

© CNDB – octobre 2003

Réalisation : Jérôme GRIVET – CNDB

Dessins : Damien HANSER – CRITT-CRAI Nancy

Auteur : Jean-Claude BIGNON – CRITT-CRAI Nancy

Coordination : Jean-Claude GUY – CNDB

Module de formation n°2

# **Technologies de construction bois**









# 4 - MURS

## 4 - 1 - CONCEPTION

### Comparaison des différents systèmes porteurs verticaux

#### Ossature légère

- Système léger
- Dissociation des fonctions du mur
- Isolation intégrée
- Facilité de passage des fluides
- Grande liberté de formes
- Enjeu important des revêtements extérieurs (coût, aspect).
- Prix compétitif

#### Poteaux et poutres

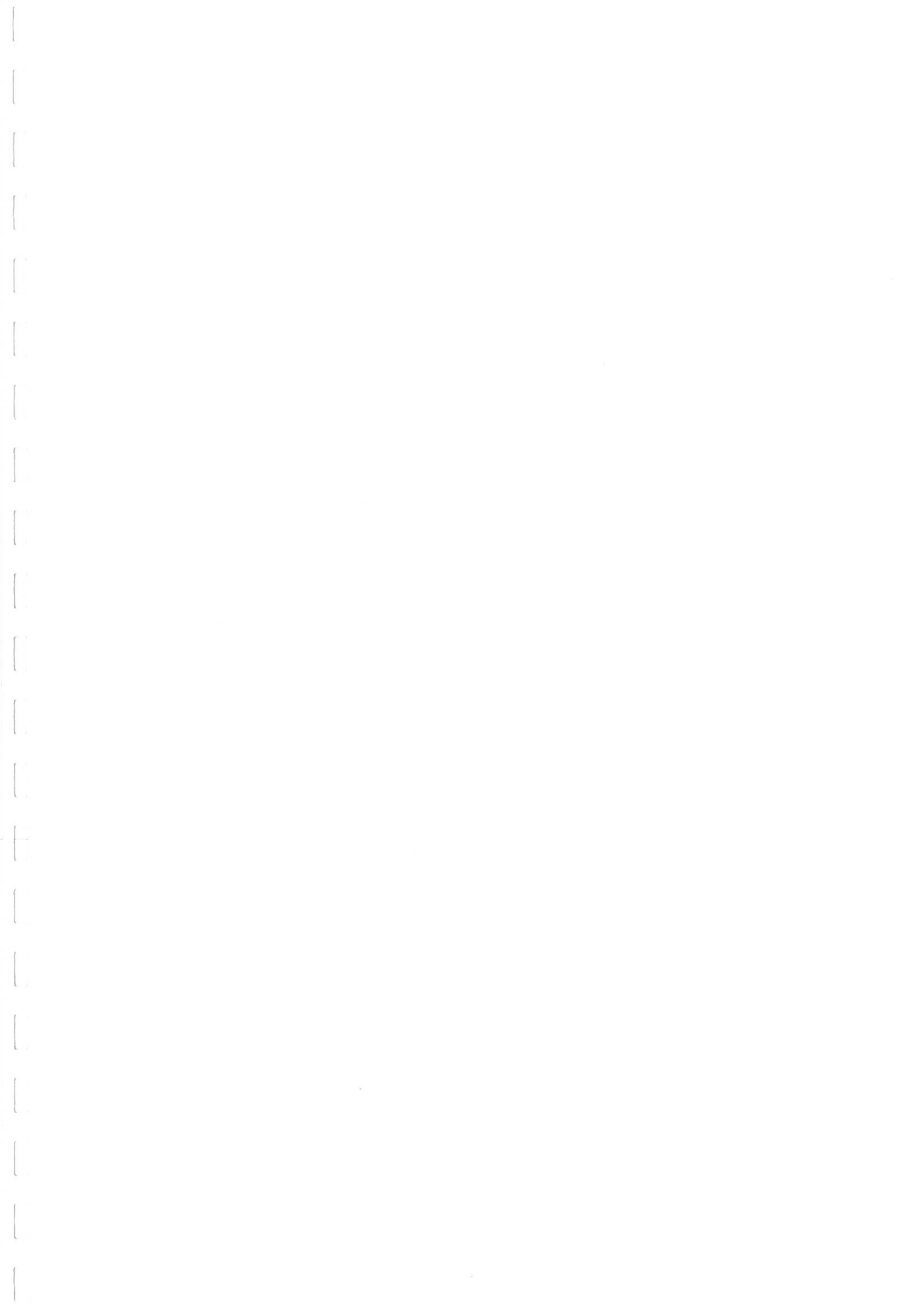
- Système structurel en bois massif ou reconstitué
- Dissociation structure-remplissages
- Trame structurante pour le projet
- Expression architecturale de la structure
- Possibilité de larges baies-vitrées
- Assemblages (poteaux-poutres-remplissages) critiques
- Difficultés pour le passage des fluides
- Prix plus élevé.

#### Madrriers empilés

- Forte expression architecturale de l'empilement et des angles
- Dimensionnement contraint des espaces
- Contraintes de tassement des madriers (baies, cloisons)
- Difficulté de passage des fluides
- Bon comportement thermique d'hiver et d'été
- Prix plus élevé.

#### Colombage

- Concerne aujourd'hui la réhabilitation
- Jonction structure-remplissages critique
- Difficulté de passage des fluides
- Isolation thermique rapportée.



## **Facteurs de conception des systèmes porteurs verticaux**

### **Coûts**

- Choix du système porteur
- Qualités des composants et de la mise en œuvre
- **Résistance mécanique (contraintes verticales)**

- Charges supérieures verticales apportées par les murs, planchers et toiture.
- **Stabilité et rigidité (contraintes horizontales)**

- Efforts horizontaux dus aux planchers, à la toiture, aux murs au vent
- Contraintes du vent, contraintes du sol (murs enterrés)
- Contraintes sismiques

### **Résistance au feu**

- Stabilité au feu
- Degré coupe feu et inflammabilité

### **Liaisons**

- Jonctions avec les fondations, les planchers, la toiture.
- Liaison avec l'infrastructure (plots, longrines, murs...)
- Planchers et toiture en appui sur les murs.
- Planchers et toiture ancrés dans les murs.

### **Dilatation et retrait.**

- Type et localisation des joints.

### **Baies de portes et de fenêtres.**

- Taille, proportion et position.
- Limites structurales ou modulaires.
- Jonctions avec les menuiseries.

### **Paréments et finitions (intérieures et extérieures)**

- Compatibilité entre le mur de base et un parément de surface.
- Apparence (couleur, texture, trame).

### **Contrôle des ambiances.**

- Transmission thermique (isolation, inertie)
- Transmissions d'eau et de vapeur d'eau
- Etanchéité à l'air
- Intégration des réseaux (eau, électricité,...)



- Toxicité des traitements (protection, préservation) et colles
- Déconstruction sélective (démontage)
- **Traitement architectural intérieur du système porteur vertical**
- Système porteur vertical ponctuel (poteaux, colonnades) ou plan (murs)
- Densité des porteurs verticaux (fluidité des espaces)
- Taille et proportions des bales (perçement dans un plan, baie vitrée...)
- Relation intérieur-extérieur
- Forme des parois (plane, courbes...)
- Expression de la structure
- **Traitement architectural extérieur du système porteur vertical**
- Effet dominant de volume ou effet de structure
- Forme simple ou complexe
- Rapport avec le sol, les planchers, la toiture
- Matières, couleurs, calépinage des parements extérieurs





## 4 - 2 - MURS A OSSATURE LEGERE EN BOIS

### Principes

Les murs à ossature légère en bois sont des parois dont les fonctions porteuses sont assurées par des éléments en bois de faible section.

L'ossature murale est constituée principalement de poteaux (éléments verticaux) compris entre une lisse et une sablière (éléments horizontaux). Les assemblages se font le plus souvent par clous.

Le contreventement de la structure est généralement assuré par des panneaux dérivés du bois. Ceux-ci participent également à l'étanchéité à l'air de la construction.

Sur cette structure, est mise en place du côté extérieur, une étanchéité à l'eau et un parement extérieur (souvent avec une lame d'air ventilée) et du côté intérieur, une étanchéité à la vapeur et un parement intérieur de finition.

Entre les montants de la structure est incorporée une isolation (thermique et acoustique).

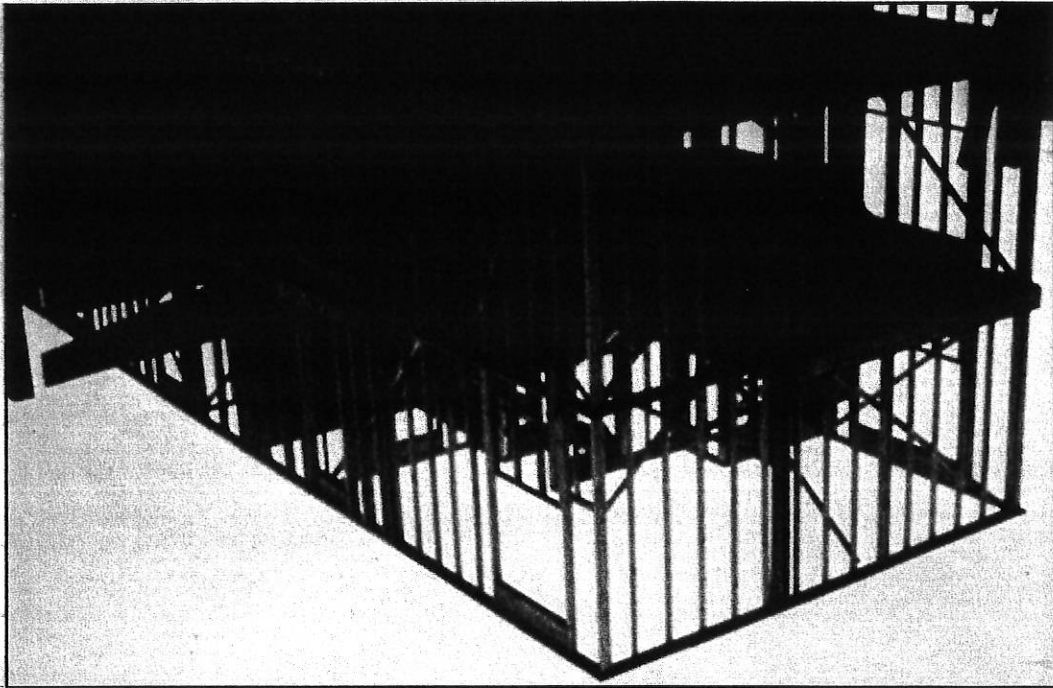
Il existe deux principaux genres d'ossatures murales en bois, l'ossature à claire voie (balcon frame) et l'ossature à plate-forme (plateform frame). Dans le premier genre, les poteaux sont continus sur au moins deux niveaux, dans le second, le plus courant, les poteaux sont interrompus à chaque étage.

Il existe quatre types de mises en œuvre : la construction sur site, par petits panneaux manuels, par grands panneaux nécessitant un engin de levage et par modules tridimensionnels. Le choix d'une mise en œuvre dépend de la tradition du pays, des capacités constructives de l'entreprise et du contexte architectural.

Lorsque les murs sont préfabriqués, on distingue deux types de panneaux :

- les panneaux dits ouverts sont généralement constitués de l'ossature (montant, lisse et sablière) recouverte d'un voile de contreventement (contre-plaqué, panneaux de particules...) voire du parement extérieur,

- les panneaux dits fermés intègrent en plus l'isolant, les parements intérieur et extérieur.



Construction de type "plate-forme"



Dans les maisons de plain-pied ou R+1, les montants peuvent être espacés de 0,60 m d'axe en axe. Pour les bâtiments de plusieurs étages, on adopte un écartement de 0,40 m d'axe en axe pour les montants du rez-de-chaussée.

### **Trame**

Les bois en 36 mm d'épaisseur encore utilisés par certaines entreprises ne permettent pas de respecter les règles d'appuis pour le clouage des panneaux dérivés du bois ou des plaques de plâtre (20 mm d'appuis en rive).

### **Attention :**

Sections courantes : 46 x 97 mm, 46 x 122 mm, 46 x 147 mm  
 Section en développement : 45 x 95 mm ; 45 x 120 mm ; 45 x 145 mm

### **Éléments d'ossature**

Les murs à ossature légère doivent reprendre les mêmes types de charges que les murs maçonnés ce qui conduit à choisir :

- des sections de bois et de panneaux,
- des écartements de poteaux,
- des modes d'assemblage.

### **Pré-dimensionnement**

On réservera ce mode d'application pour les parties des pièces de bois usinées éventuellement après traitement : coupes, entailles, tenons, mortaises, etc. en veillant à les réaliser très soigneusement.

Le traitement par badigeonnage ou aspersion est à proscrire car :

- on ne peut vérifier si toutes les parties des pièces ont effectivement été traitées,
- la quantité de produit appliquée au m<sub>2</sub> est aléatoire alors qu'elle doit être régulière et suffisante pour pénétrer à une certaine profondeur obligatoire et avec une certaine concentration.

Le DTU 31-2 stipule que les bois devront satisfaire à la classe de risque biologique 2. En général, on effectue un traitement fongicide et insecticide par trempage des bois ne répondant pas naturellement à cette exigence.

En principe, il n'existe donc pas de risque d'attaque de champignons. Par contre, le risque d'attaque par les insectes demeure, même s'il est limité statistiquement.

Les structures de murs sont toujours protégées du côté extérieur par des parements. De ce fait, elles ne sont pas soumises aux intempéries et donc à la présence temporaire ou permanente d'eau.

### **Risques biologiques**

Les bois doivent avoir un taux d'humidité voisin de 15% avec un maximum admis de 20%.

### **Humidité**

(Classement structure : C22 - Classement d'aspect : choix 2).

Leur faible épaisseur conduit à utiliser des bois présentant de bonnes caractéristiques mécaniques sans contraintes visuelles.

Pour des raisons de résistance, de légèreté et d'économie, les essences de bois les plus souvent utilisées sont des résineux (épicéa, sapin, douglas, pin).

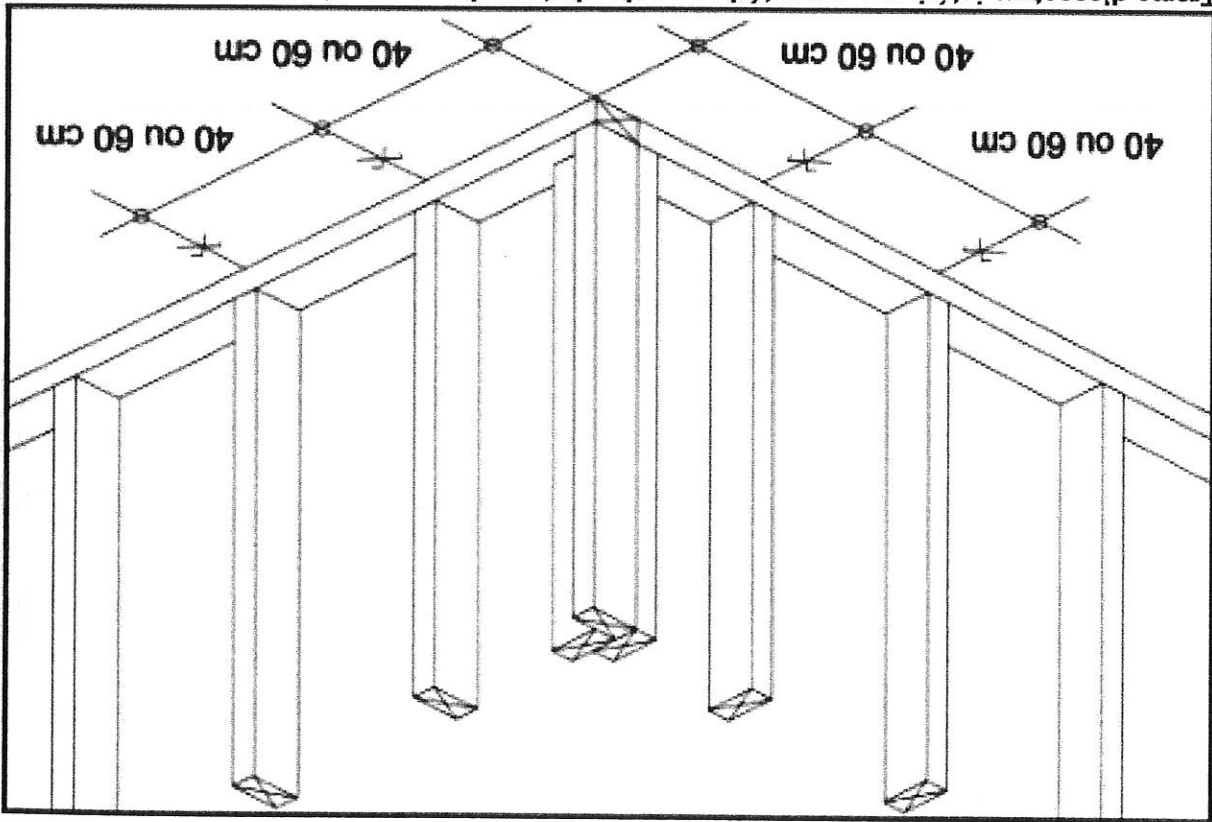
### **Qualité**

### **Matériaux**



Ces écartements modulaires présentent l'avantage de permettre un support de clouage pour les éléments en plaque (OSB, contre-plaqué, plaques de plâtre) dont les dimensions sont généralement de 1,20 m de large.

Aux angles, les montants doivent être doublés afin de ménager des fonds de clouage pour la fixation des parois intérieures et extérieures et afin d'assurer la rigidité de l'ossature.



### **Fixation**

L'assemblage des éléments d'ossature se fait généralement par des pointes torsadées galvanisées ou électro-zinguées. Leur longueur est de 2,5 fois l'épaisseur de l'ossature.

Dans les murs à ossature légère en bois, le clouage a une incidence structurale essentielle. Les assemblages cloués résistent mieux lorsque les charges agissent perpendiculairement aux pointes.

### **Lisses et sablières**

Une lisse d'assise assure la liaison de l'ossature bois avec le système de fondation maçonnée. Elle est de largeur identique à celle des montants.

En fonction du type de plancher utilisé, elle est disposée soit sous le plancher en bois soit sur le plancher en béton ou le muret de fondation.

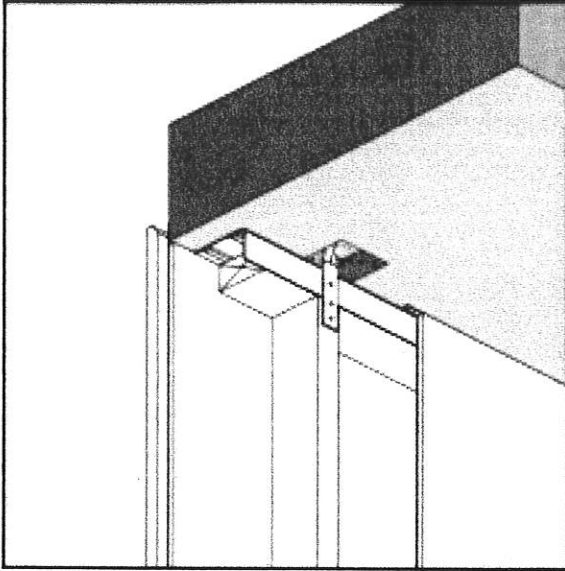
La fixation au sol, la protection contre l'humidité et l'étanchéité à l'air sont trois points à étudier avec soin pour les lisses d'assise.



Dans les régions où les efforts sont particulièrement importants (zones cycloniques par exemple), le seul ancrage par chevilles dans la lisse basse est insuffisant.

**Fixations renforcées :**

**Lisses fixées par pattes à sceller**



L'utilisation de chevilles à expansion impose de respecter parfaitement l'écartement par rapport au bord de la dalle, car l'expansion peut conduire à un éclatement du béton. Cet écartement n'est jamais inférieur à 50 mm et doit respecter les prescriptions du fabricant de chevilles.

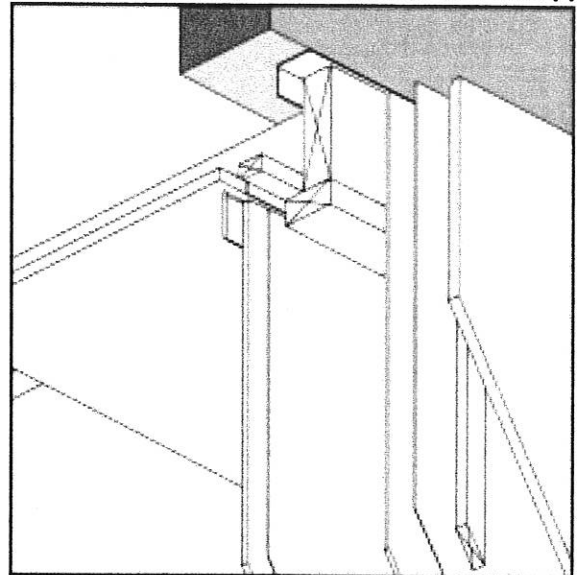
**Attention :**

- des chevilles à expansion mécanique,
  - des scellements chimiques,
  - des pattes à sceller,
  - des tiges filetées ancrées dans le muret,
  - des rails d'ancrage.
- Plusieurs types de fixation peuvent être employés

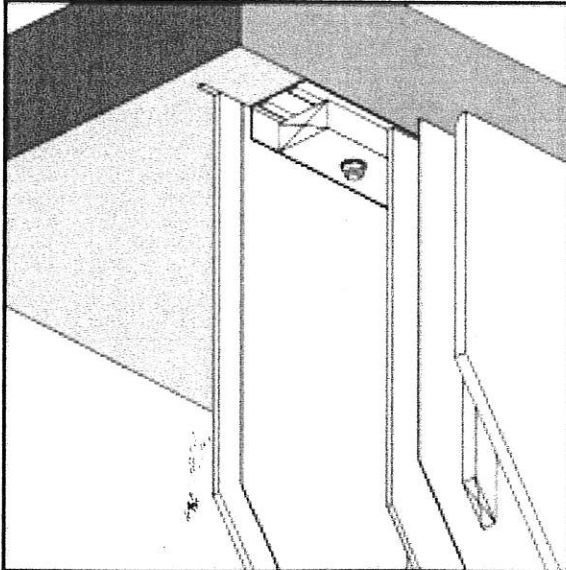
Les organes d'ancrage protégés de la corrosion doivent être scellés sur une hauteur d'au moins 10 cm dans le béton. De plus des fixations sont posées de part et d'autre des angles et des portes. La lisse d'assise doit être ancrée sur le muret périphérique des fondations avec des organes de fixation en acier de diamètre supérieur ou égal à 8 mm et espacés au maximum de 1,20m.

