illustration 48: Structure porteuse - Coupe transversale

## 5.2 Éléments de couverture

La couverture ne participe pas à la stabilité du bâtiment mais elle doit protéger de façon étanche et durable la structure de celui-ci contre les intempéries (*pluie, neige, soleil, vent, etc...*). Elle doit également être en mesure de résister à l'acidité de l'air, au feu, aux attaques d'insectes, et au poids du personnel d'entretien.

Le complexe de couverture repose sur les panneaux support de couverture. Il est constitué d'un pare-vapeur continu, de panneaux d'isolation thermique et d'une étanchéité constituée de 2 chapes d'élastomère croisées.

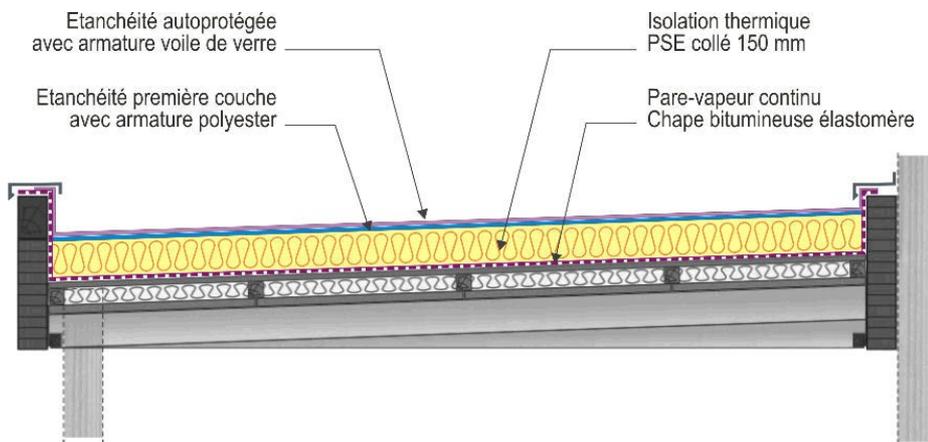


Illustration 49: Complexe de couverture - Coupe longitudinale

L'étanchéité à l'air de la liaison de la toiture terrasse est garantie par la continuité du pare-vapeur relevé au droit des parois verticales.