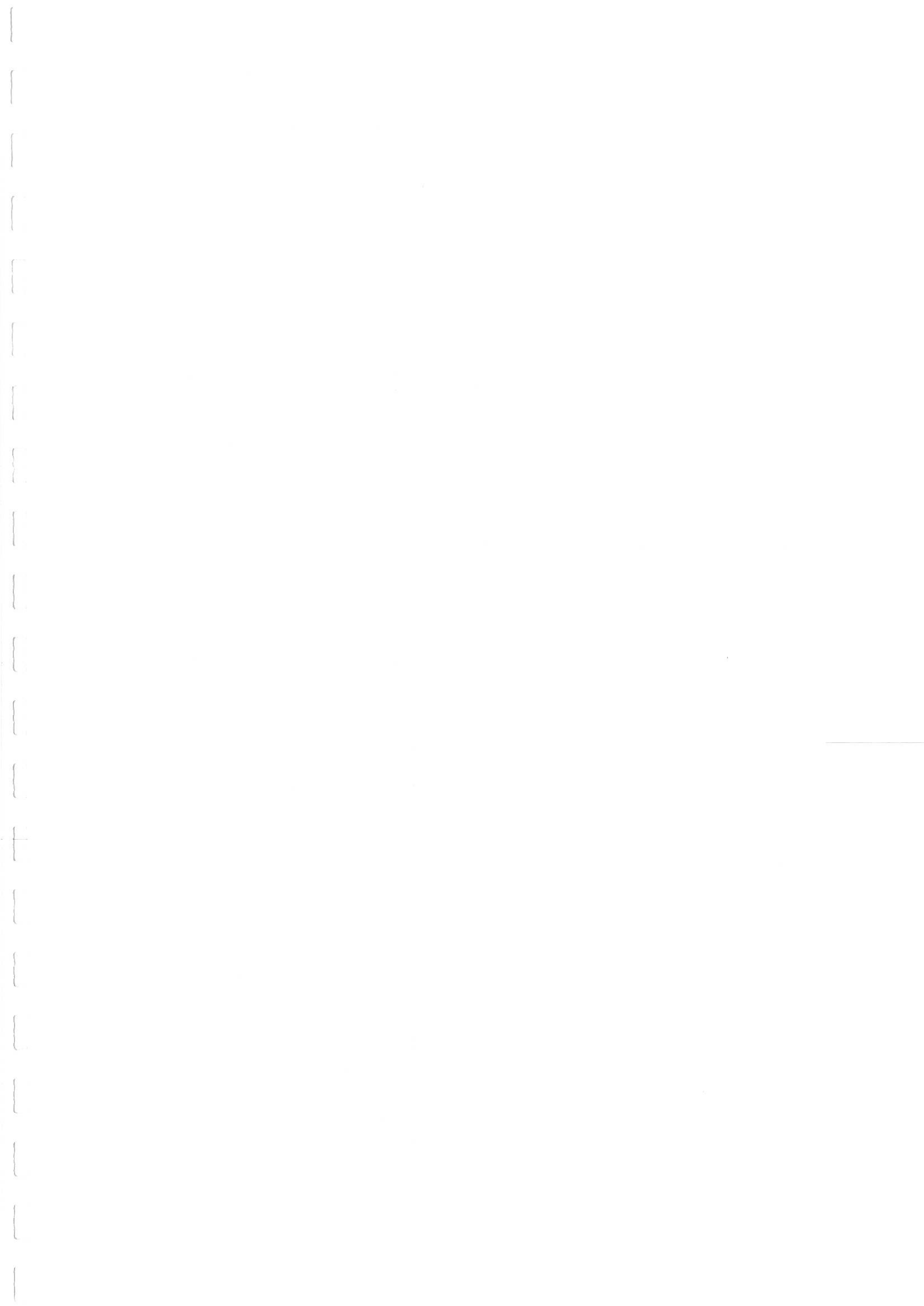
**Fixations**

**Lisses sur plancher bois (appui direct)**



**Lisses sur dalle ou muret en béton**



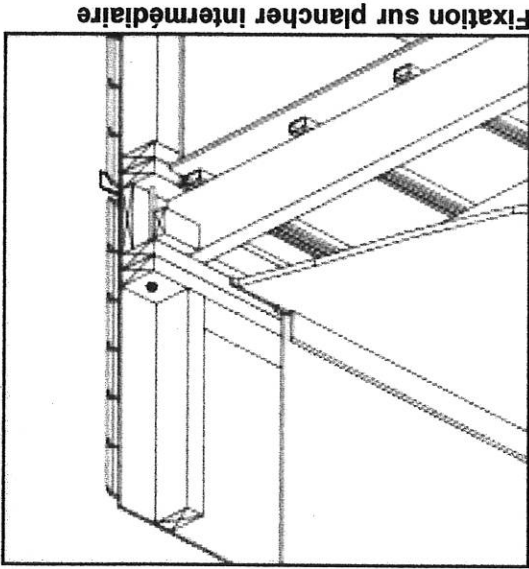




• Pour éviter toutes remontées capillaires et toutes dégradations du bois : la lisse se situe au moins à une hauteur de 20 cm au-dessus du sol extérieur fini,

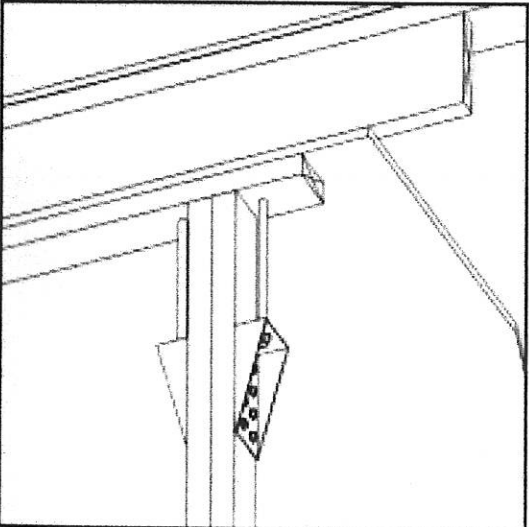
### Etanchéité

Pour les planchers intermédiaires, les ossatures d'étages doivent être solidarisées des niveaux inférieurs par des platines métalliques fixées aux montants de l'étage inférieur ou des tiges filetées.



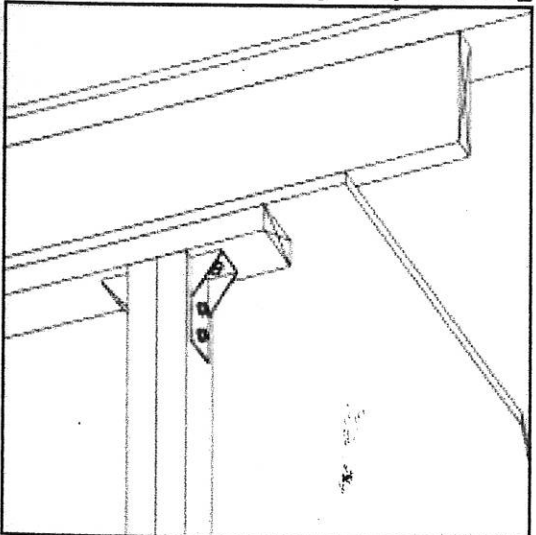
En zone sismique, pour diminuer les risques de cisaillement en pied de parois, on précontraint les parties inférieures des poteaux. La technique consiste à utiliser des équerres renforcées fixées aux montants d'angles et de baies à environ 20 cm de hauteur et ancrées par une tige filetée scellée au muret de maçonnerie.

Equerres de renfort pour zones sismique



L'ancrage doit être renforcé par des équerres de part et d'autre des montants avec soit des pointes, soit un boulon pour transmettre les efforts dans les montants, en fonction de la note de calcul qui déterminera également la position des ancrages.

Equerres de renfort pour zones ventuse



En effet, les efforts verticaux de soulèvement ne peuvent être repris seulement par la liaison entre les panneaux de contreventement et les montants. Il faut une liaison directe entre les montants et l'ancrage.



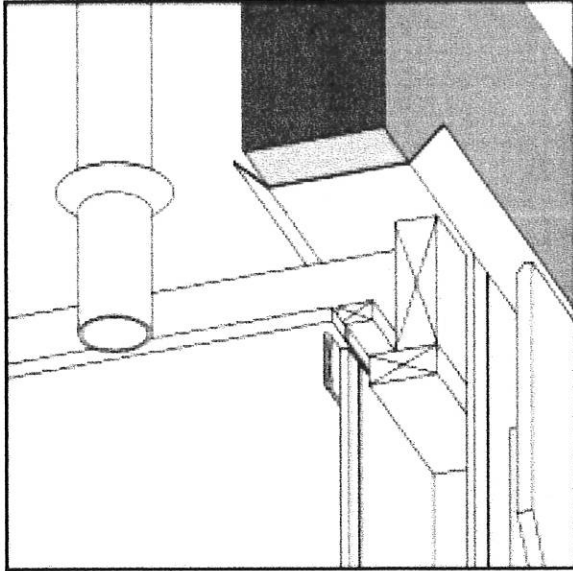
Elle est justifiée pour deux raisons principales :

Dans certains cas, une lisse basse supplémentaire est mise en place avant la pose du panneau.

### Lisses supplémentaires

En fait, en métropole, les termittes ont besoin d'humidité pour se développer. Les constructions neuves bien conçues, donc sèches, sont rarement attaquées. Les termittes représentent un risque potentiel pour les constructions anciennes aux sous-sols insalubres.

Protection contre les termittes

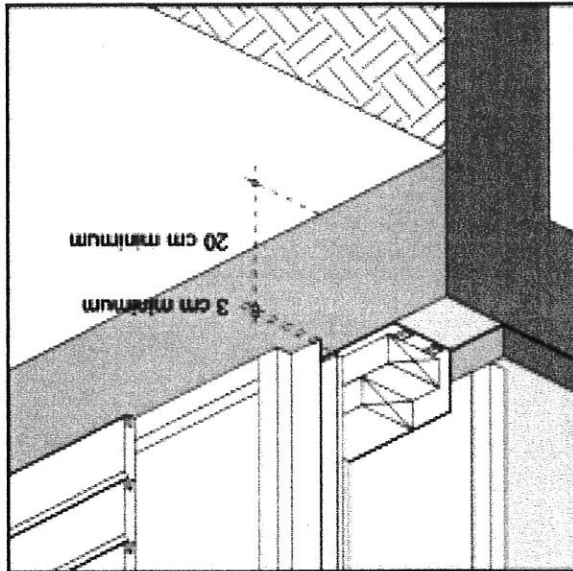


- mise en place d'un film anti-termittes sous les fondations,
- interposition d'un bandeau métallique saillant, de préférence en cuivre, sous la lisse d'assise,
- mise en place de collelette de refus sur tous les tuyaux et les gaines provenant du sol,
- lisse d'assise située à au moins 25 cm du sol fini.

Dans les régions concernées par les termittes, outre le traitement des bois, des précautions supplémentaires peuvent être prises :

### Termittes

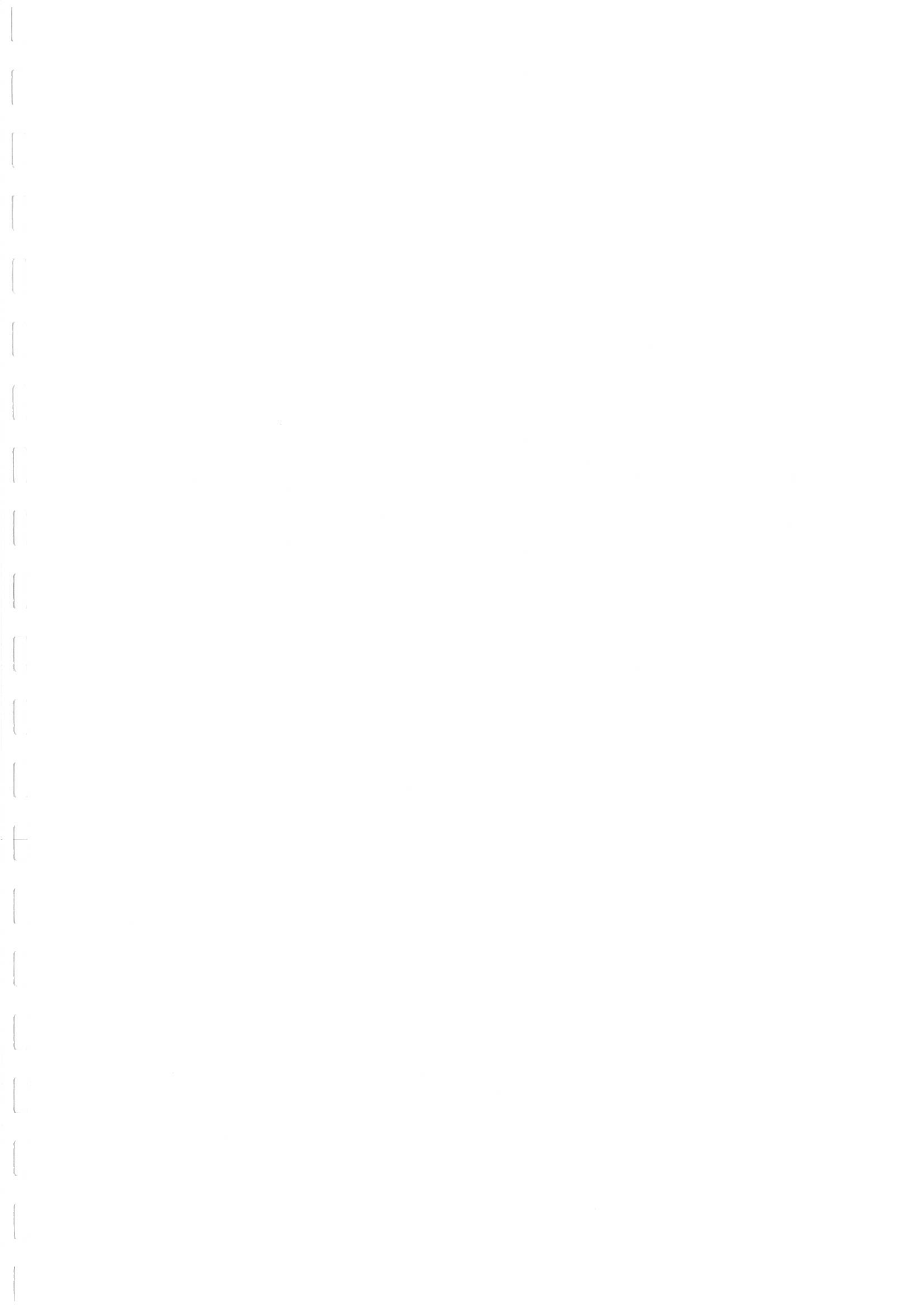
Protection des pieds de mur



Le bardage doit descendre devant la lisse à un niveau inférieur d'environ 3 cm du niveau de celle-ci.

### À noter :

- un complexe d'étanchéité équivalent au feutre 36S doit être disposé entre la lisse et la maçonnerie. Il doit avoir une largeur supérieure à celle de la lisse d'au moins 5 cm. Il est ainsi relevé le long de l'ossature, côté intérieur, et protégé le mur de l'humidité de la chape ou de l'eau de nettoyage des sols. Par contre, ce feutre doit arriver au ras de la maçonnerie, côté extérieur, afin de permettre au pare-pluie de passer sur le nez de dalle,
- pour assurer une bonne étanchéité à l'air entre le mur et la maçonnerie, on dispose deux joints pré-comprimés (type Compriband), de section 10/20 mm, sur le feutre.



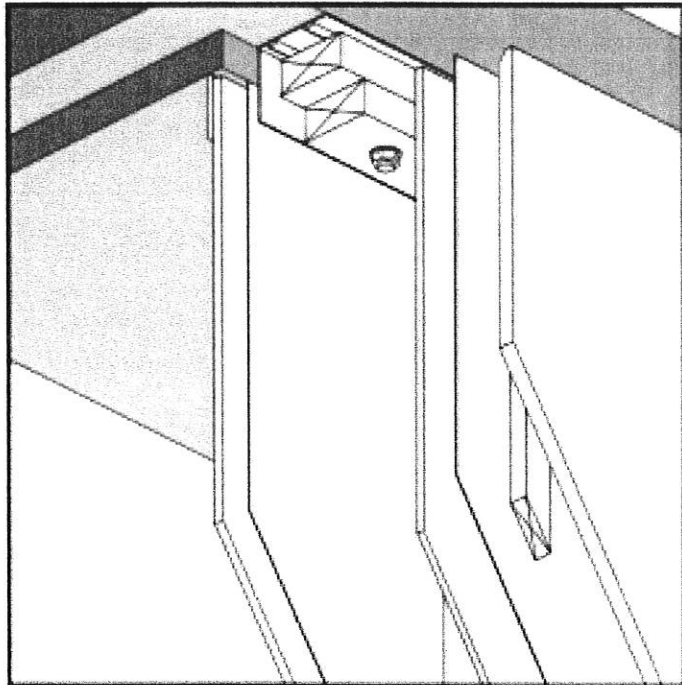
On a recours à une double sablière (parfois nommée lisse haute) pour assurer la liaison entre les panneaux de murs et refends, pour répartir les charges de plancher et charpente entre montants et obtenir un support accru en regard des charges imposées.

Au droit des intersections entre parois, les sablières sont croisées. En partie courante, les joints des deux sablières doivent être décalés d'au moins un poteau.

Cette méthode d'assemblage assure la rigidité de l'ossature et permet de disposer les solives de planchers et les éléments de charpente légère (fermettes) sans tenir compte de la position des montants verticaux.

## Sablières

Mur avec lisse supplémentaire



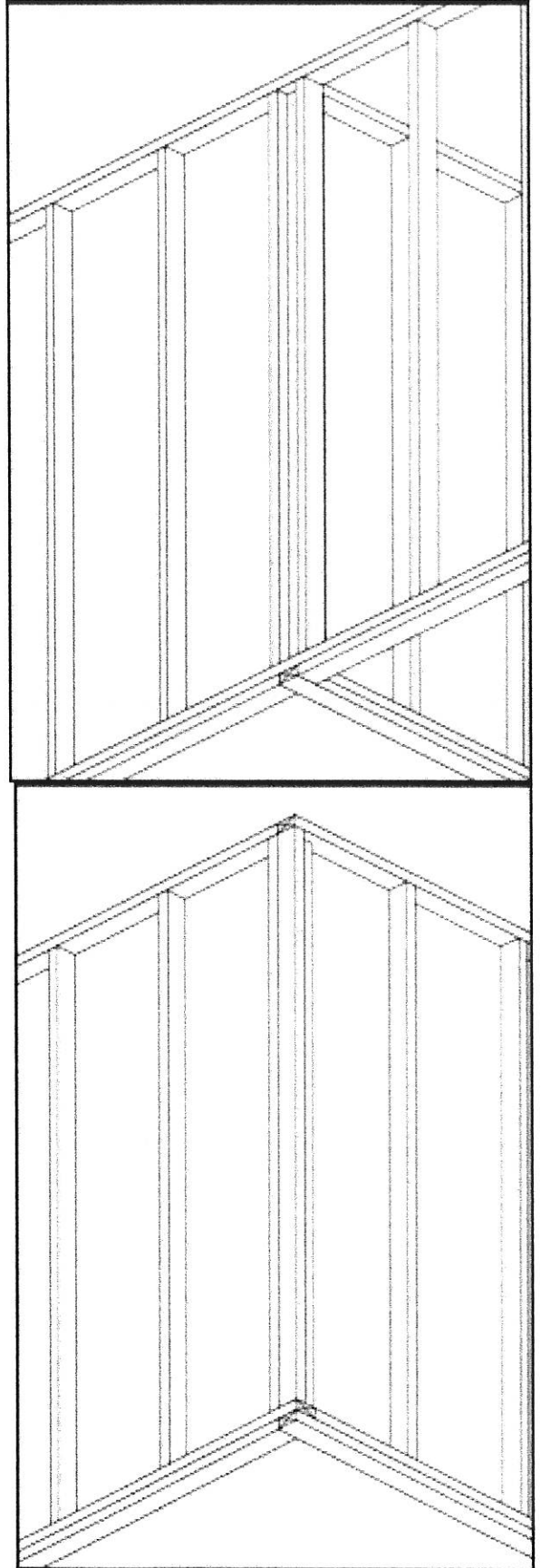
**Attention :**

Lorsque l'on prévoit cette lisse basse, il faut veiller à bien regarder le problème du niveau des ouvertures pour portes et des précadres et seuils.

- le réglage de niveau dans le cas où la dalle présenterait trop d'irrégularités. Dans ce cas, il est plus simple de faire un réglage préalable à l'aide d'une lisse et de cales de contre-plaqué plutôt que de régler les panneaux,
  - la surélévation des panneaux pour permettre la réalisation d'une chape.
- Cette lisse est fixée à la dalle par des chevilles dont les têtes doivent être noyées dans une rainure, puis, le panneau est cloué ou vissé sur cette lisse de façon régulière et avec un entraxe maximum de 20 cm entre pointes ou vis.



Sablières croisées en T



Sablières croisées en L





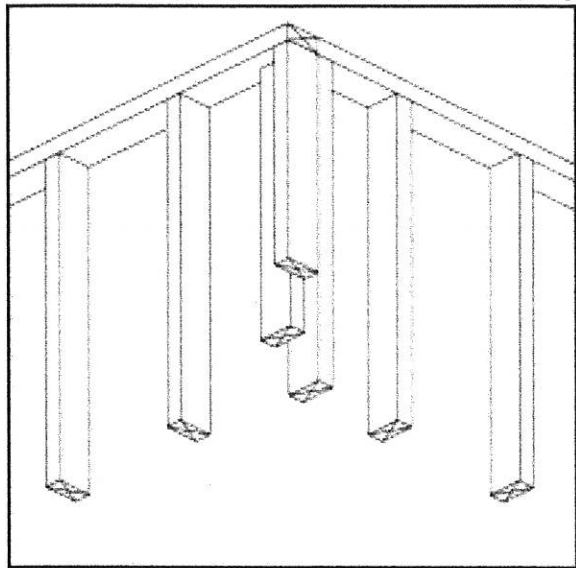
## Liaisons des parois

D'une manière générale, toutes les liaisons des parois doivent assurer une continuité dans la transmission des efforts et dans les fonctions de protection et d'isolation.

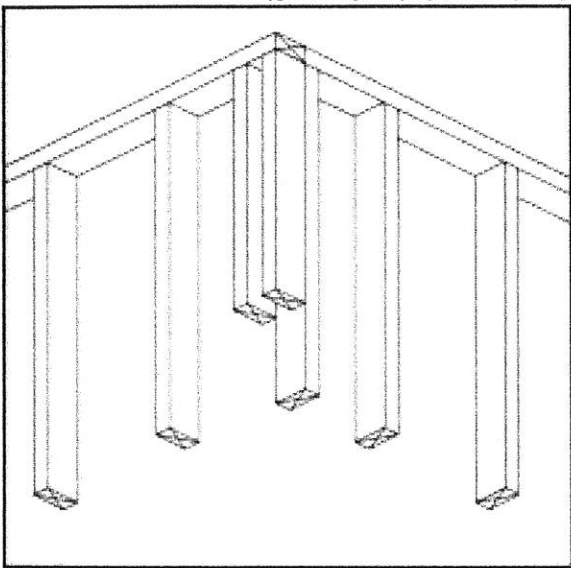
### **Angles**

L'ossature aux angles extérieurs doit comporter au moins trois poteaux pour assembler les murs contigus et pour assurer un appui aux matériaux de revêtement intérieurs et extérieurs. Dans les angles et les refends, on évitera d'utiliser des poteaux en bois massif afin de simplifier les approvisionnements et d'avoir des bois secs. On réalisera donc des assemblages de montants d'ossature standard pour reconstituer des poteaux.

Dans les angles, on peut raisonner à partir d'un poteau intégré dans l'un des panneaux ou d'un poteau indépendant. Cela dépend du mode constructif choisi et notamment du choix entre petits panneaux standard manuels ou grands panneaux. Les assemblages d'angles se font par clouage et tire-fond sans oublier les joints pour l'étanchéité à l'air en mastic acrylique par exemple.



Angles en L (solution courante)



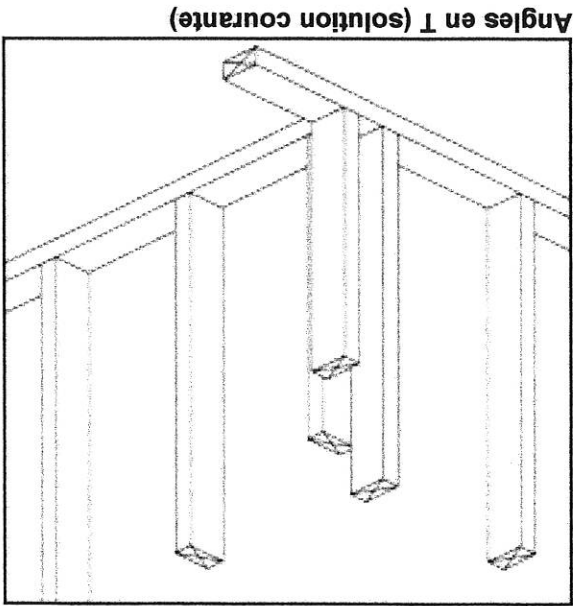
Angles en L (variante 2)



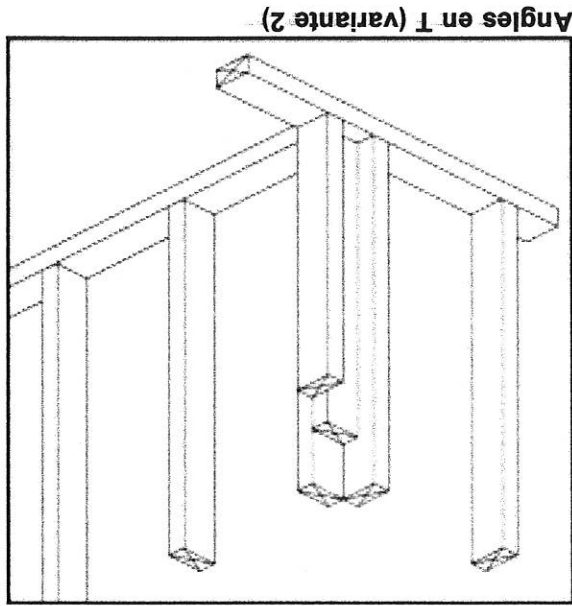
**Intersections de murs de refends**

On doit construire un assemblage de poteaux composés à l'intersection d'un mur de refend intérieur et d'un mur extérieur afin de réaliser un fond de clouage.

Dans les assemblages de refends sur mur extérieur, on veillera à bien poser la laine minérale dès la fabrication car ultérieurement ce serait impossible et cela créerait un pont thermique.



Angles en T (solution courante)



Angles en T (variante 2)

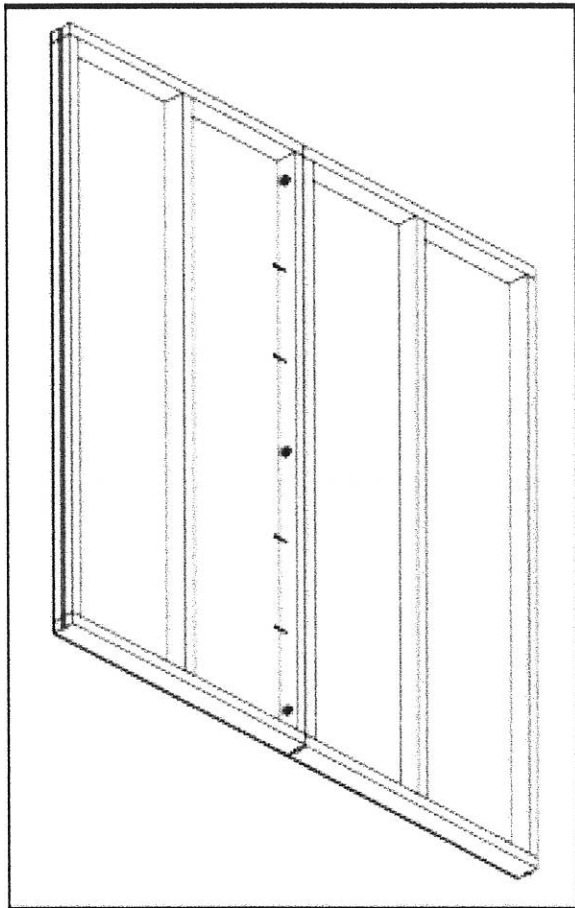


## Assemblages de panneaux

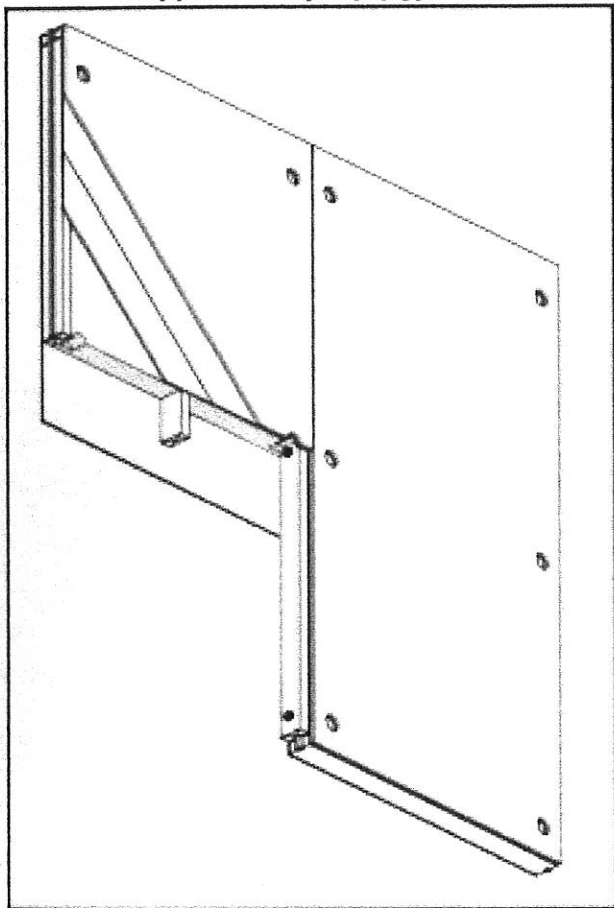
Lorsque les murs sont préfabriqués, on est conduit, pour limiter la taille des panneaux (fabrication, transports, manutentions sur le chantier...), à prévoir des assemblages de panneaux dans le plan du mur.

Les montants de jonction doivent être fixés au moins en trois points sur une hauteur d'étage. Ces fixations doivent maintenir l'affluement et le serrage des éléments porteurs. Dans les systèmes ouverts et semi-ouverts les montants assurant la liaison doivent être cloués et boulonnés ou tire-fonnes.

En ce qui concerne les systèmes fermés, la liaison peut être effectuée au travers de lumières pratiquées dans les parements par rainures et languettes clouées ou encore par des systèmes plus complexes à base de pièces métalliques.



Panneaux préfabriqués, assemblage courant



Panneaux préfabriqués, assemblage avec lumière



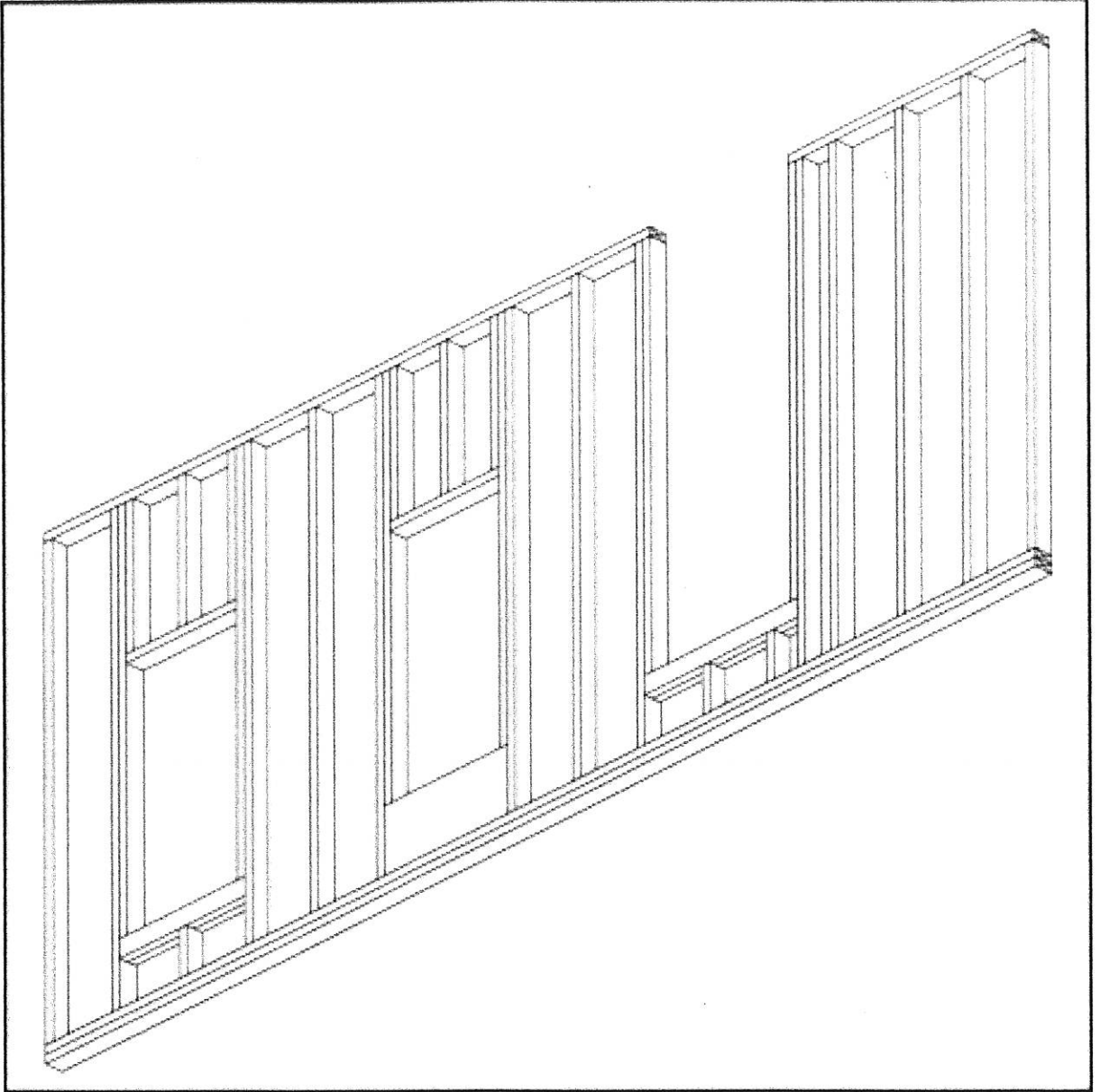
**Structure**

A l'emplacement des portes et des fenêtres, il faut prendre les dispositions nécessaires pour assurer la charge verticale appliquée au-dessus de la baie.

On prévoit à cet effet un linteau dont la section doit être calculée en fonction de la portée et de la charge. Les linteaux sont le plus souvent constitués de deux pièces de bois ayant les sections des poteaux ou des solives de plancher.

Les extrémités du linteau sont soutenues par des montants doublés de chaque côté de la baie. Lorsque l'ouverture est pratiquée dans un mur porteur ou dans un mur porteur ayant un linteau continu, il n'est pas nécessaire de doubler les montants.

Pour la mise en oeuvre des fenêtres, un appui brut vient se fixer sur les poteaux d'allège et entre les poteaux intérieurs. En ce qui concerne les portes, la lisse basse est interrompue.



**Baies avec linteau**





recevoir le revêtement extérieur et de le maintenir.  
 Enfin, le précadre est rainuré sur les parties verticales et sous sa pièce d'appui afin de évitera tout risque d'infiltration d'eau entre le linteau et le précadre.  
 Sur le haut du précadre, on peut prévoir une bavette en aluminium qui protégera cette partie et avec des joints au mastic polyuréthane.  
 Son épaisseur est de 36 à 46 mm et il faut veiller à respecter la pente réglementaire de 14° pour la pièce d'appui. L'assemblage des 4 pièces du précadre se fait par vis auto-foruses et

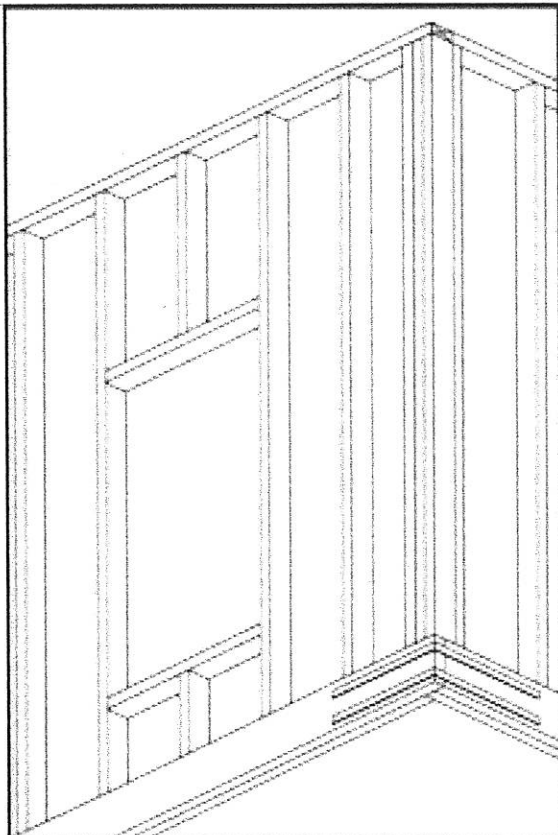
- une essence rendue durable au sens de la classe de risque biologique 3.
- une essence durable par nature,

L'essence de bois utilisée pour les précadres est :

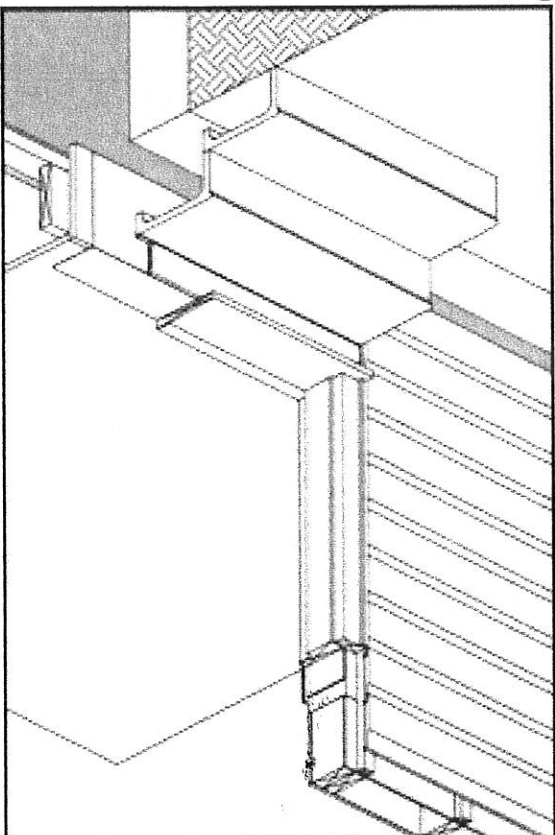
les divers points d'étanchéité à l'air et à l'eau.  
 Le précadre est vissé sur l'ossature avec des vis auto-foruses et l'on veillera à bien assurer  
 Pour assurer un maximum d'étanchéité, on assemble l'ossature autour du précadre au lieu de  
 poser celui-ci dans l'ossature après son assemblage.  
 Pour la réalisation des baies, le principe le plus simple et le plus efficace, en terme  
 d'étanchéité à l'eau et à l'air, consiste à réaliser un précadre sur lequel viennent se fixer des  
 menuiseries standard ou spéciales et des volets.

### **Précadres**

**Baies sans linteau**

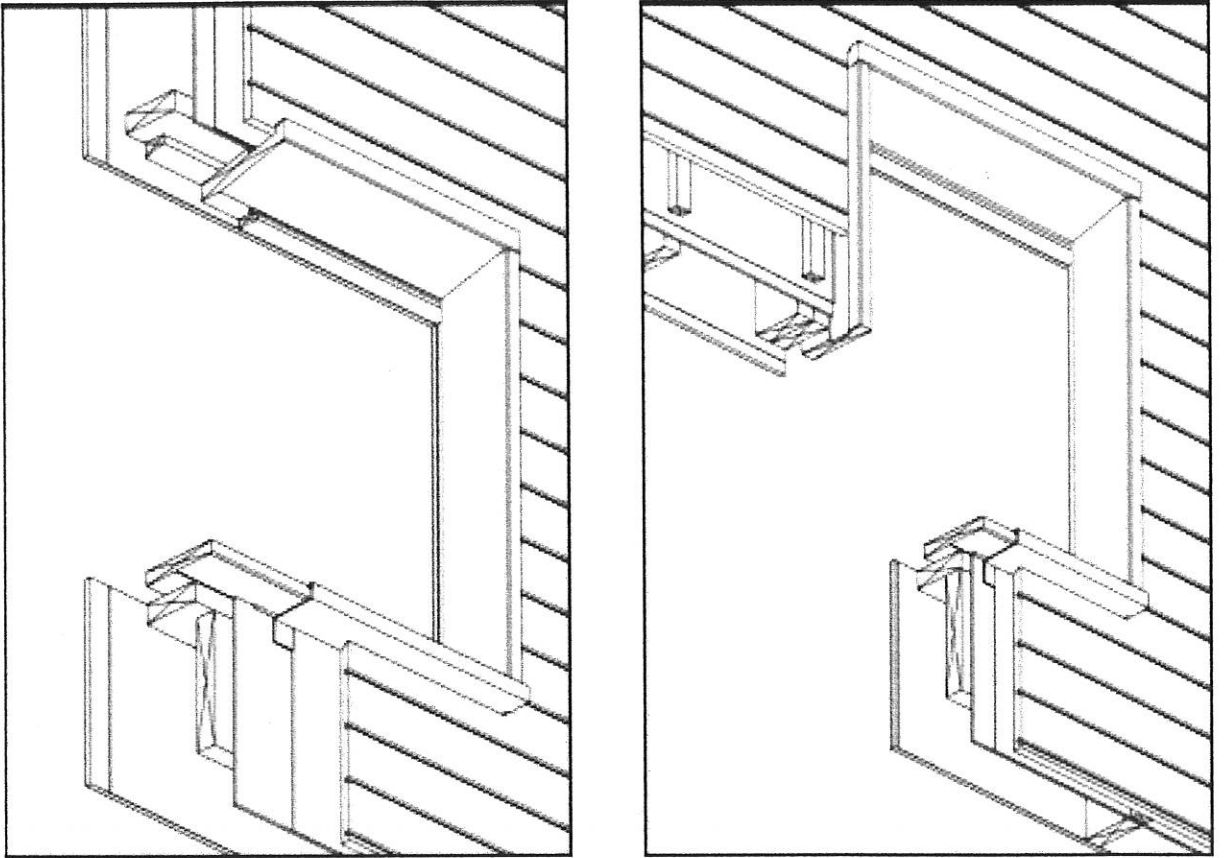


**Porte**

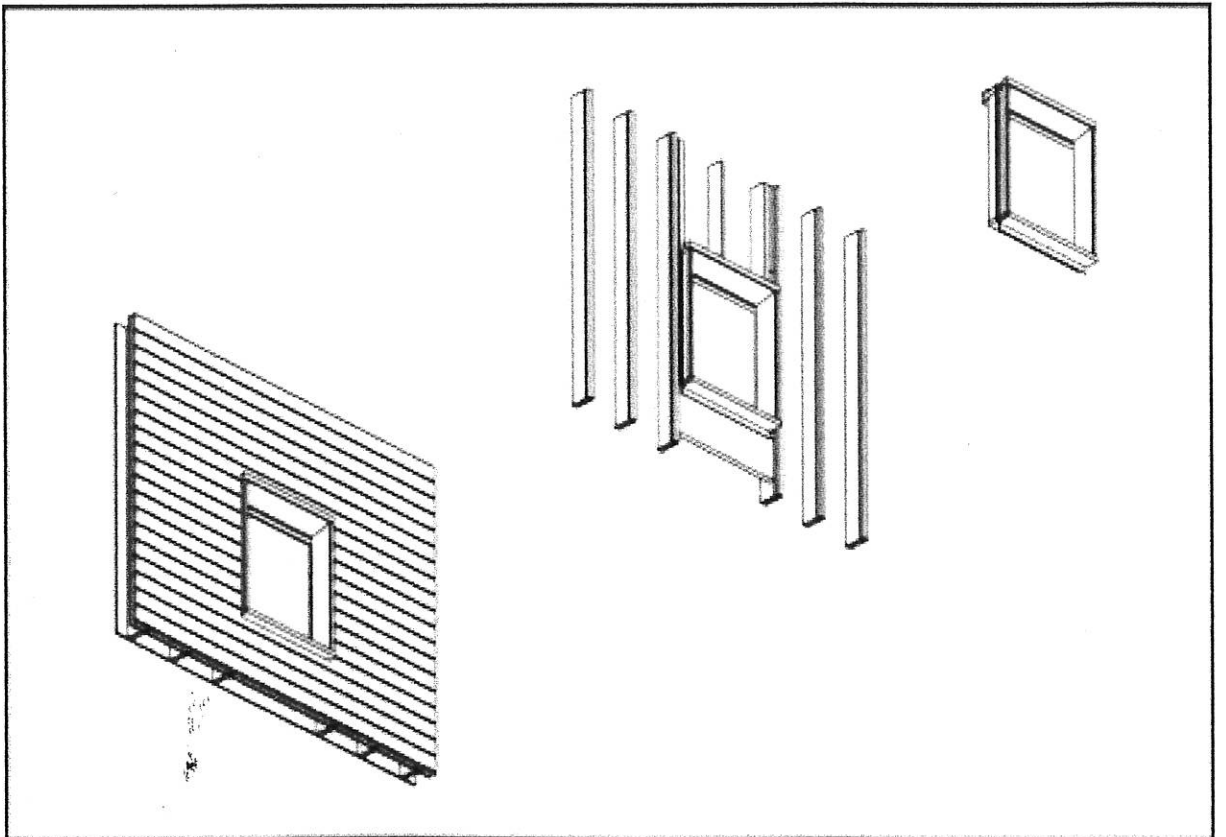




Bate avec précadre



Ossature et précadre





La méthode la plus pratiquée consiste à utiliser des panneaux dérivés du bois pour assurer l'indéformabilité de l'ossature murale dans son plan. Ces panneaux doivent répondre à des exigences minimum de qualité, d'épaisseur et de clouage.

### Contreventement par panneaux

#### **Contreventement dans le plan du mur**

Le problème posé ici est celui de la continuité des ossatures verticales. Si celle-ci n'existe pas ou s'il n'y a pas de reprise intermédiaire par un plancher, une charpente ou une poutre horizontale, une déformation à la liaison des panneaux de mur est inévitable. Ceci se produit en général dans les pignons. On peut apporter une solution en introduisant dans la hauteur du mur une poutre au vent ou des poteaux de renfort de forte section.

#### Hauteur du mur

Il est évident que le panneau de contreventement ne joue son rôle que s'il existe en proportion suffisante de la surface du mur c'est-à-dire si la surface d'ouvertures n'est pas trop importante. On estime que si celle-ci représente plus du tiers de la surface du mur, une étude technique s'impose afin de trouver des solutions constructives adaptées, par exemple avec un système poteau-poutre.

#### Surfaces d'ouvertures

Plus la surface d'un mur sera grande, plus les efforts au vent à reprendre par les murs perpendiculaires à celui-ci seront importants. L'étude technique permet de calculer ces efforts et de déterminer à partir de quelle longueur de mur un renfort de contreventement est nécessaire. En général, on estime qu'au-delà d'une longueur de 15 m, la mise en place de mur de refend s'impose.

#### Longueur du mur

#### **Limites de dimensions**

Les murs peuvent être contreventés dans un plan perpendiculaire :

- par d'autres éléments de structure stabilisés (murs de refend, planchers...),
- par des dispositifs particuliers dont certains assurent une autre fonction (panneaux de sous-toiture, poutre au vent, anti-flambage)

L'ossature murale peut être contreventée dans son plan :

- par des voiles travaillant en panneaux dérivés du bois (le plus souvent)
- par des pièces de bois insérées dans les montants (écharpes, croix de St André...).

Aucune "masse" n'intervenant, les murs à ossature légère en bois doivent utiliser des dispositifs spéciaux pour assurer leur stabilité face au vent.

#### Contreventement

Il existe d'autres possibilités avec menuiserie du côté intérieur du mur, mais elles sont moins utilisées et souvent plus aléatoires à mettre en œuvre. Elles consistent à ne pas réaliser un cadre proprement dit mais à recouvrir l'ossature du mur par le revêtement extérieur dans l'embrasure de l'ouverture. Ces solutions doivent être soigneusement étudiées et réalisées pour éviter tout problème d'étanchéité à l'eau et à l'air. Les menuiseries peuvent également être posées au nu extérieur. Cette solution courante en Amérique du Nord ou en Allemagne offre l'avantage (avec des profils adaptés) d'une bonne étanchéité à l'air. Les menuiseries se trouvent, cependant, plus exposées aux intempéries.



Du point de vue de la stabilité, ils peuvent être disposés indistinctement à l'intérieur ou à l'extérieur de l'ossature. Mais pour des raisons de fixation des revêtements de façade ils sont le plus souvent mis à l'extérieur.

PANNEAUX	Contre-plaque résineux CTB X	8 mm.
	Lamelles orientées (OSB)	9 mm.
	Particules CTB H	12 mm.
ÉPAISSEUR MINIMUM		

Les panneaux les plus largement utilisés sont les panneaux OSB. Les panneaux bois-ciment ou gypse cellulosé peuvent également être admis comme participant au contreventement après justification par le bureau d'études.

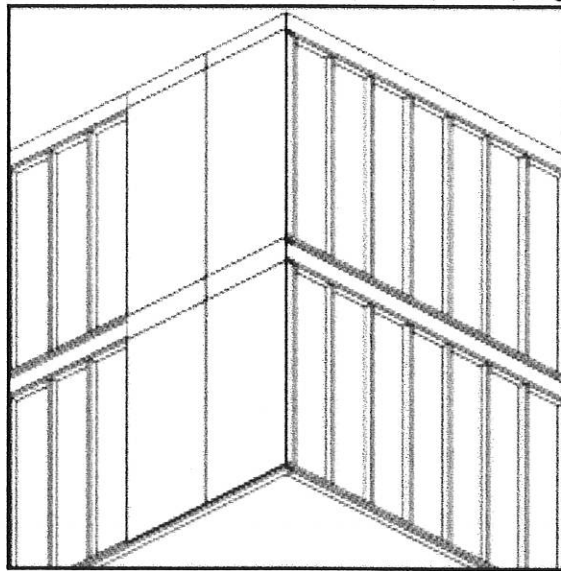
En France, les plaques de plâtre ne sont pas prises en compte dans le contreventement (contrairement à l'exemple nord américain ou scandinave).