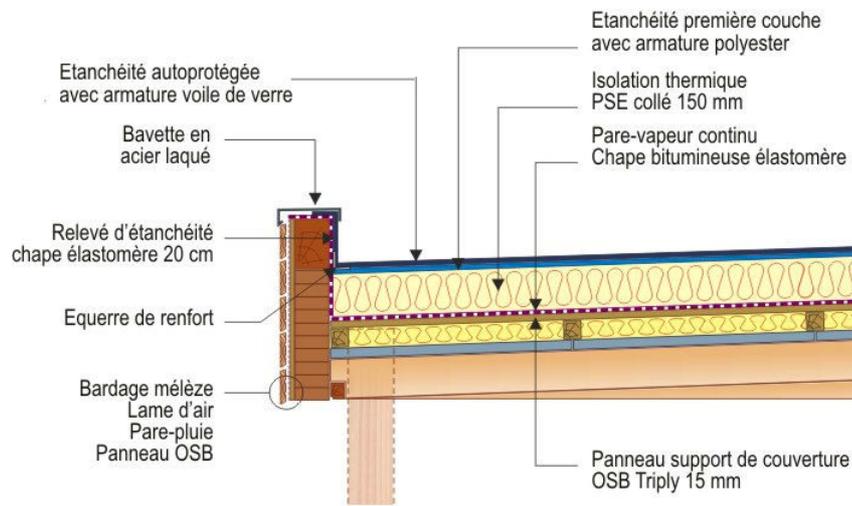


Illustration 50: Complexe de couverture – Détails sur acrotère

## Glossaire des sigles

<b>CETE</b>	CENTRE D'ÉTUDES TECHNIQUES DE L'ÉQUIPEMENT
<b>INRETS</b>	INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES TRANSPORTS ET LEUR SÉCURITÉ
<b>CETU</b>	CENTRE D'ÉTUDES DES TUNNELS
<b>CRICR</b>	CENTRE RÉGIONAL D'INFORMATION ET DE COORDINATION ROUTIÈRES
<b>SCA</b>	SERVICE DE CONTRÔLE DES AUTOROUTES
<b>RIA</b>	RESTAURANT INTER ADMINISTRATIF
<b>GES</b>	GAZ À EFFET DE SERRE
<b>APS</b>	AVANT PROJET SOMMAIRE
<b>APD</b>	AVANT PROJET DÉFINITIF
<b>PRO</b>	PROJET
<b>DCE</b>	DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES
<b>BM</b>	BOIS MASSIF
<b>BLM</b>	BOIS LAMELLÉ COLLÉ
<b>OSB</b>	ORIENTED STRAND BOARD – PANNEAUX DE BOIS À LAMELLES ORIENTÉES
<b>FSC</b>	FOREST STEWARDSHIP COUNCIL
<b>HD</b>	HAUTE DENSITÉ
<b>UV</b>	ULTRA VIOLET
<b>PSE</b>	POLYSTYRÈNE EXPANSÉ (ISOLANT THERMIQUE ET ACOUSTIQUE)
<b>λ</b>	(LAMBDA) CARACTÉRISE LA CONDUCTIVITÉ THERMIQUE D'UN MATÉRIAU EN W/m <sup>2</sup> .°C

© Certu 2008

Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire

Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques

Service technique placé sous l'autorité du ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire, le centre d'Études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques a pour mission de faire progresser les connaissances et les savoir-faire dans tous les domaines liés aux questions urbaines. Partenaire des collectivités locales et des professionnels publics et privés, il est le lieu de référence où se développent les professionnalismes au service de la cité.

Toute reproduction, intégrale ou partielle, faite sans le consentement du Certu est illicite (loi du 11 mars 1957). Cette reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait une contrefaçon sanctionnée par les articles 425 et suivants du Code pénal.

Téléchargement : octobre 2008

Dépôt légal: 4<sup>ème</sup> trimestre 2008

ISBN : 978-2-11-098188-2

Certu

9, rue Juliette Récamier

69456 LYON cedex 06 – France

Tél : 04 72 74 59 59

*Internet : [www.certu.fr](http://www.certu.fr)*

Centre d'Études Techniques  
de l'Équipement de Lyon

département villes et  
territoires

46 rue St Théobald  
BP128  
38081 l'Isle d'Abeau cedex

téléphone :  
33 (0)4 74 27 51 03  
télécopie :  
33 (0)4 74 27 51 18

mél : [dvt.cete-lyon@developpement-durable.gouv.fr](mailto:dvt.cete-lyon@developpement-durable.gouv.fr)

Internet :  
[www.cete-lyon.equipement.gouv.fr](http://www.cete-lyon.equipement.gouv.fr)

Centre d'Études sur les  
réseaux, les transports,  
l'urbanisme et les  
constructions publiques

département maîtrise  
d'ouvrage et équipements  
publics

9, rue Juliette Récamier  
69456 Lyon cedex 06

téléphone :  
33 (0)4 72 74 58 00  
télécopie :  
33 (0)4 72 74 59 00

mél :  
[mep.certu@developpement-durable.gouv.fr](mailto:mep.certu@developpement-durable.gouv.fr)

Internet :  
[www.certu.fr](http://www.certu.fr)

*Comment construit-on un bâtiment à ossature bois ? Quels sont les avantages de cette technique ? Comment améliore-t-on la performance énergétique de ce type de construction lors du chantier ? Peut-être est-ce là des questions que vous posez avant de lancer votre prochain projet.*

*Le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire publie cette brochure de 36 pages dans l'objectif d'y répondre. Vous trouverez dans ces pages d'abondantes explications, illustrées par la présentation d'un chantier de bâtiment à ossature bois achevé en 2007. Des photos et de nombreux schémas montrent comment les éléments de structure sont liés entre eux, comment les murs préfabriqués sont assemblés et quelles précautions de mise en œuvre sont à prévoir.*

*Le CETE de Lyon, qui a assuré le travail de rédaction et d'illustration de cette brochure, est spécialisé dans le domaine de l'étanchéité à l'air des bâtiments. Ainsi, sans surprise, il a profité de l'occasion pour exposer les éléments techniques à connaître sur le sujet. Par exemple, vous découvrirez de bonnes pratiques pour la pose des menuiseries, du pare-pluie ou du pare-vapeur.*

*Le bois est un des matériaux qui réclame le moins d'énergie pour sa fabrication et sa mise en œuvre. Plus il sera utilisé, plus il sera facile de réduire les rejets de gaz à effet de serre. Le ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire souhaite que cette brochure puisse vous convaincre de recourir au bois plus fréquemment dans vos projets de bâtiments.*