La fixation des panneaux est réalisée par :

- des pointes torsadées galvanisées ou électrozinguées de 50 mm,
- des agrafes galvanisées ou électrozinguées de 50 mm

Espaces d'environ 150 mm (ou moins si le calcul l'exige) elles forment une "couture" sur les 4 côtés du panneau.

Pour la jonction de panneaux de contreventement sur les ossatures, il faut, soit utiliser une épaisseur d'ossature supérieure à 40 mm, soit doubler les montants afin de respecter les exigences réglementaires de fixation.

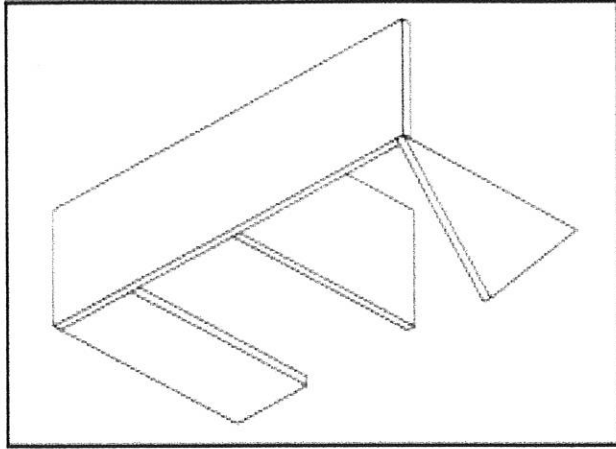


Contreventement par panneaux





**Ouvrages de contreventement perpendiculaire**



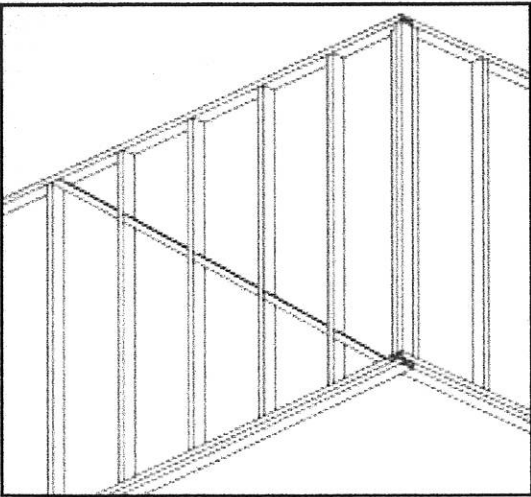
Enfin les structures telles que fermes et portiques (nombre de points d'articulation supérieur à 3) bénéficient d'une stabilité transversale et peuvent participer à la stabilité des murs.

PLANCHER	ÉPAISSEUR MINIMALE
panneaux de particules	22 mm.
contreplaqué résineux ou OSB	15 mm.

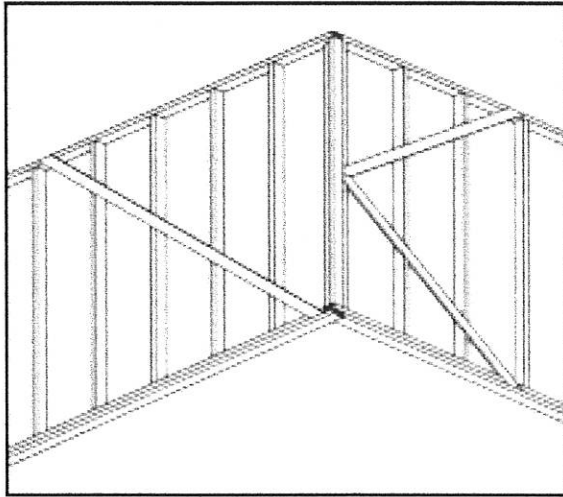
Les murs extérieurs et intérieurs placés perpendiculairement à une paroi sont admis en contreventement de cette paroi s'ils sont eux-mêmes stabilisés dans leur plan. Les planchers supports de revêtement de sol sont aussi admis comme contreventement. Ils sont considérés comme stables lorsque le support respecte les valeurs minimum suivantes.

**Contreventement dans des plans perpendiculaires au mur**

Contreventement par écharpe discontinue



Contreventement par écharpe continue



On peut également assurer le contreventement par un élément rapporté de triangulation. La solution la plus utilisée consiste à encaster une pièce de bois de 22x97 mm dans les poteaux du mur. Cette pièce de bois disposée à un angle d'environ 45° porte le nom d'écharpe encastée. Il convient d'installer une écharpe coudée lorsqu'une baie dans le mur ne permet pas d'installer une écharpe continue.

On peut aussi contreventer un mur en intercalant des pièces de bois entre les poteaux. D'une section identique à celle des poteaux, cette écharpe doit s'étendre de la lisse à la sablière et entrecouper au moins trois poteaux. On utilise également des feuillards en acier galvanisé (3x40 mm) pour contreventer les murs.

**Contreventement par triangulation (solution peu courante)**

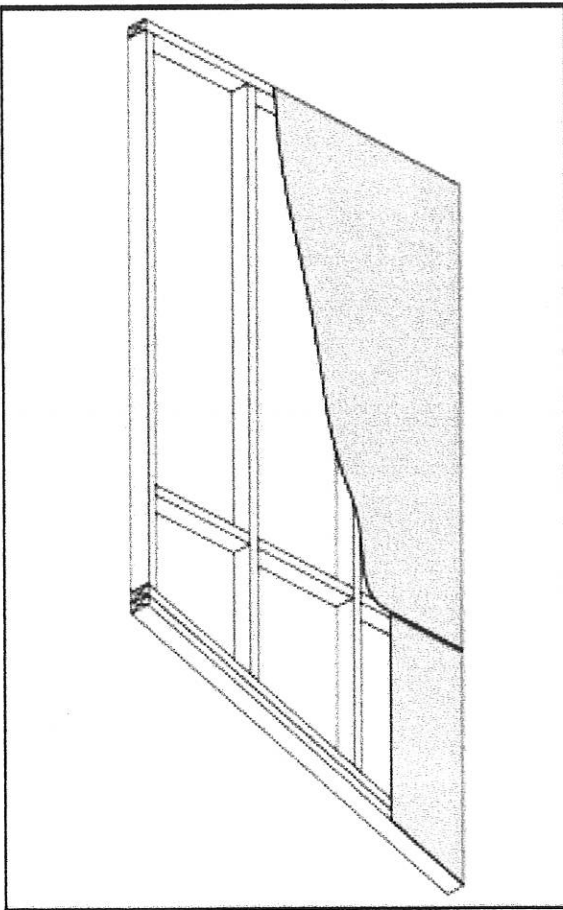


## Éléments de renfort

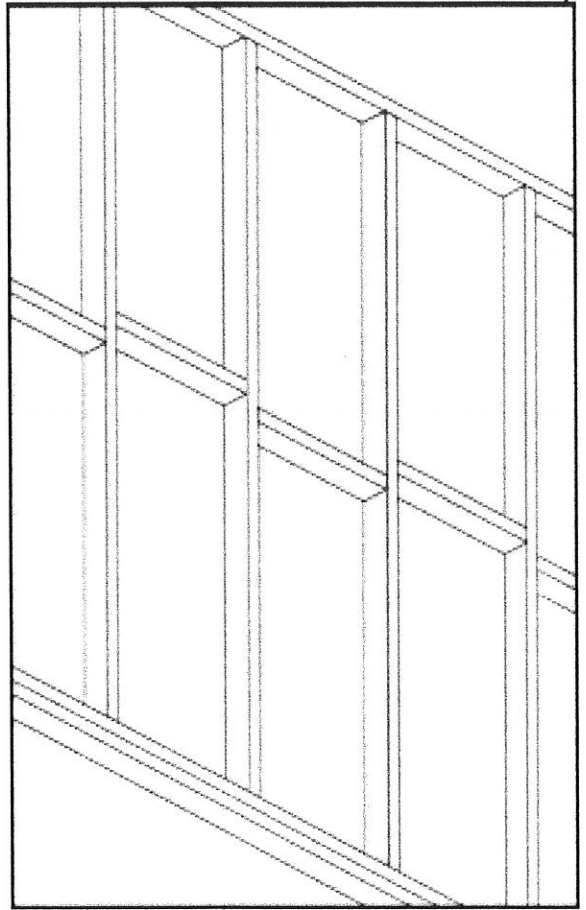
### **Étrésillons**

Les poteaux d'une hauteur supérieure à une hauteur d'étage (2,50 m) ou recevant des charges élevées (maison à deux ou plusieurs niveaux) peuvent être soumis à des contraintes de compression qui dépassent celles qui sont admissibles et provoquent un flambement. Pour diminuer ces contraintes on peut soit augmenter la section des poteaux soit réduire l'élançement du poteau par l'interposition d'étrésillons dans l'ossature.

De même, lorsque la hauteur d'un panneau excède 2,50 m, il convient de mettre en place un alignement d'étrésillons pour permettre la fixation des panneaux.



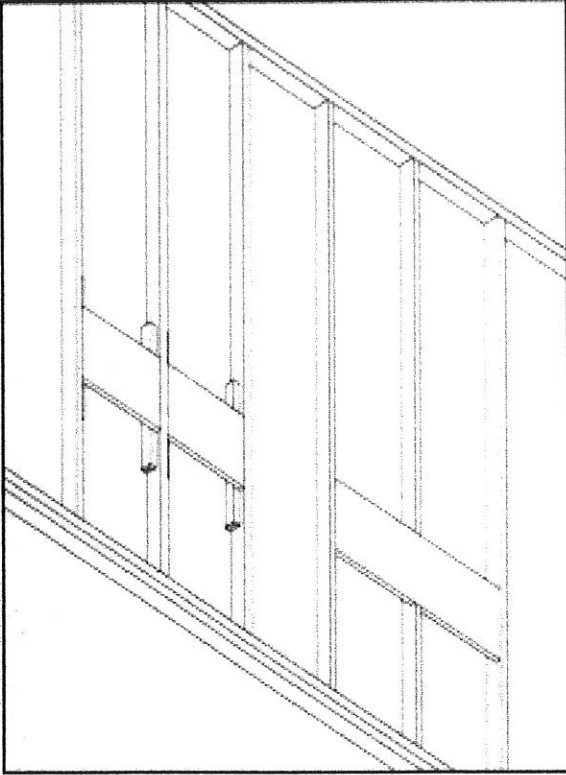
**Étrésillons de fixation de panneaux**



**Étrésillons de renfort**



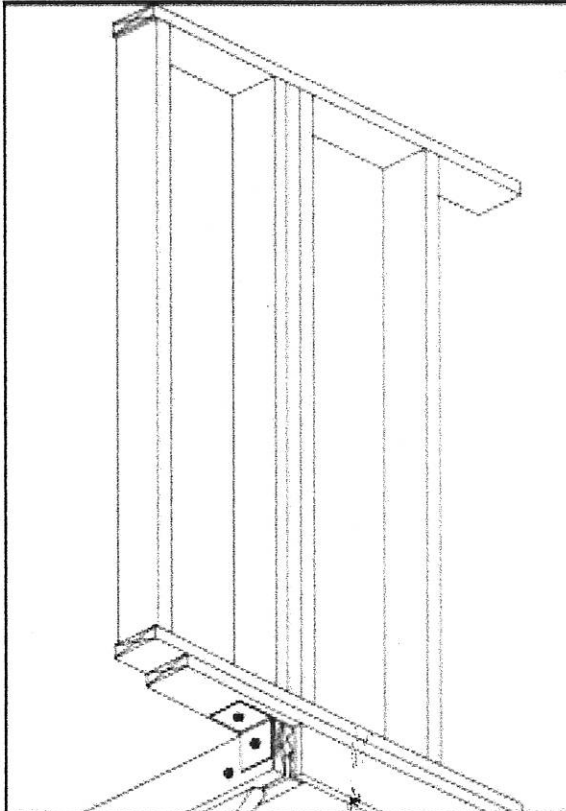
**Fonds de clouage pour objets lourds**



Afin de permettre l'accrochage d'éléments lourds (meubles de cuisines, appareils sanitaires suspendus...), il est prudent de prévoir des fonds de clouage insérés dans l'ossature. Ils serviront d'éléments de renfort au parement intérieur.

### **Fond de clouage**

**Poteau de renfort sous charge ponctuelle**



Lorsque des charges concentrées (poutres, pannes, entrants de ferme...) doivent être reprises par le mur, on double ou on triple les poteaux porteurs au droit des charges.

### **Poteaux supplémentaires**



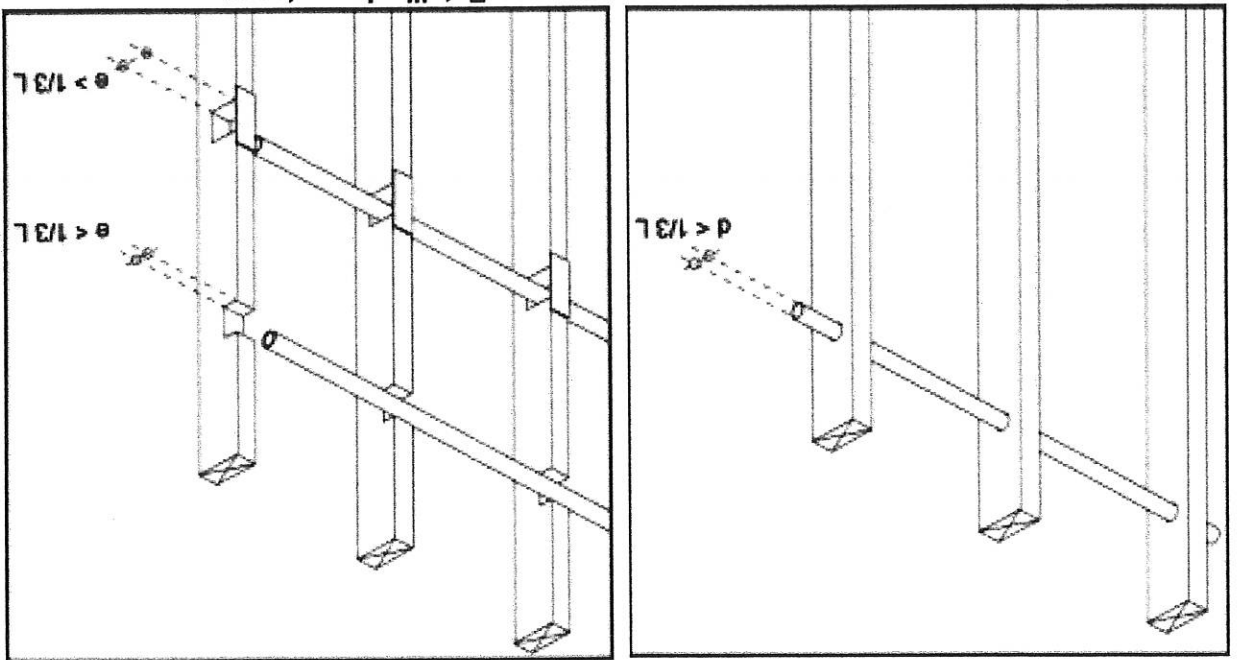
## Perçements et entailles

Tout l'espace libre dans l'ossature est disponible pour le passage des gaines et tuyaux (eaux, chauffage, électricité...).

Pour ne pas affaiblir les éléments porteurs, les passages nécessaires à ces conduits ne doivent pas être excessifs sauf à renforcer les parties affaiblies.

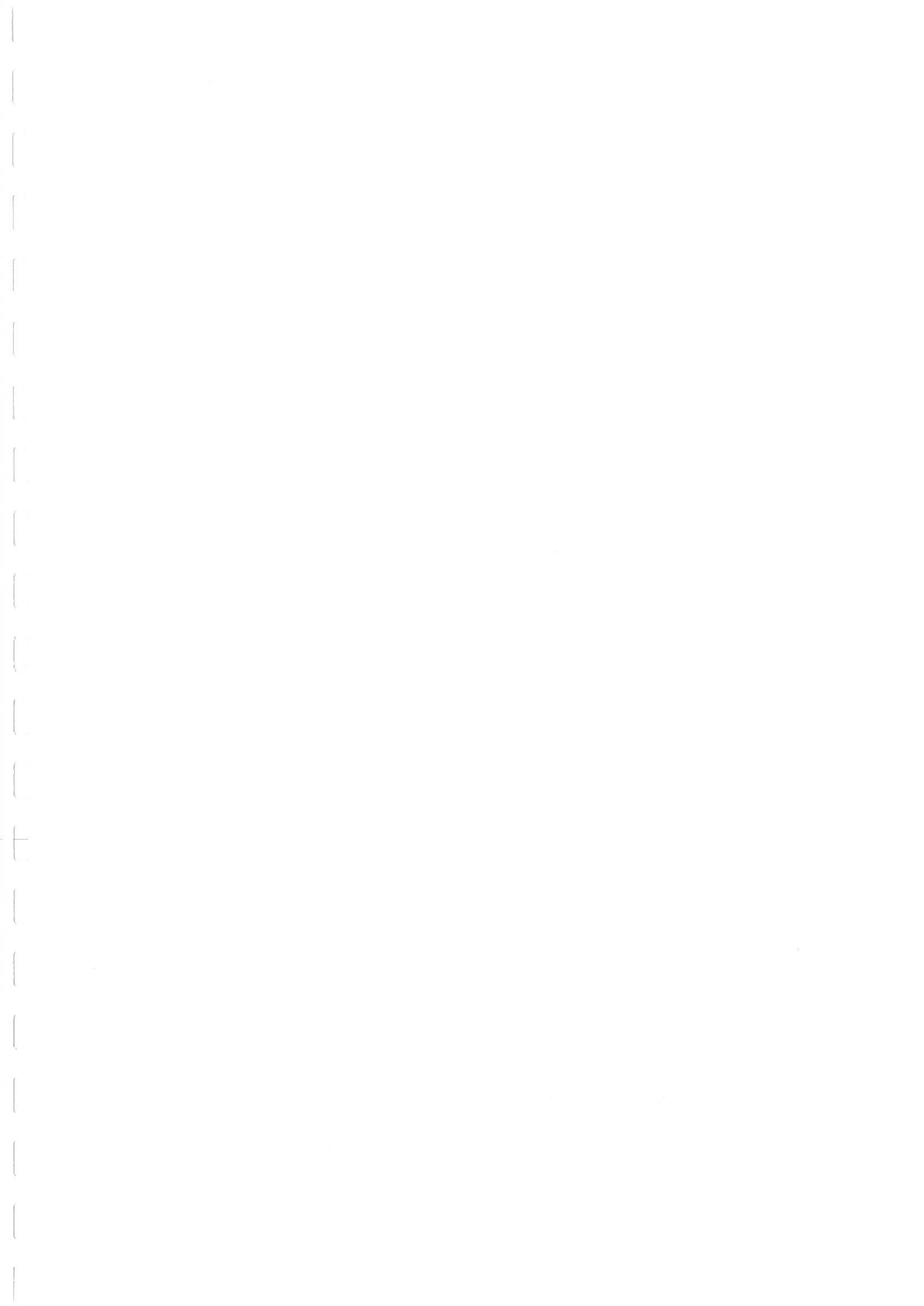
Les montants des murs ne doivent pas être entailés, percés ou diminués de telle façon que la partie intacte du montant soit inférieure aux deux tiers de la largeur du montant si celui-ci est porteur.

Au cas où la section entailée serait supérieure, il est nécessaire de prévoir des renforts métalliques.



**Attention :**

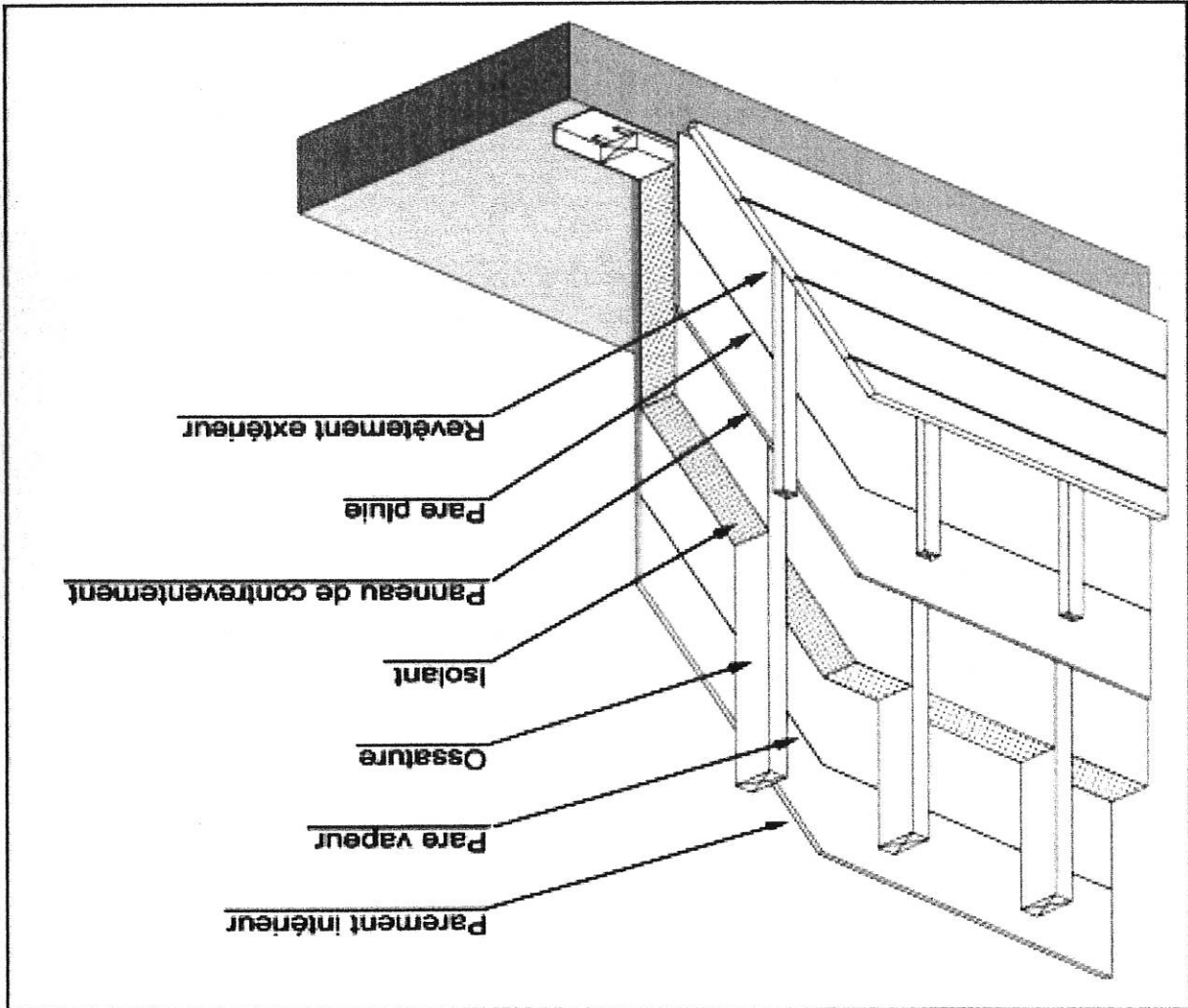
- Les tuyaux de gaz ne doivent jamais être encastés dans un mur.
- Les tuyaux d'eau risquant de geler ne doivent pas être encastés dans des murs extérieurs.
- Les canalisations d'eau sous pression doivent être d'une seule pièce (pas de soude).





## Constituants du mur

Aux éléments de structure proprement dits (ossature et contreventement) viennent s'ajouter d'autres matériaux pour assurer la totalité des fonctions d'enveloppe du mur.



Principaux constituants du mur

## ***L'isolant***

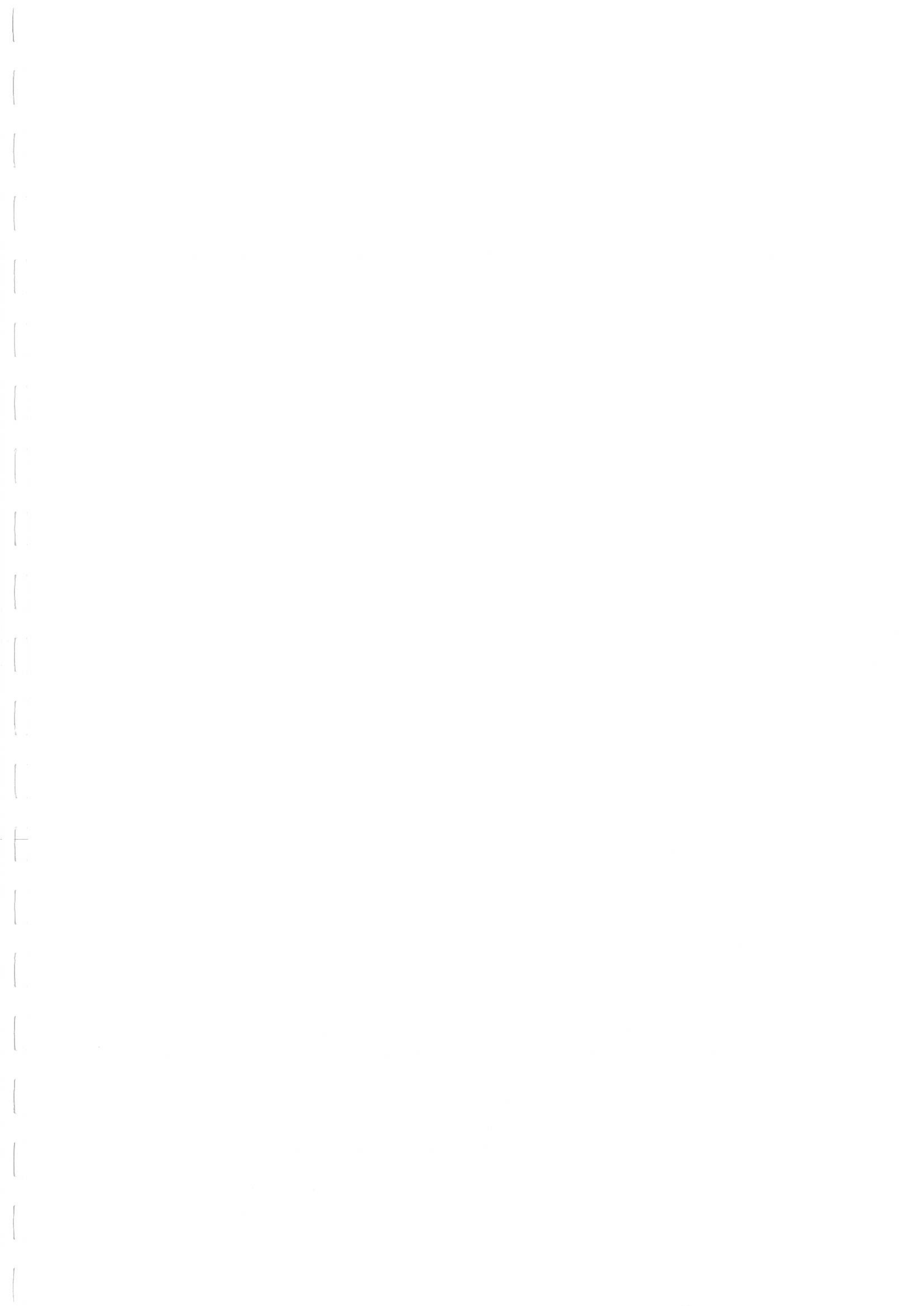
L'isolant assure les fonctions thermiques et acoustiques du mur. On utilise plusieurs sortes de produits en fonction des performances recherchées mais aussi des contraintes de mise en œuvre :

- les laines minérales (verre ou roche),
- les laines végétales (lin, chanvre...),
- les panneaux en fibres de cellulose.

L'isolant se pose entre les montants d'ossature des murs extérieurs. Il doit être appliqué contre la face interne de la paroi intérieure. On utilise le plus souvent des panneaux semi-rigides de laine minérale d'épaisseur variant de 100 à 150 mm en général, selon les exigences d'isolation requises.

Une seconde couche d'isolant peut être placée en supplément entre des linteaux horizontaux pour augmenter les performances thermiques et couper les ponts thermiques de l'ossature (relatifs).

Les panneaux d'isolant ne sont pas revêtus de pare-vapeur puisque celui-ci est posé ultérieurement en continu.



Ils doivent être découpés soigneusement, en légère sur-côte par rapport à l'espace disponible entre les montants. Les lames d'air entre montants et isolants sont à proscrire (pont thermique) de la même façon qu'un tassement trop important qui provoquerait un écrasement de la laine à certains endroits et donc une diminution de sa performance.

Afin d'augmenter les performances thermiques sans augmenter l'épaisseur de l'isolant, on peut utiliser des laines minérales à densité plus élevée et dont le coefficient  $\lambda$  est meilleur.

Les isolants rigides en plaques (polystyrène expansé, mousse de polyuréthane, panneaux de fibres de bois...) ne sont pas utilisés entre les montants car leur non-compressibilité les rend délicats à poser. Ils sont réservés à la réalisation d'une isolation complémentaire posée en continu à l'extérieur des panneaux où ils peuvent également assurer le rôle de pare-pluie.

### **Le pare-vapeur**

Un pare-vapeur, matériau en feuille étanche est disposé sur la face chaude (intérieure) des murs extérieurs pour limiter ou supprimer les migrations de vapeur d'eau de l'intérieur de la maison vers l'ossature.

On emploie comme pare-vapeur :

- des films plastiques (polyéthylène 200 microns),
- des films d'aluminium.



Le pare-vapeur doit être parfaitement continu sur toutes les parois. Le pare-vapeur collé sur les panneaux de laine minérale ne peut être pris en compte car il est interrompu à chaque montant d'ossature.

On préférera, à chaque fois que cela est possible, un pare-vapeur solide du parement intérieur car cela permet de limiter les problèmes dus aux percements pour la pose des appareils électriques. Par contre si un lattage horizontal est mis en œuvre sur les montants d'ossature, le pare-vapeur posé directement sur ces derniers ne sera pas interrompu, le passage des gaines électriques étant réalisé dans la chambre des linteaux.

## **Le pare-pluie**

Un pare-pluie, feuille étanche à l'eau liquide et perméable à la vapeur d'eau, est disposé sur la face extérieure des murs (sous le parement). Il a deux fonctions: la première c'est de mettre la construction à l'abri des intempéries le plus rapidement possible pendant la phase chantier et de constituer une ligne de défense secondaire contre la pénétration de la pluie et de l'humidité poussées par le vent à travers le matériau de parement extérieur. La seconde est de permettre la migration vers l'extérieur de la vapeur d'eau qui aurait pu traverser le pare-vapeur.

On utilise comme pare-pluie:

- des papiers ou feutres bituminés de faible épaisseur,
- des films non tissés,
- des panneaux en fibres de bois imprégnés de bitume.

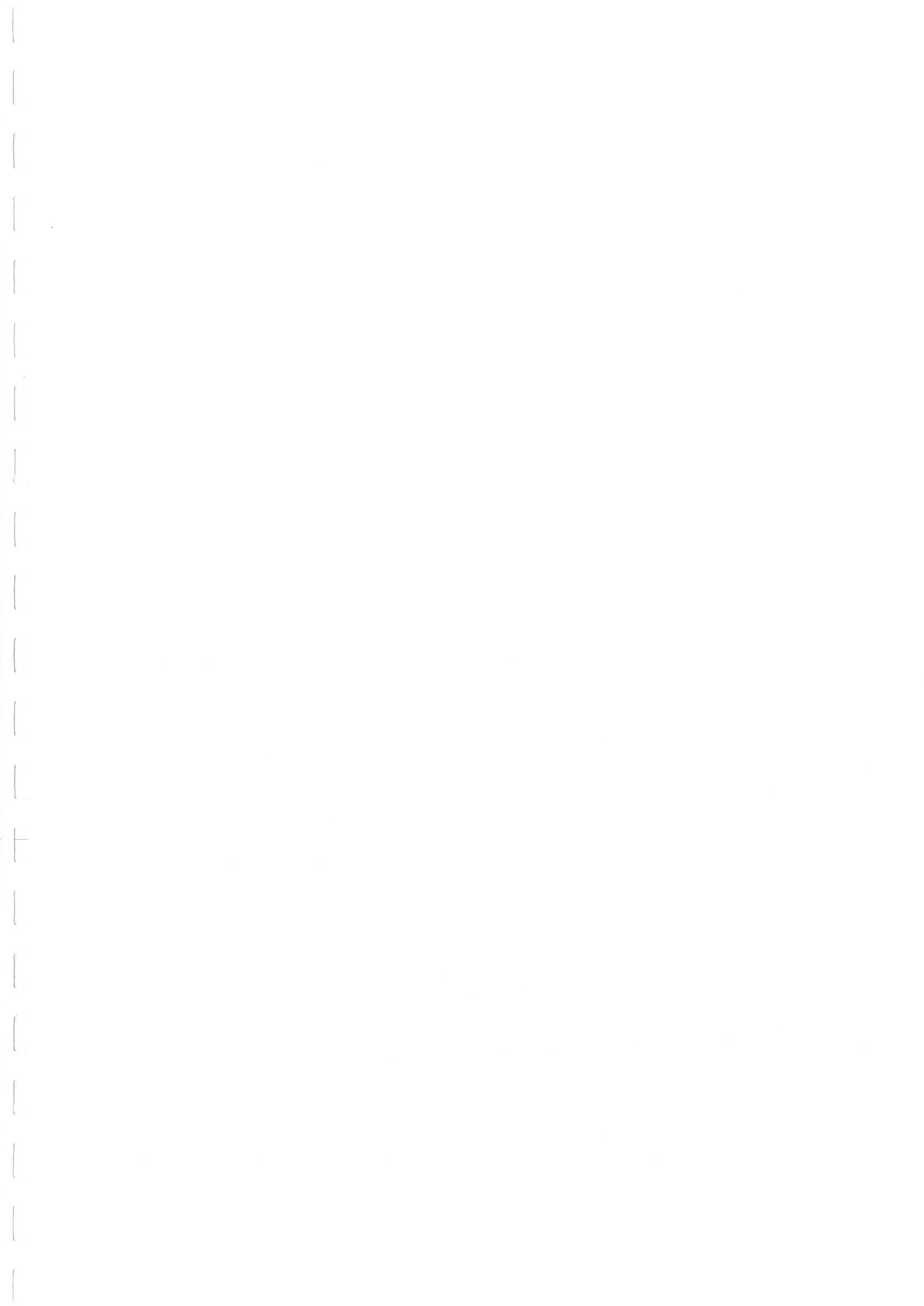
Pour les produits souples, il faut veiller à un parfait recouvrement des feuilles de façon à éviter toute infiltration d'eau. Certains produits existent en largeur de 2,80 m au lieu de 1 m pour la plupart, ce qui facilite leur mise en œuvre et limite le nombre de recouvrement de feuilles.

De la même façon, les points d'arrêt sur les ouvertures sont à soigner. Enfin, le matériau retenu ne doit pas se déchirer facilement lors de la pose. Le pare-pluie est maintenu sur les panneaux par des linteaux qui sont cloués au droit des montants. Il protège en partie les ouvrages entre les séquences de montage pendant le chantier.

## **Le parement intérieur**

Les matériaux les plus utilisés en parement intérieur sont :

- les plaques de plâtre,
- les plaques de gypse-cellulose,
- le contre-plaque,



- les panneaux de particules ou d'OSB,
- les lambrisages en bois.

En raison de leurs multiples avantages (inflammables et ralentissant la propagation des flammes, faciles à poser, économiques, teneur en eau négligeable), les plaques de plâtre ou de gypse cellulosé cartonnées constituent le matériau le plus utilisé pour les revêtements intérieurs des constructions à ossature bois. Leur épaisseur est de 13 mm ou plus selon les critères de tenue au feu.

La pose du parement est en général effectuée directement sur les montants d'ossature si leurs tolérances de sections (+/- 0.5 mm) ont été respectées et si, bien sûr, ils ont été séchés. On peut également le poser sur un contre-litlage ou sur des profilés en acier galvanisé fixés sur les montants. Cette technique permet de poser les gaines électriques et tuyauteries sans percer les montants ni le pare-vapeur si celui-ci n'est pas solide du parement intérieur.

Dans certains cas, l'épaisseur des liteaux est augmentée de façon à incorporer une isolation supplémentaire dans leur épaisseur.

#### **Attention :**

Dans les pièces humides, le parement doit être en qualité hydrofuge.

### **Le parement extérieur**

Les murs extérieurs d'une construction à ossature bois peuvent recevoir la plupart des matériaux de revêtement disponibles sur le marché. Les critères qui président au choix de ces matériaux, sont entre autres, l'aspect esthétique, le prix de revient et le coût d'entretien. En fonction de leur nature, ils seront ventilés ou non sur leur face intérieure.





## **Feu**

Parmi les matériaux couramment employés, on citera :

- les revêtements en bois massif (clins, frises, bardeaux...),
- les matériaux en plaque (contreplaqué, fibres-ciment, stratifié compact...),
- les tuiles et ardoises (terre cuite, fibres-ciment...),
- les parements maçonnés (briques de parement...),
- les enduits au mortier de ciment (sur armature d'accrochage),
- les revêtements plastiques épais (sur support continu).

Les ossatures légères ne sont pas destinées à être exposées directement au feu du fait de leurs faibles sections. En cas d'incendie, deux composants du mur vont jouer un rôle complémentaire dans le comportement au feu de la paroi : l'isolant et le parement intérieur formant écran coupe feu.

Le comportement au feu des murs dépend également du type de paroi.

### ***Paroi à cavité fermée***

Dans les parois à cavité fermée (situation la plus fréquente), l'eau contenue dans le parement exposé au feu (surtout dans le cas du plâtre) humidifie l'isolant fibreux très perméable, se dépose sur les parois latérales et arrières ce qui a pour effet de ralentir la progression de la température tant qu'elle n'est pas totalement évaporée. La nature de l'isolant fibreux de remplissage à une importance sur le résultat final. Les panneaux de laine minérale doivent être serrés mais non comprimés pour protéger les pièces de bois de flanc.

### ***Paroi à cavité ouverte***

Dans les murs à cavité ouverte, l'eau de constitution s'échappe par la lame d'air où s'établit un tirage thermique, ce qui a pour effet d'accélérer la combustion. La protection thermique est essentiellement apportée par le parement intérieur qui doit avoir une durée au moins égale à la durée requise.



**Ossature bois avec écran suffisant**

C'est le cas le plus fréquent. Plusieurs types d'écrans, souvent associés à de la laine minérale, sont admissibles et font tous office de bouclier thermique :

- les plaques de plâtre,
- les plaques de gypse cellulaire,
- les plaques de fibres ciment,
- les panneaux de bois ciment,
- les autres panneaux dérivés du bois.

**Ossature bois avec écran insuffisant**

Lorsque l'écran n'assure qu'une fraction de la durée de stabilité requise, le complètement est assuré par la structure elle-même calculée selon les principes d'une structure bois apparente pour la durée restante.

**Attention :**

Lorsque la paroi doit assurer une fonction coupe-feu (cas des murs mitoyens), il est nécessaire de prolonger l'écran coupe-feu au-delà du plafond jusqu'au panneau support de revêtement de sol pour compartimenter le plénum.

Les habitations de la 3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> famille et les ERP (>R+1) ayant leur plancher le plus haut à plus de 8m ou réservés au sommeil doivent satisfaire aux règles de calcul du C+D.

Dans l'attente d'une instruction technique adaptée aux parois à ossature bois, on peut éviter l'assujettissement au C+D en vérifiant que l'ERP occupe la totalité du bâtiment et en l'équipant soit d'une alarme de type 1, soit d'une installation fixe d'extinction automatique à eau.

Dans ce dernier cas, le bardage devra en outre être au minimum M2 (ce qui interdit, sauf essai, les lames de bois massif).

Dans tous les cas la lame d'air ventilée sera recoupée par une barrière incombustible tous les deux niveaux au minimum.

**Isolation**

**Thermique**

Le bois est un mauvais conducteur thermique. Il permet de mettre en œuvre de façon simple et économique des isolations très performantes avec des ponts thermiques négligeables. Si la nature du parement intérieur a peu d'influence sur la valeur du coefficient K, elle pourra par contre ne pas être négligeable sur la notion de confort thermique à l'intérieur d'une pièce (température de la paroi et rayonnement).

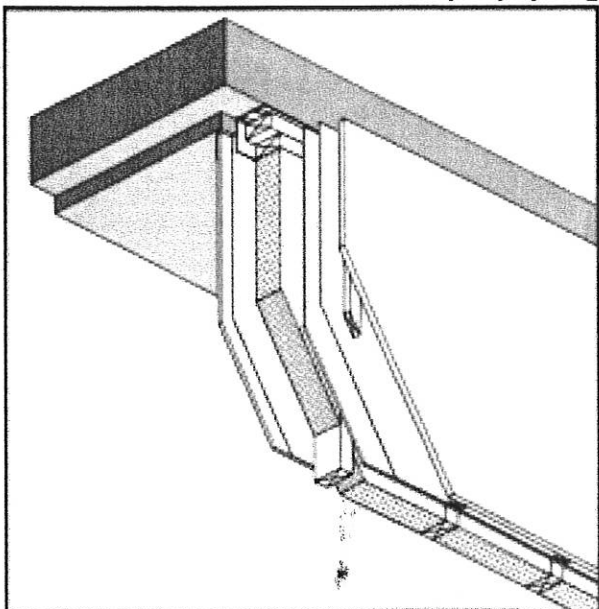
Par ailleurs on devra particulièrement veiller à assurer une bonne étanchéité à l'air et au vent. Les fuites d'air se comportent comme des ponts thermiques dans l'enveloppe d'un bâtiment. Le choix d'une isolation intérieure croisée dans laquelle passent tous les réseaux représente une solution très performante.

Enfin une attention toute particulière doit être portée à la diffusion de la vapeur d'eau à travers les parois pour éviter les risques de condensation.



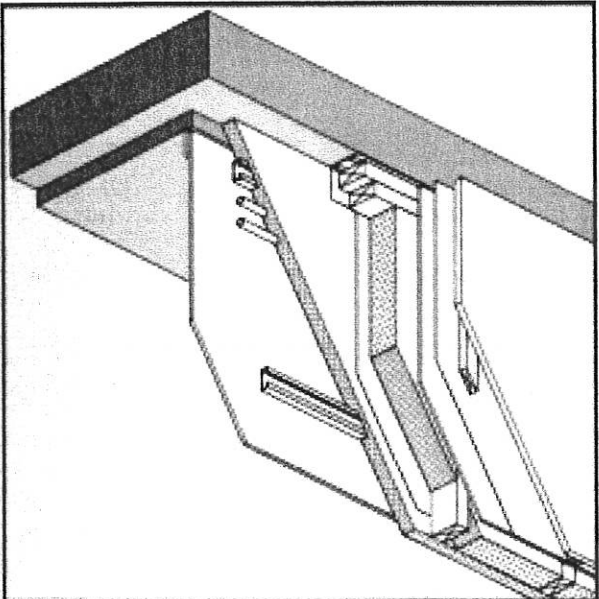
### Paroi simple

Pour une épaisseur d'isolant de 120mm :  
 $0,274 < K < 0,289 \text{ W/m} \cdot \text{C}$ , selon la nature de l'isolant.  
Pour une épaisseur d'isolant de 150mm :  
 $0,218 < K < 0,230 \text{ W/m} \cdot \text{C}$ , selon la nature de l'isolant.



### Paroi avec couches croisées

Pour une épaisseur d'isolant de 100+45 mm  
 $0,187 < K < 0,208 \text{ W/m} \cdot \text{C}$ , selon la nature de l'isolant R



### Thermique d'été

L'ossature bois étant par nature très isolante, il est particulièrement facile de conserver la fraîcheur comme la chaleur.

Afin d'assurer un bon confort d'été on veillera à :

- se protéger du rayonnement solaire d'été en particulier au niveau des baies vitrées (orientation des baies, protections extérieures des baies, pare-soleil...),
- créer une source de fraîcheur et une possibilité de la stocker pour la diffuser aux heures chaudes. Les soubassements peuvent être des sources de fraîcheur et constituer une inertie pour passer les heures chaudes de la journée.

D'autres dispositifs à inertie sont également envisageables :

- les planchers en bois massifs,
- les planchers mixtes bois-béton,
- les toitures-terrasses végétalisées.



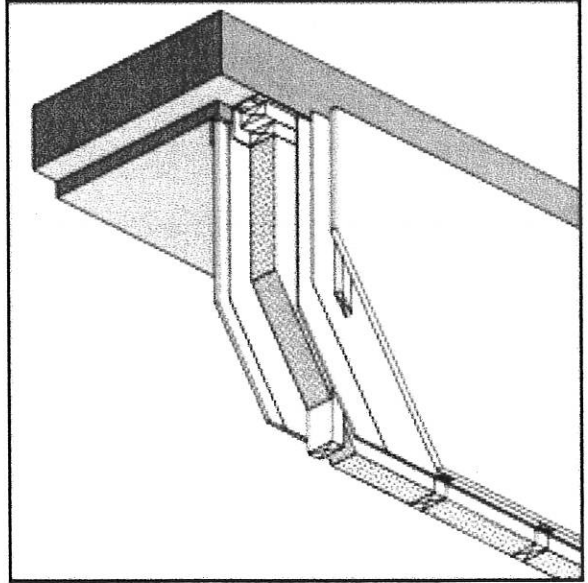
**À noter :**  
 La prise d'air frais au travers de conduits enterrés et largement dimensionnés (puits canadiens) peut être une solution d'accompagnement particulièrement simple à gérer, très efficace, et tout aussi utile en hiver où elle permet un réchauffement de l'air neuf.

**Acoustique**

La maîtrise de l'acoustique basée sur la loi "Masse-Ressort-Masse" est assurée en combinant les masses des parements intérieurs et extérieurs reliés par un "ressort" (espace entre les montants) en général remplis de laine minérale.

**Paroi simple verticale**

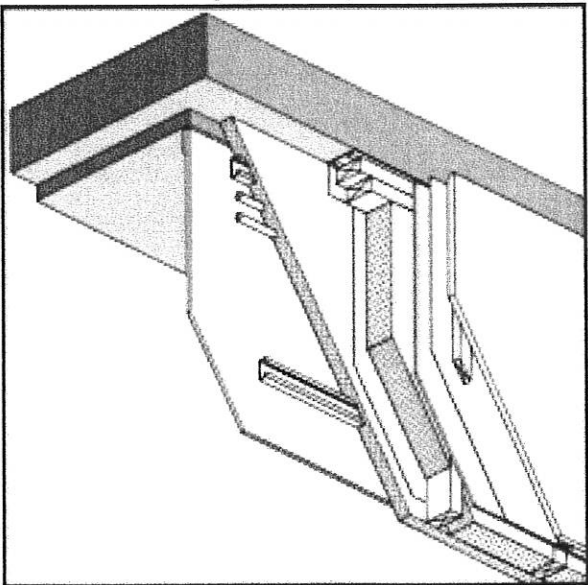
Pour une épaisseur d'isolant de 120mm  
 R route = 38 dB (A)  
 R rose = 42 dB (A)



Paroi simple

**Paroi avec couches croisées**

Pour une épaisseur d'isolant de 100+45 mm  
 R route = 40 dB (A)  
 R rose = 43 dB (A)



Paroi avec couches croisées





On désigne par cavité fermée une paroi dans laquelle l'isolation est posée entre deux panneaux. Cette solution est couramment utilisée car elle assure une bonne étanchéité à l'air et tenue au feu du fait que le panneau de contreventement est situé du côté extérieur.

L'épaisseur de 46 mm de l'ossature ne pose aucun problème pour les fixations des panneaux de contreventement sans obliger à doubler les montants à leur liaison.

De plus, dans le cas de certains pignons ou façades, le calcul de résistance au vent oblige à une inertie qui ne permet pas d'utiliser l'épaisseur 36 mm en conservant le même entraxe.

On notera qu'en Scandinavie, l'épaisseur systématiquement utilisée est 48 mm et en Amérique du Nord 50 mm, la France étant le seul pays à utiliser du 36 mm du fait de ses habitudes pour la fabrication des fermettes industrielles.

L'exemple suivant permet une isolation supérieure à la réglementation (120 mm au lieu de 100 mm) pour la plupart des zones habitables françaises.

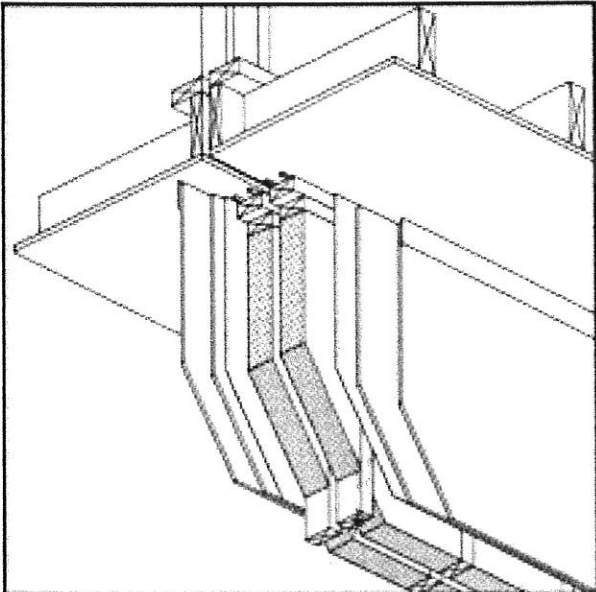
### **Mur à cavité fermée avec panneau de contreventement extérieur**

Il faudra donc bien prendre en compte tous ces éléments et pas seulement le coût initial avant de faire un choix et ceci en fonction du type d'ouvrage à réaliser.

- coût.
  - aspect architectural extérieur et intérieur,
  - vieillissement et entretien,
  - Techniques CSTB,
  - conformité au DTU 31-2: certains éléments doivent faire l'objet d'Avis
  - tenue au feu,
  - étanchéité à l'air,
- Les divers exemples cités ci-dessous sont les plus couramment utilisés. Cependant leurs performances ne sont pas identiques en termes de :

### **Types de panneaux**

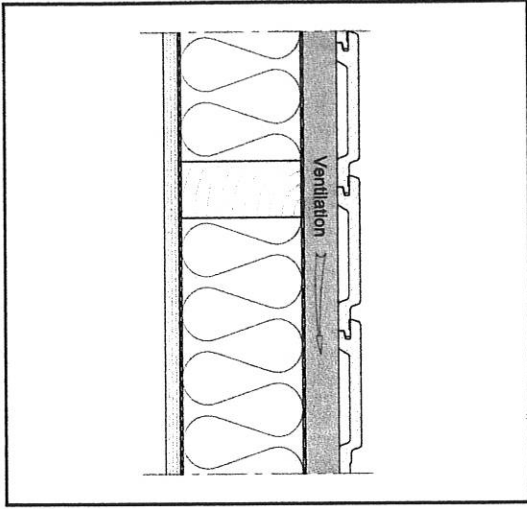
**Mur séparatif de logement**



Exemple de voile séparatif de logements  
 Double mur avec une épaisseur d'isolant  
 de 2 x 100 mm – 50kg/m<sup>2</sup>  
**R = 62 dBA**



- panneau d'OSB ou CTBX de 12 mm,
  - pare-vapeur,
  - ossature 45/120 mm,
  - laine minérale 120 mm,
  - pare-pluie,
  - liteaux 45/25 mm,
  - bardage bois ou autre.
- Composition de l'intérieur vers l'extérieur :



Concrètement, ce principe est principalement utilisé en habitat de loisir ou pour les murs de certains bâtiments industriels ou commerciaux.

Du fait de ces inconvénients et malgré ses performances économiques, ce principe de mur sera réservé à des usages limités où les performances thermiques et la tenue au feu ne seront pas des critères prioritaires.

- la stabilité au feu doit être assurée par des écharpes en bois massif dans la structure.
- le comportement au feu est également moins performant,
- l'étanchéité à l'air de la construction est nettement moins bonne qu'avec un mur à cavité fermée,

Par contre :

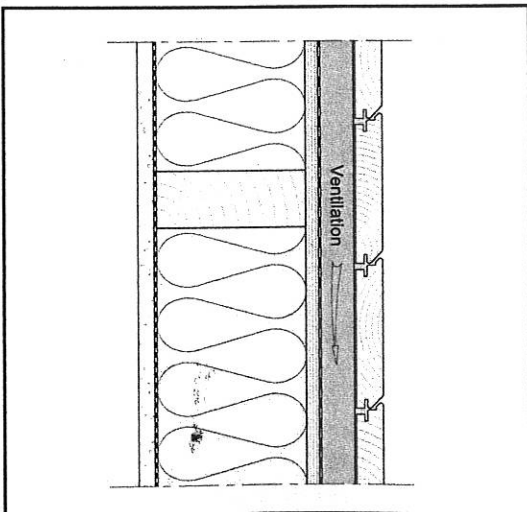
Cette solution est l'une des plus économiques car le panneau de contreventement sert également de parement intérieur.

### **Mur à cavité fermée avec panneau de contreventement intérieur**

- parement extérieur : tous les types cités précédemment.
- aujourd'hui,
- plus lourd car plus dense et plus épais et sa compétitivité n'est plus évidente
- voire un panneau de particules CTBH de 12 mm minimum. Celui-ci a été utilisé, mais il est
- panneau d'OSB ou CTBX plus épais si les calculs l'exigent pour le contreventement,
- isolation de 100 ou 150 mm d'épaisseur,
- ossature de largeur 97 ou 147 mm,

En variante à cette solution, mais en gardant le même principe, on trouve :

- plaque de plâtre 13 mm ou lambris,
  - pare-vapeur,
  - ossature 45/120 mm,
  - laine minérale 120 mm,
  - panneau d'OSB de 10 mm, voile travaillant.
  - pare-pluie,
  - liteaux 46/27 mm,
  - bardage bois ou autre revêtement.
- Composition de l'intérieur vers l'extérieur :





Cette méthode est la plus répandue en France car elle permet d'intégrer en atelier un certain nombre de tâches sans nécessiter d'engins de maintenance.

### Construction par petits panneaux

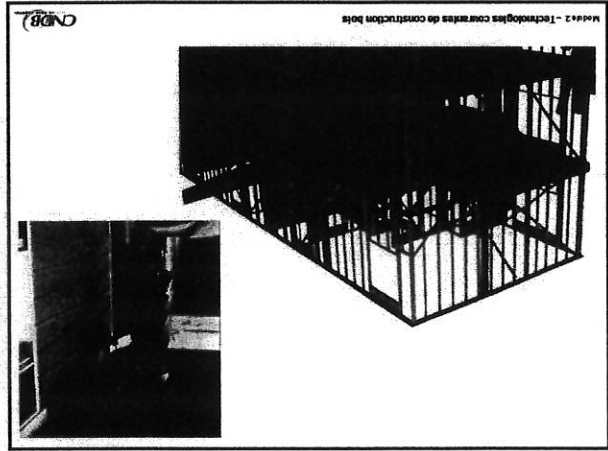
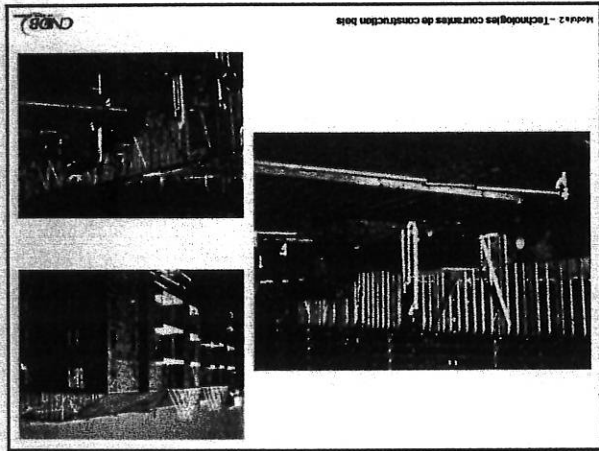
Il n'est pas exclu qu'elle se développe en France et en Europe dans le cadre d'une organisation d'entreprises adaptées.

- une grande complexité architecturale,
- des difficultés d'accès au chantier, etc.

Par contre, en France, elle est quelquefois utilisée pour des chantiers ayant certaines spécificités telles que :

- contrôle de qualité plus difficile à réaliser sur chantier qu'en atelier,
- d'œuvre et un nombre d'heures plus élevés qu'en atelier,
- travail en extérieur et donc soumis aux intempéries avec un coût horaire de main pour être compétitive,
- nécessité de disposer d'une main d'œuvre adaptée à cette méthode et très productive

contraintes :  
 Cette méthode est peu utilisée en Europe car elle ne correspond pas à une tradition ni à une organisation du travail et des responsabilités très courantes, de plus, elle présente plusieurs



Avant tout démarrage de chantier, un dossier d'exécution élaboré est réalisé et ceci à partir d'un nombre de composants. Ensuite, on approvisionne sur chantier les bois d'ossature secs et calibrés et parfois coupés à longueur pour les plus couramment utilisés, les poutres composites ou en lamelle-collé, les organes d'assemblages: pointes, boulons, chevilles, sabots, étriers, etc. Les panneaux sont alors fabriqués au sol en grande dimension (5 à 10 m, voire plus) puis levés manuellement et assemblés à la structure en place.  
 Ensuite, on pose les panneaux de contreventement et enfin les parements extérieurs puis intérieurs, après l'isolation et la pose des réseaux d'électricité et de fluides.

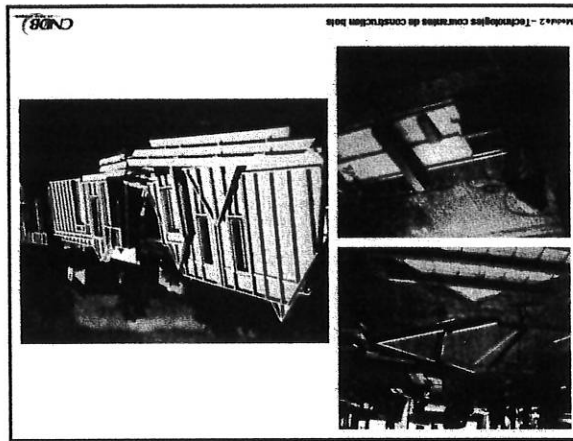
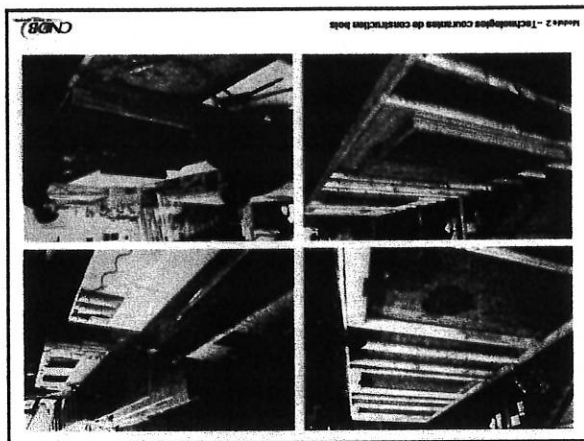
### Construction sur site

#### Types de mise en œuvre

Le panneau de contreventement et parement doit avoir une épaisseur continue d'au moins 10 mm pour être admis en contreventement. De ce fait, les panneaux rainurés (façon lambris) ne pourront être utilisés qu'à la condition que cette cote soit respectée entre le fond des rainures et l'autre face.

Attention :



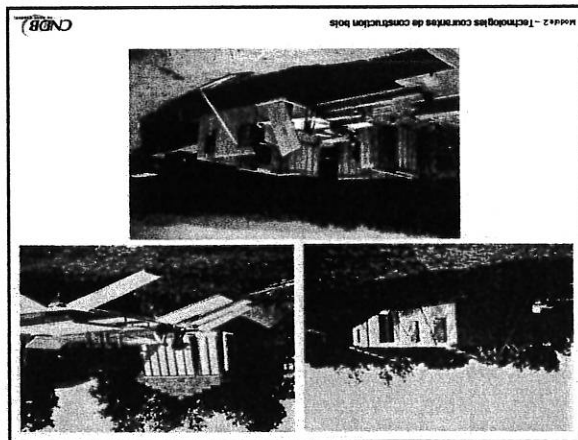


L'intérêt de cette technique est de limiter le temps d'intervention sur chantier puisque le montage des murs est réalisé par exemple en une journée au maximum pour une maison individuelle.

les cas. Cette méthode est assez couramment utilisée en Scandinavie et par certaines entreprises françaises dont la production est suffisamment importante. Les panneaux ont une longueur de 5 à 12 m, seul l'encombrement du transport routier limite leur dimension puisque leur poids reste faible (500 kg à 1 tonne). Leur maintenance nécessite un engin de levage, soit indépendant, soit associé au camion de transport et dont la flèche varie de 13 à 18 m selon

### Construction par grands panneaux

Cette méthode consiste à assembler en atelier les ossatures et les panneaux de contreventement et à intégrer éventuellement les précadres des ouvertures, voire les menuiseries et fermetures elles-mêmes. Les panneaux ont des dimensions maximales d'environ 2,40 x 2,50 m pour rester manportables. Ils sont assemblés entre eux sur chantier par clous et boulons puis liaisons par une lisse haute. Les revêtements extérieurs, l'isolation et le parement intérieurs sont posés ensuite sur le chantier.



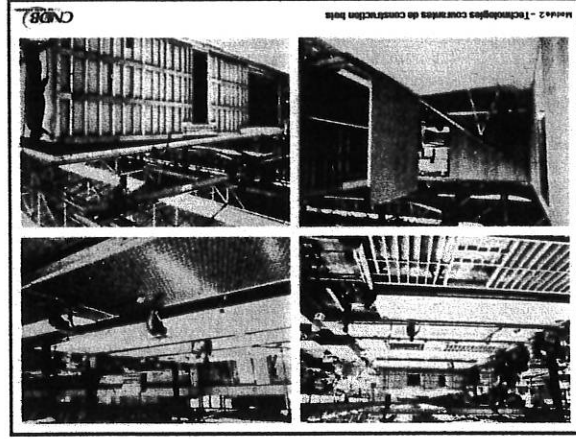
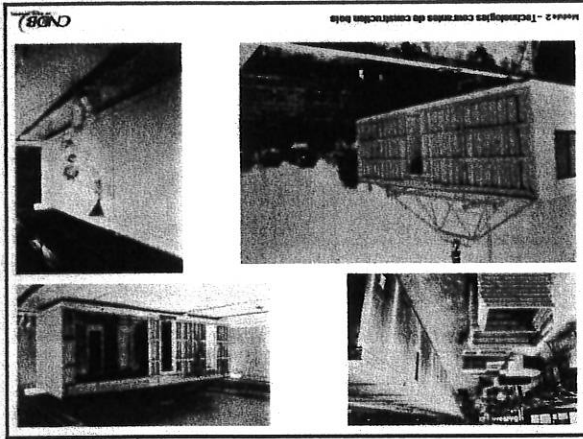
De plus, elle s'adapte à tous les types d'architecture et n'oblige pas à une production répétitive. De ce fait, elle est assez bien adaptée au marché français de la construction bois et au tissu d'artisans et de PME qui lui correspond.





## Normes et DTU

La compétitivité du système n'est donc pas évidente, sauf pour des cas très particuliers et elle nécessite d'une part un investissement en outils de production et maintenance relativement importants et d'autre part un marché régulier.



Enfin, cette technique n'est adaptée qu'à une architecture simple, standard et relativement répétitive.

chantier.

Etant donné leur poids, un engin de levage assez puissant est nécessaire pour leur mise en œuvre et leur transport peut poser des problèmes de gabarit sur routes et d'accès au

Ces modules ont une dimension d'environ 3 m en hauteur et leur longueur varie de 8 à 12 m, voire 15 m.

Elle consiste à réaliser la construction en plusieurs modules avec toutes les finitions exécutées en atelier, y compris les revêtements de sol, les peintures et papiers peints.

Scandinavie. Cette technique est assez rare en France et un peu utilisée en Amérique du Nord et en

## Construction en modules tridimensionnels

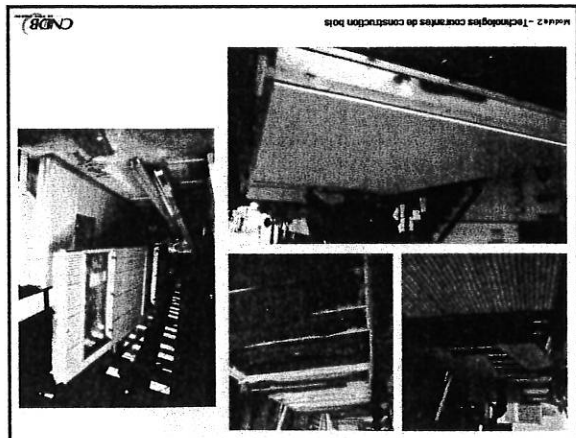
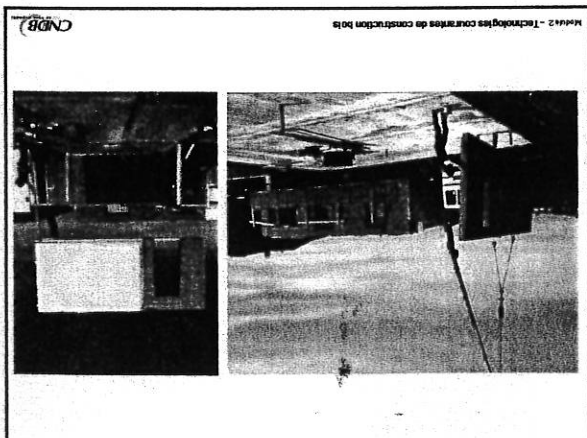
côtés, extérieur et intérieur.

Parfois les entrepreneurs exécutent également la mise en place de l'isolant, voire du parement intérieur. Dans ce cas, il faut bien étudier les problèmes de liaison entre panneaux et avec la dalle et les planchers et l'intégration des fluides puisque les panneaux sont fermés des deux

Enfin, le contrôle de qualité est facilité.

table de montage.

De plus, il est possible de réaliser en atelier les revêtements extérieurs et d'intégrer les ouvertures et fermetures en un temps plus réduit, lors de la fabrication des panneaux sur





DTU 31.2  
Construction des maisons et bâtiments à ossature en bois  
DTU règles CB 71  
Règles de calcul et de conception des charpentes en bois  
DTU BF 88  
Règles bois feu 88  
Eurocode 5  
Calcul des structures en bois



## 4 - 3 - SYSTEME POTEAUX ET POUTRES EN BOIS

### *Principes*

Les planchers et la toiture sont supportés par des poutres elles-mêmes supportées par des poteaux. Ce sont les poteaux qui transfèrent finalement l'ensemble des charges au système de fondations.

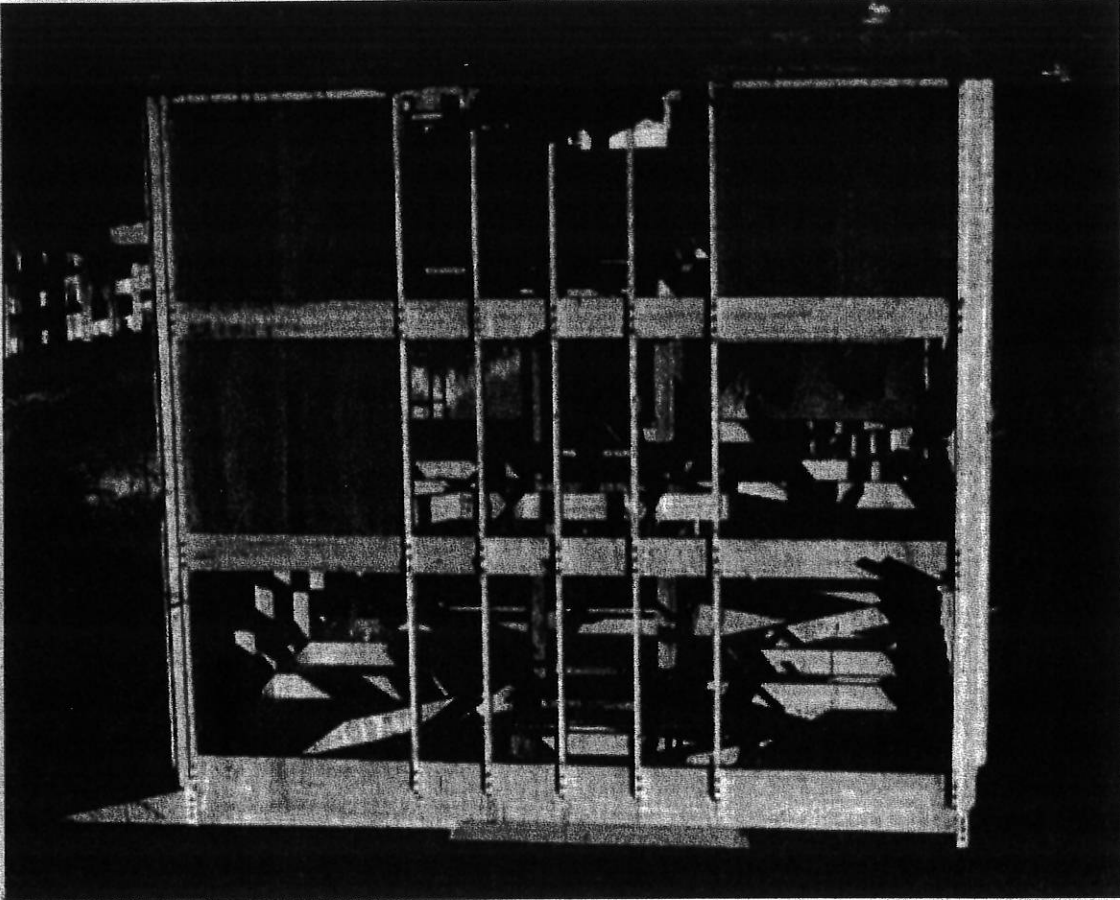
Le système poteaux et poutres forme un système modulaire tridimensionnel qui peut généralement se développer aussi bien horizontalement que verticalement.

Le squelette formé par les poteaux et les poutres peut être laissé apparent et générer ainsi une structure visible à l'intérieur de laquelle viennent s'insérer des parois pleines, des fenêtres et des portes.

Quand la structure est laissée apparente, un grand soin doit être apporté à la qualité des bois utilisés, au travail de mise en œuvre ainsi qu'aux détails d'assemblage entre les éléments de structure et entre la structure et les éléments de remplissage.

Les panneaux muraux qui s'insèrent dans la structure ne sont pas porteurs mais ils peuvent participer à la stabilité latérale de la structure. Ces panneaux ont essentiellement une fonction d'enveloppe et donc de barrière face aux agents d'inconfort extérieurs.

Le contreventement des structures par poteaux et poutres doit être systématiquement étudié.



Système poteaux et poutres





Comme pour les colombages, la plupart des résineux et certains feuillus comme le chêne et le châtaignier peuvent être utilisés. Dans la pratique le sapin, l'épicéa, le pin et le douglas sont les plus couramment mis en œuvre.

Ces essences sont utilisables sous forme de bois massif équarri mais aussi sous forme de bois rond pour les poteaux. Les bois reconstitués représentent également une solution pour la réalisation de poteaux et de poutres. Les poteaux et les poutres étant souvent destinés à rester apparents, on veillera à utiliser des bois de bonne qualité (Classement structure : C22 - Classement d'aspect : choix 1 ou choix 2 sélectionné).

Afin de diminuer le risque de fente on peut :

- privilégier des bois hors cœur,
- utiliser des bois à cœur expurgé par percement,
- réaliser des fentes anti-retrait,
- mettre en œuvre des bois moisés d'épaisseur limitée,
- utiliser les éléments structuraux en bois reconstitué (bois lamellé-collé, bois lamellé ...)

### **Humidité**

Pour limiter les phénomènes de retrait, les bois utilisés à l'extérieur mais couverts sont mis en œuvre à un taux d'humidité n'excédant pas 18 %. Les structures poteaux et poutres destinées à des locaux chauffés ne doivent pas dépasser 15 % de taux d'humidité.

### **Risques biologiques**

Les systèmes poteaux et poutres peuvent présenter des risques de dégradation biologique différents selon leur exposition à l'humidité et à l'eau. Les structures protégées des intempéries par un revêtement extérieur présentent peu de risques (classe 2). Les structures extérieures doivent faire l'objet de dispositions constructives pour favoriser l'égouttage et le séchage du bois (classe 3).

Les pieds de poteaux non isolés de la maçonnerie (cas particulier des poteaux sans ferrure) et les poutres horizontales non protégées (couvertine métallique, planche inclinée...) sont en situation de très fort risque (classe 4). Ils doivent faire l'objet d'un choix d'essence ou d'un traitement approprié.

### **Pré-dimensionnement**

#### **Trame**

La trame des systèmes poteaux / poutres en bois se situe de manière optimum entre 3,00 m et 4,80 m. Une trame de 3,60 m est généralement économique. Au-delà de 5,00 m, il est nécessaire de faire appel à des poutres en bois reconstitué (bois lamellé-collé, bois lamifié...). Le choix d'une trame tient compte :

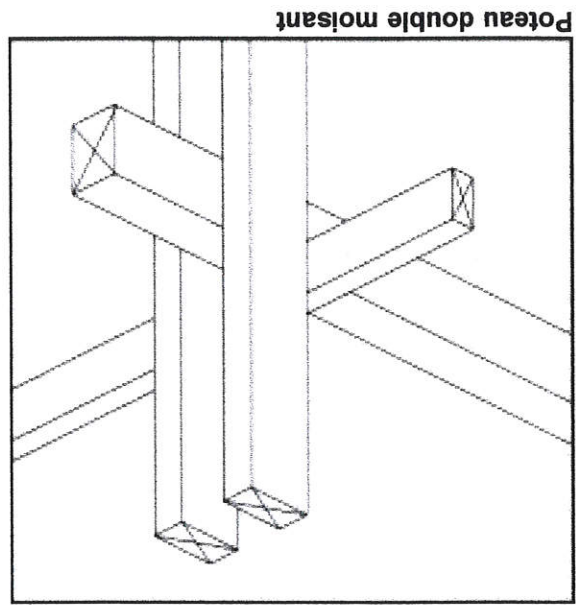
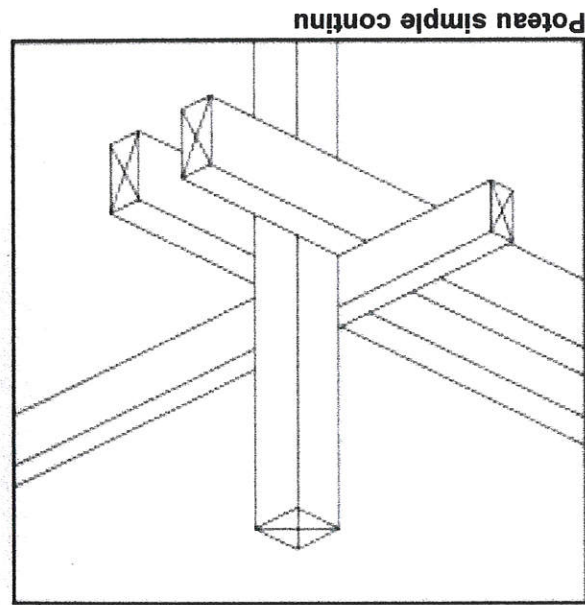
- de la taille désirée des travées compte tenu de l'usage qui sera fait des espaces,
- du rapport entre sections des pièces de bois et charges,
- de la dimension modulaire des éléments de remplissage,
- de la portée des planchers et des charpentes.

### **Proportionnement**

La valeur maximale des charges est rarement déterminée par la contrainte admissible en compression des poteaux mais par la contrainte admissible en compression transversale des poutres.







Il existe quatre grands types de jonctions de poteaux et des poutres. Le choix d'un élément moisant permet en général d'améliorer la résistance critique de l'élément considéré (flexion pour les poutres, flambement pour les poteaux)

### Jonctions des poteaux et des poutres

#### Assemblages des poteaux et des poutres

Habitation type RDC  
 Habitation type R+1  
 Habitation type R+2  
 Habitation type R+3

S = 100 x 100 mm  
 S = 120 x 120 mm, ou (2x) 75 x 120 mm  
 S = 140 x 140 mm, ou (2x) 75 x 140 mm  
 S = 160 x 160 mm, ou (2x) 100 x 140 mm

#### • Poteaux

Si la poutre est exposée au feu sa section minimum sera de 75 X 140 mm.

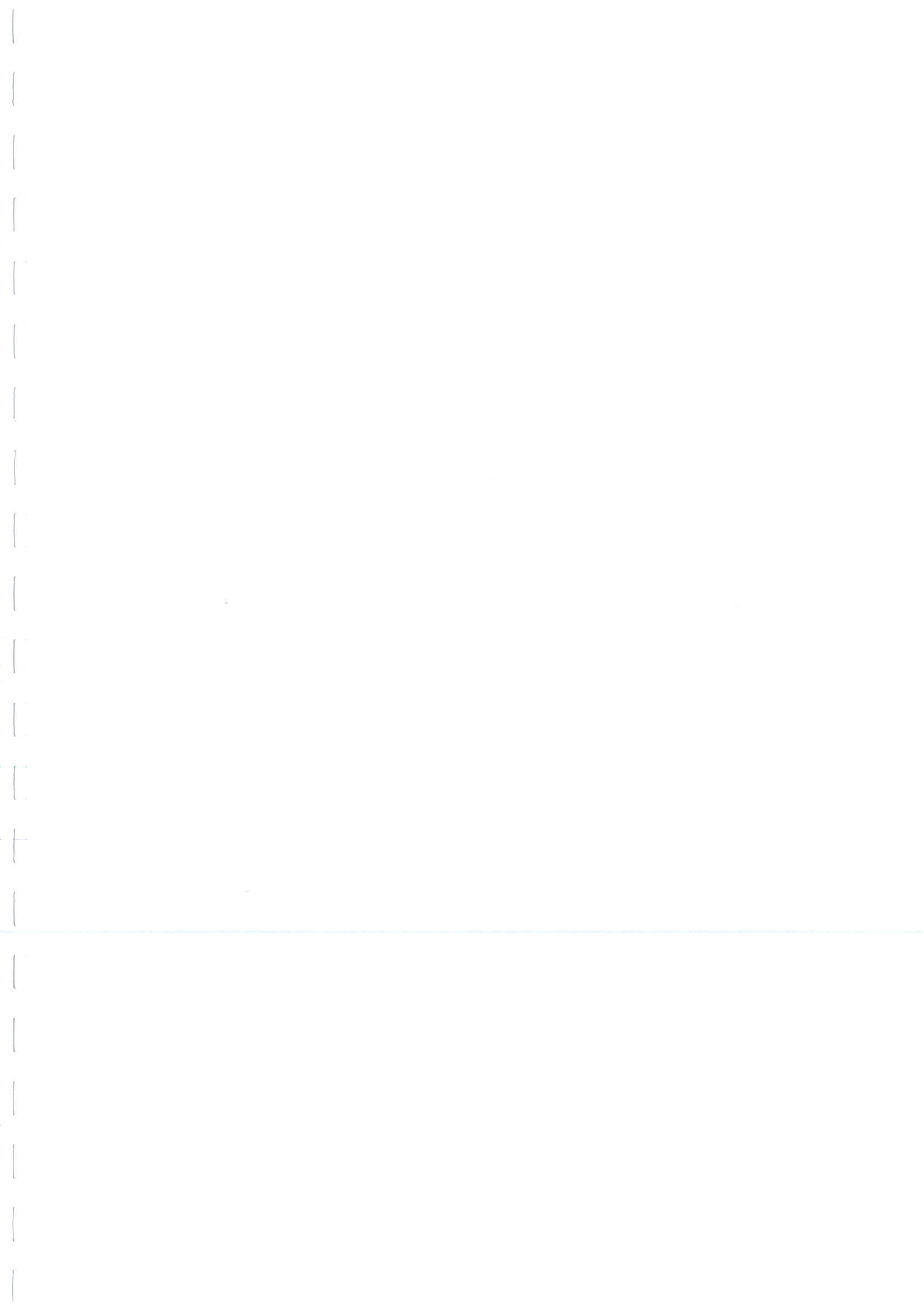
#### • Poutres

$$H = 1/15 L$$

$$I = 1/2 H$$

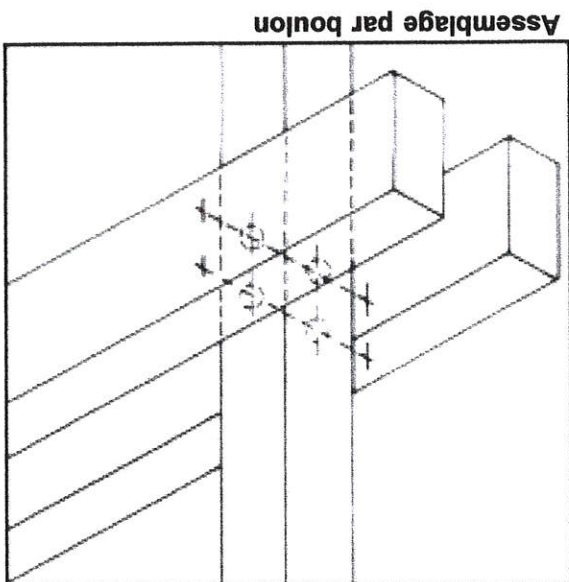
H = Hauteur de la poutre  
 L = Portée de la poutre  
 I = Epaisseur de la poutre

Pour une surcharge courante de plancher de 150 daN/m<sup>2</sup> et une hauteur moyenne de poteaux de 2,50 m, on admet en général le proportionnement suivant des poutres et poteaux en bois :



Dispositions minimum pour les assemblages par boulons et rondelles métalliques travaillant en cisaillement :

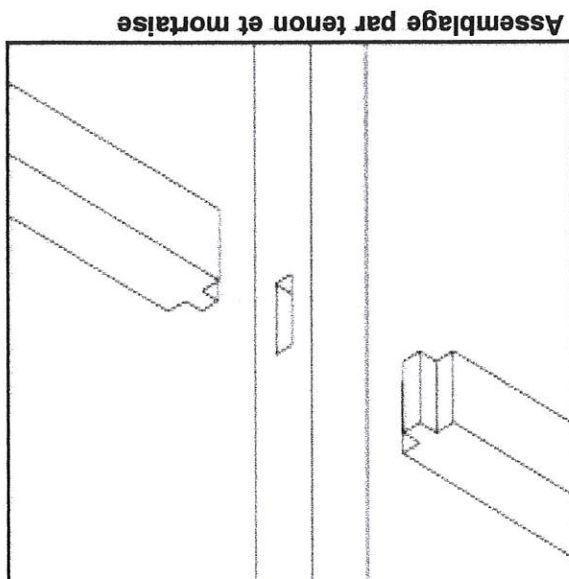
Les assemblages boulonnés sont particulièrement adaptés aux systèmes moisés. On utilise essentiellement des boulons à extrémité fileté qui traversent perpendiculairement les pièces de bois. Les boulons travaillent essentiellement en flexion tandis que le bois est soumis à des contraintes de cisaillement et à des pressions exercées sur les parois des trous. Le diamètre des trous doit être supérieur de 1 mm environ à celui des boulons. Des rondelles doivent être placées sous la tête et l'écrou. On améliore la rigidité des assemblages boulonnés en interposant des crampons entre les pièces de bois. Pour des assemblages courants deux boulons sont généralement suffisants.



Assemblage par boulon

**• Assemblages par boulons ou broches**

- Affaiblissement des éléments en bois conduisant à une augmentation de la section,
  - Travail de façonnage important,
  - Sensibilité à l'eau à l'extérieur.
- Les assemblages traditionnels par tenons et mortaises sont aujourd'hui d'un usage restreint. Ils présentent en effet plusieurs inconvénients :

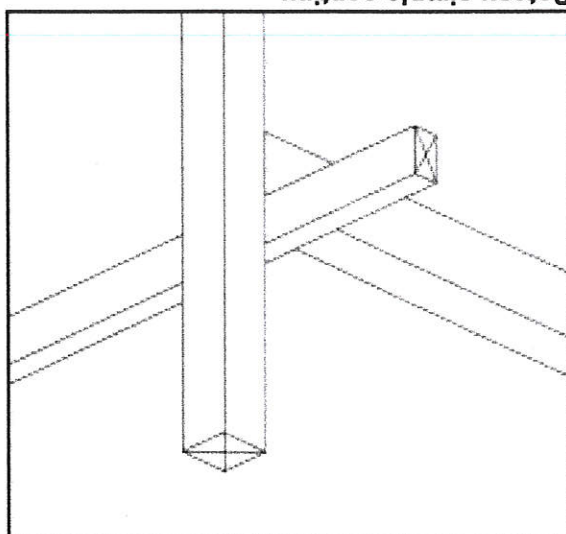


Assemblage par tenon et mortaise

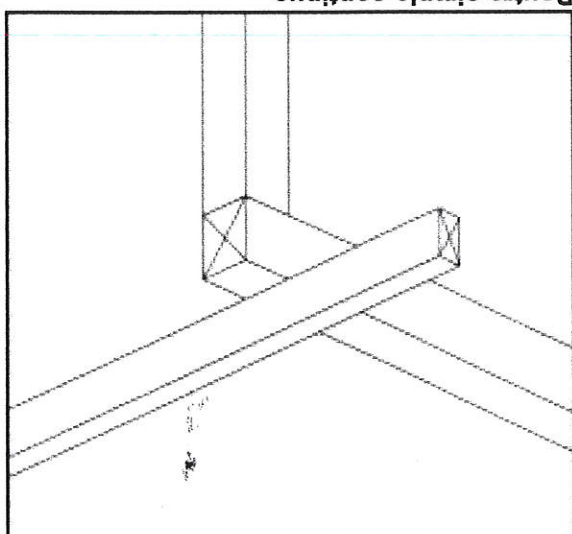
**mortaises**

**• Assemblages par tenons et**

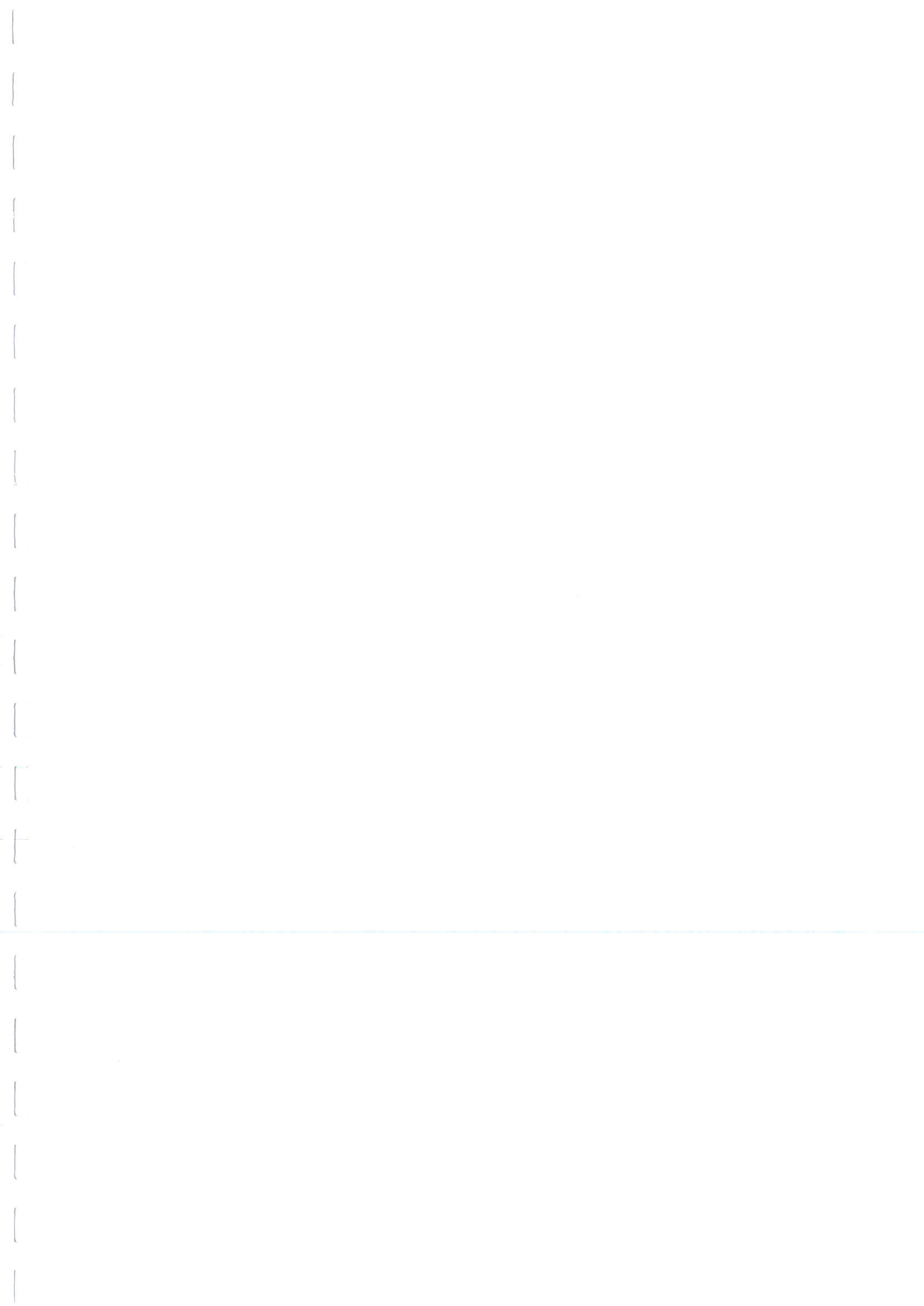
**Assemblages des poteaux et des poutres**



Poteau simple continu



Poutre simple continue



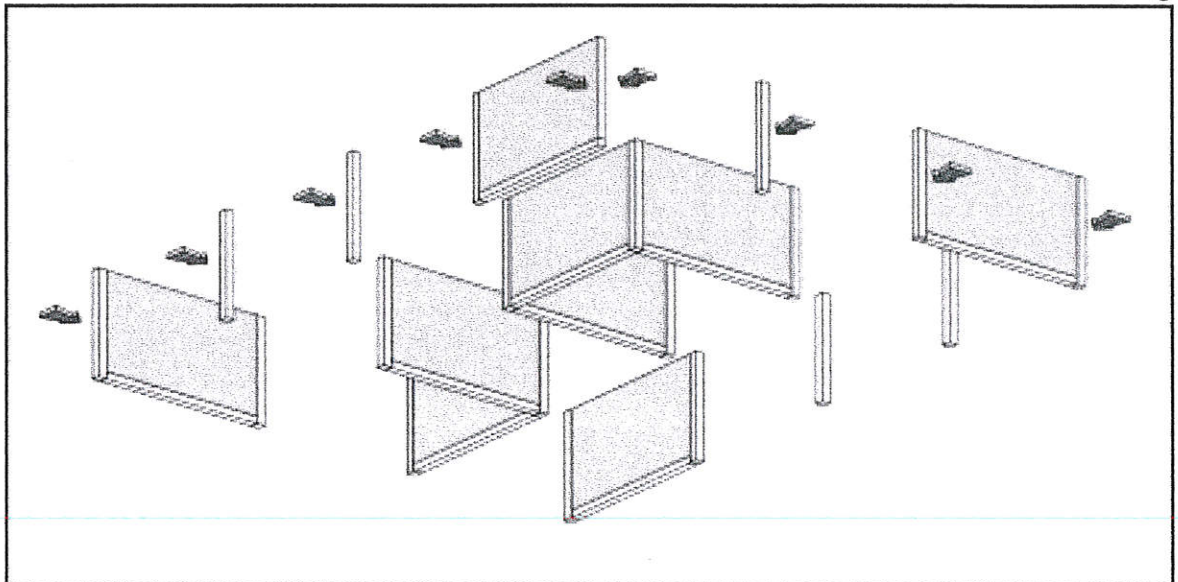


**Systèmes de contreventement**

Deux systèmes de contreventement sont possibles :

**• Raidissement dans des plans verticaux uniquement**

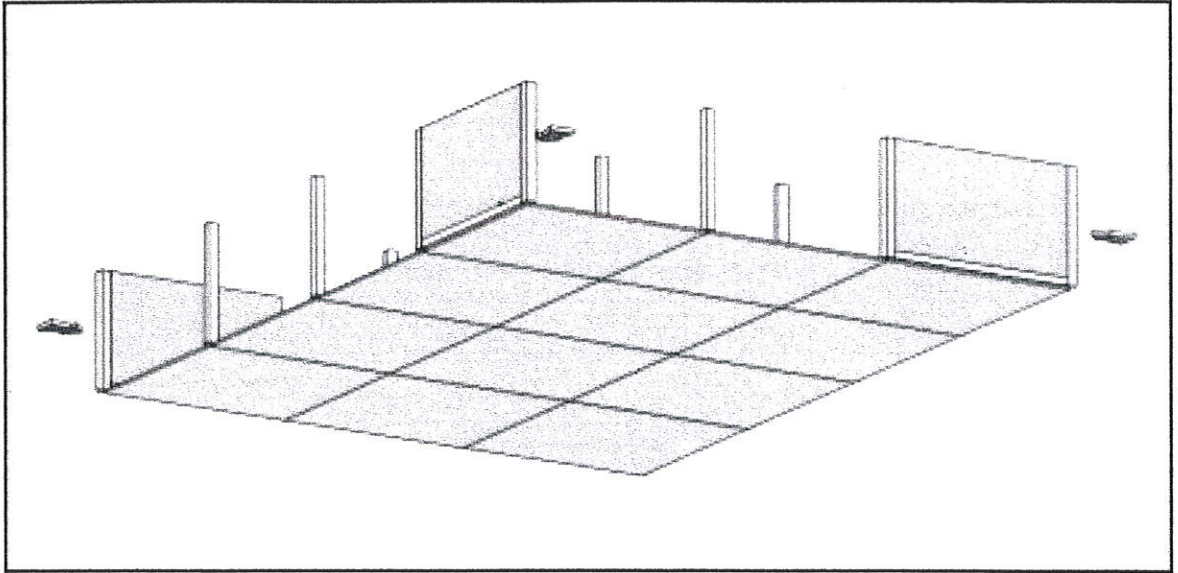
Les plans de contreventement constituent une sorte de cloisonnement. La trame de base doit présenter des plans de contreventement verticaux dans chacun de ses axes aussi bien longitudinaux que transversaux auxquels les traverses extérieures, horizontales, transmettent les efforts du vent. Aucun plan de contreventement aux niveaux des planchers n'est alors nécessaire.



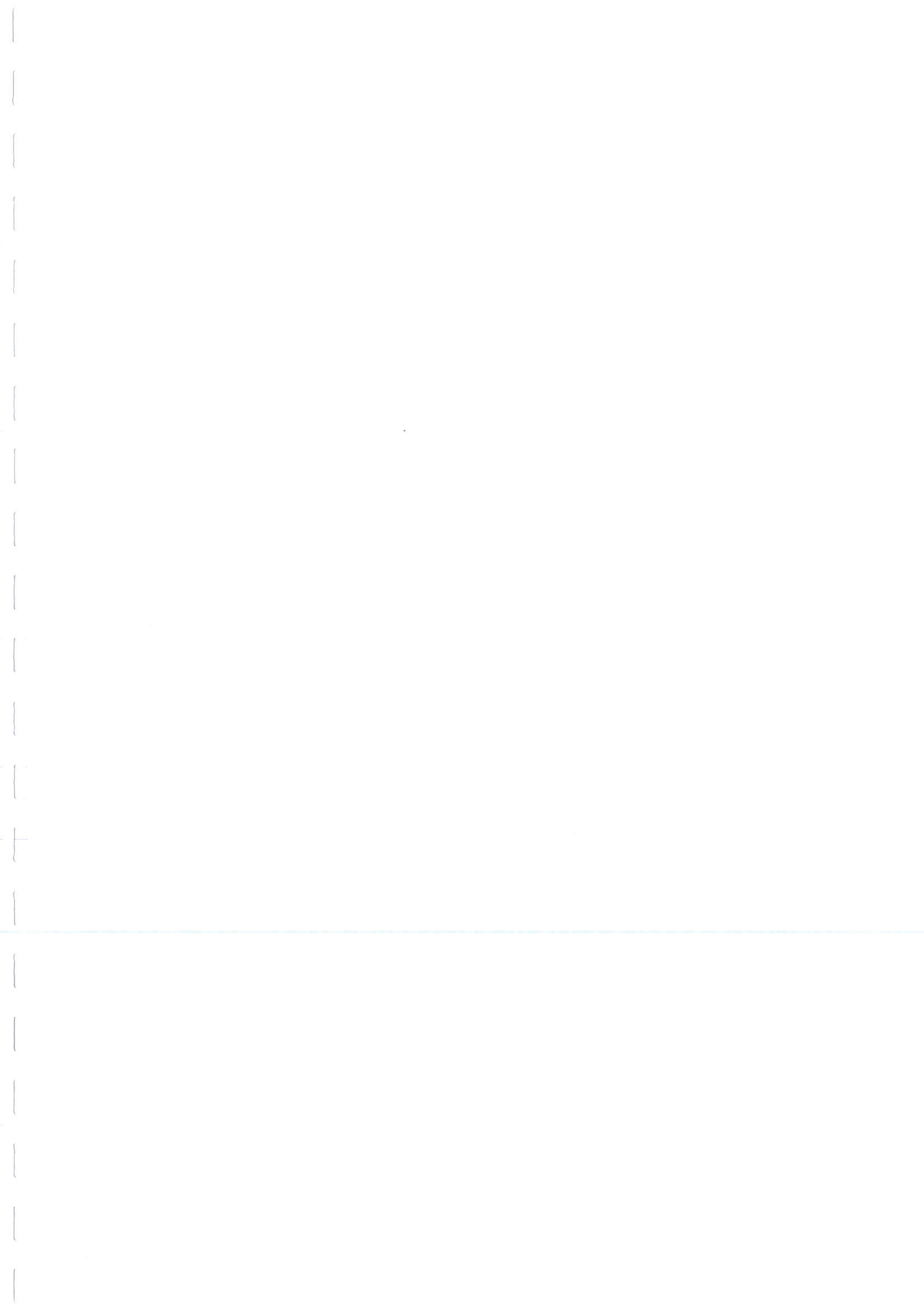
Contreventement dans des plans verticaux

**• Raidissement dans des plans verticaux et horizontaux**

L'emploi de contreventements horizontaux permet de réduire jusqu'à trois le nombre de plans de contreventement verticaux nécessaires, à condition que leurs axes ne soient pas concourants. Cette méthode exige une conception particulière des planchers et toitures concernés.



Contreventement dans des plans verticaux et horizontaux



Des membrures diagonales (aisseliers) en bois peuvent assurer la réalisation d'un plan de contreventement en même temps qu'elles augmentent la force portante des poutres. On emploie également des tiges d'acier filetées à leurs extrémités et placées en diagonale. Il y a lieu de prévoir au moins deux croix de Saint-André par plan de contreventement. Ces diagonales n'ont d'utilité que si elles sont tendues à la mise en œuvre. Étant donné qu'une certaine perte de tension, liée aux variations de température, ne peut être exclue, les points d'ancrages doivent être tels qu'ils ne se déplacent pas par le jeu du bois. Pour limiter les cisaillements (voire les moments) parasites dans les poteaux, la fixation des contreventements doit se faire au plus près des pieds et têtes de poteaux.

**• Par éléments de triangulation**

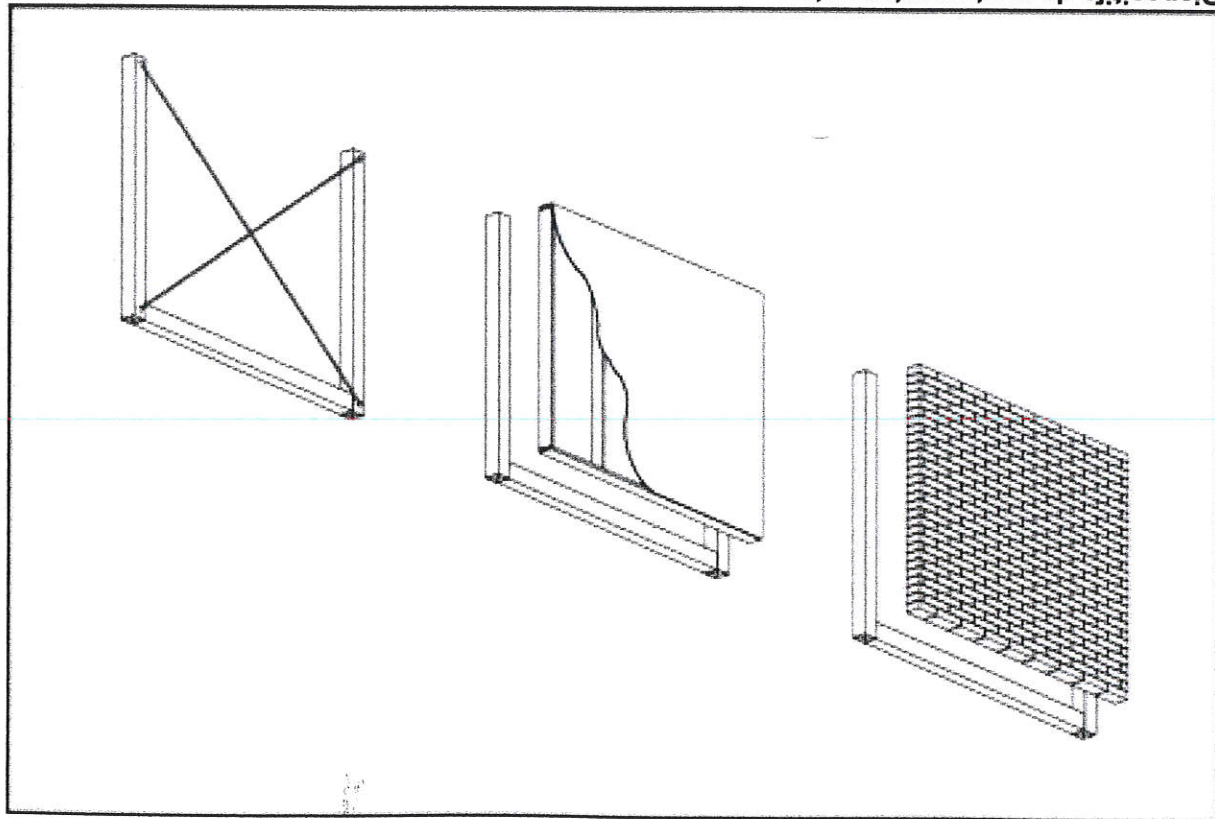
L'utilisation de panneaux de remplissage à ossature légère en bois munis d'une voile travaillant apparente, d'un point de vue statique, la structure poteaux et poutres à une construction par ossature légère.

**• Par panneaux à ossature bois**

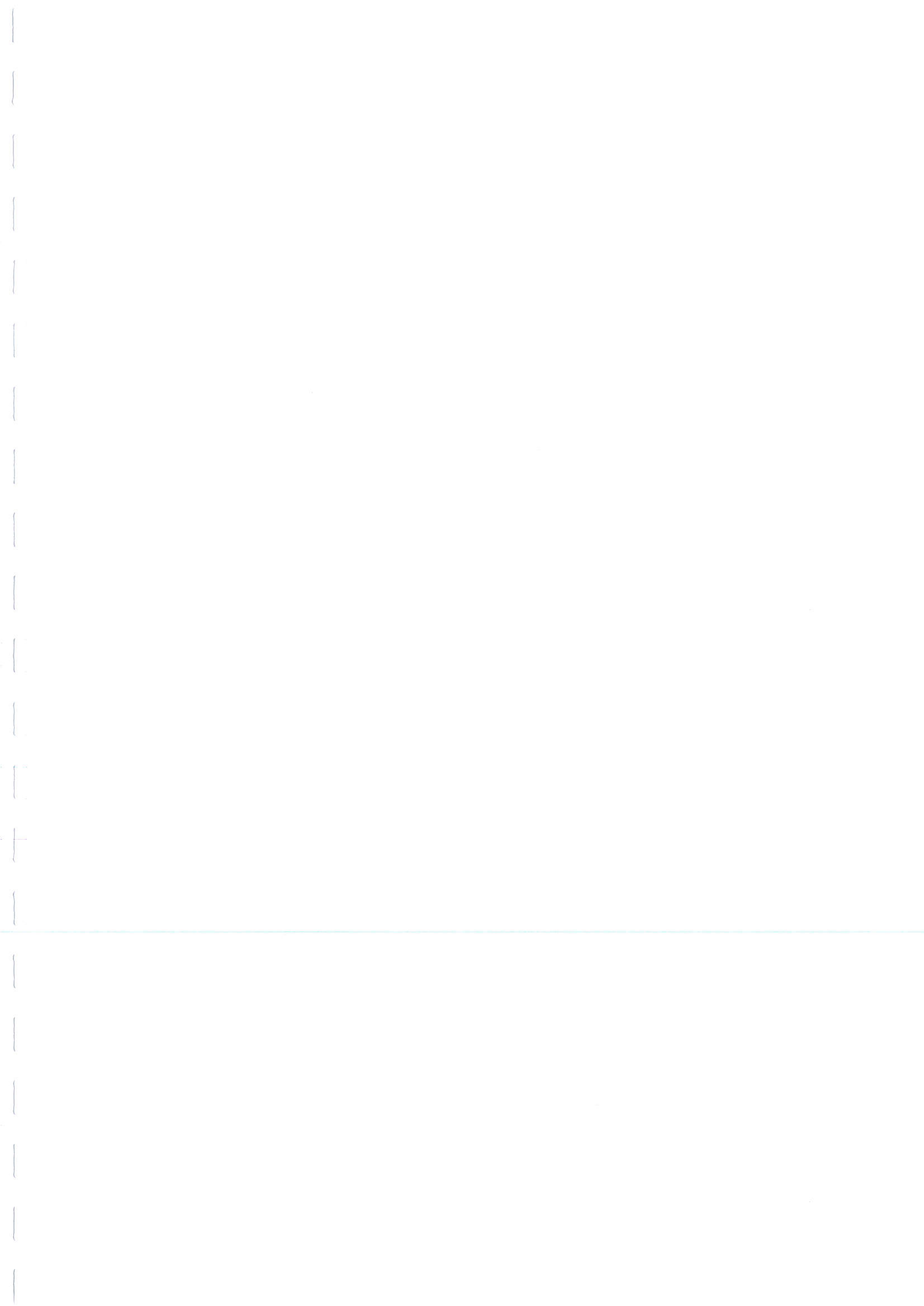
Ce cas se rencontre lorsqu'on introduit des remplissages maçonnés dans la structure. On trouve des murs simples ou doubles venant s'interposer entre poutres et poteaux (souvent des petits éléments appareillés comme la brique). On peut également effectuer un remplacement partiel de l'ossature par un noyau massif (structure en béton banché par exemple). Les différences de variations dimensionnelles des matériaux obligent à porter un grand soin aux jonctions bois/maçonnerie.

**• Par maçonnerie**

**Dispositifs de contreventement**

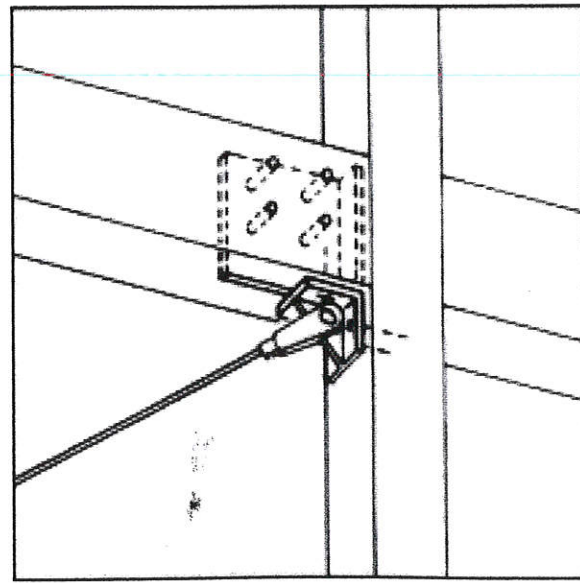
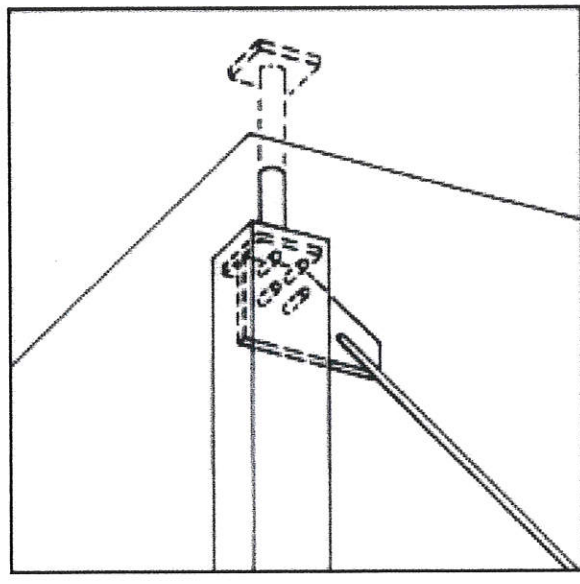
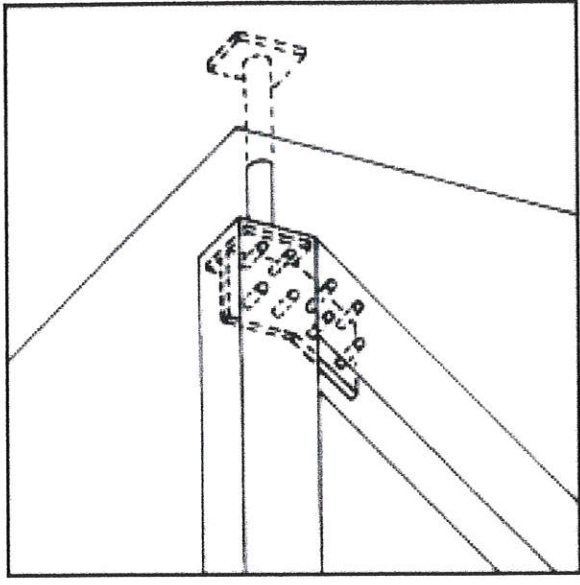
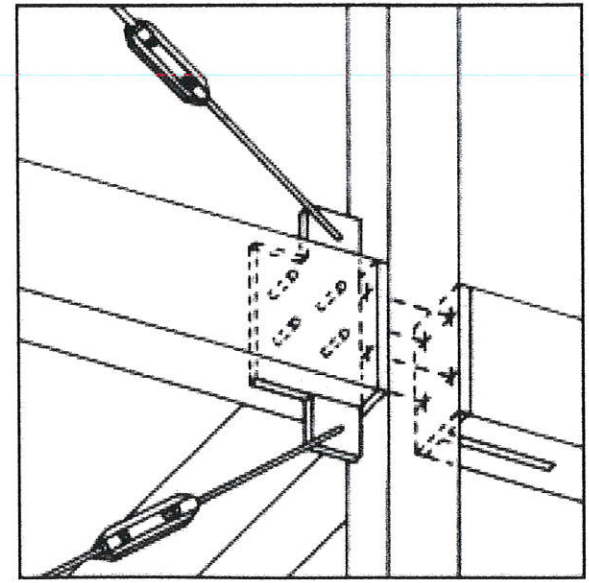
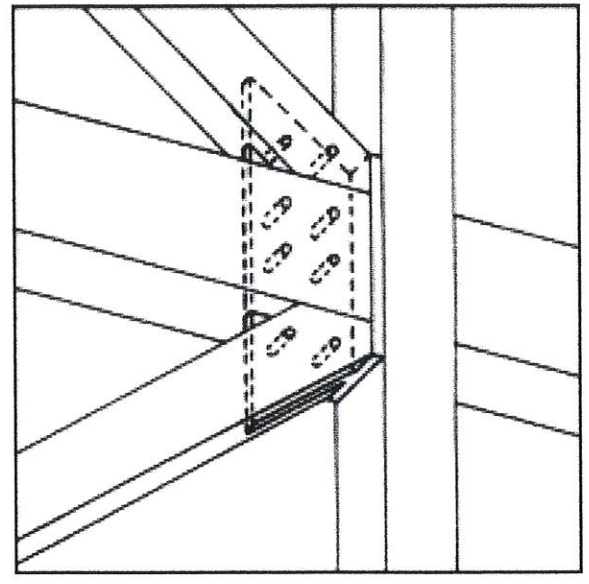
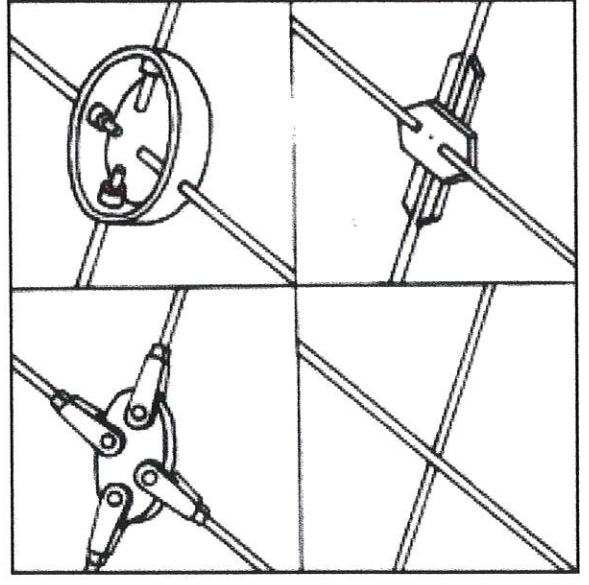


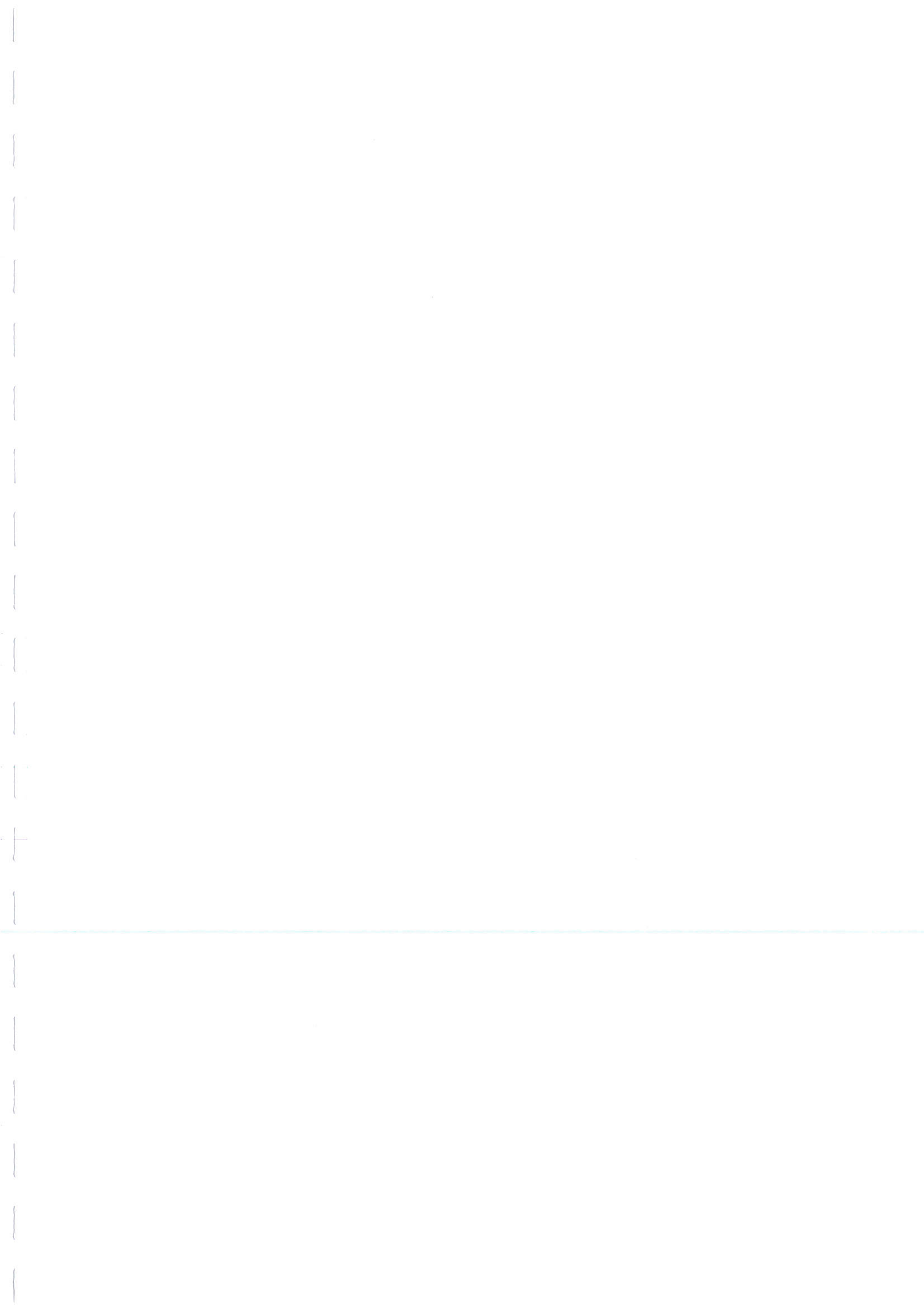
Dispositifs de contreventement  
Trois dispositifs de contreventement sont utilisables :



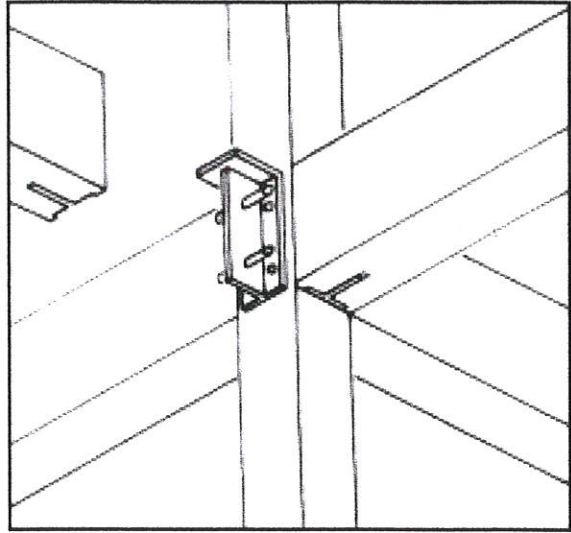


Fixations des dispositifs de contreventement

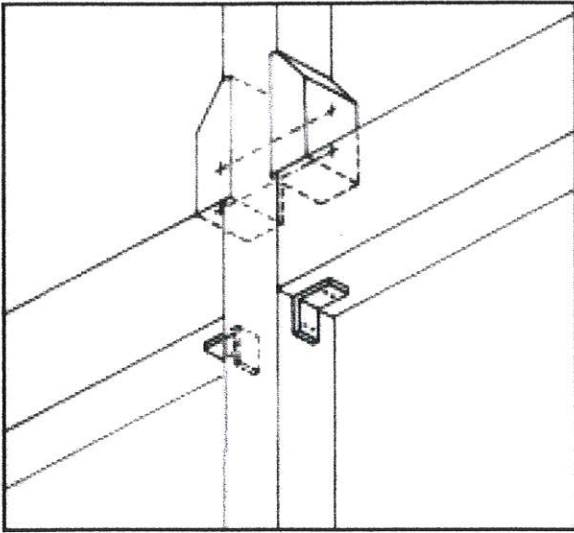




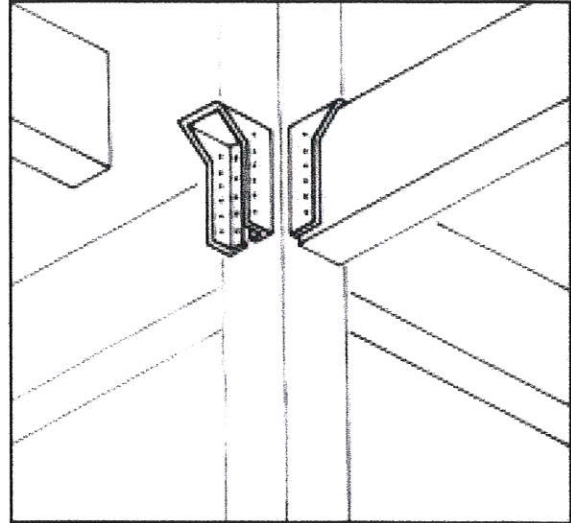
Assemblage par connecteur métallique 3



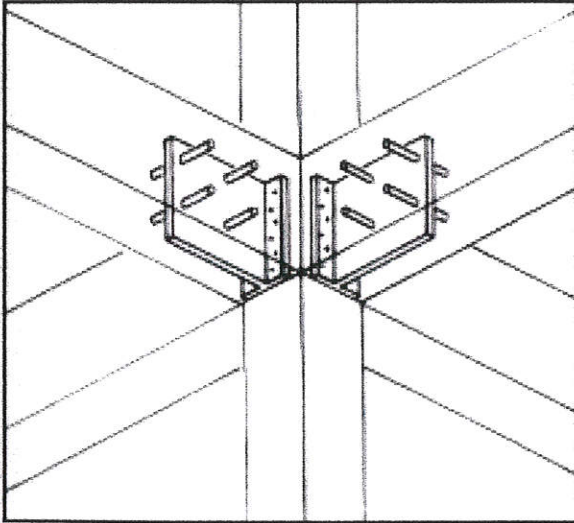
Appui sur corbeau



Assemblage par connecteur métallique 1



Assemblage par connecteur



Les contraintes de feu peuvent conduire à une protection spécifique des éléments métalliques (protection de l'acier par le bois ou peinture intumescente).

L'avantage des connecteurs en tôle réside dans une mise en œuvre plus rationnelle. Il n'y a pas d'affaiblissement de section, de plus la charge de rupture de ces assemblages peut être calculée. Les connecteurs sont fixés par des clous, des vis ou des boulons. Ils peuvent être fabriqués industriellement dans de nombreuses formes et dimensions ou à la demande. Ils sont visibles ou cachés.

**• Assemblages par connecteurs métalliques**

épaisseur des bois en mm.	35	50	65	75	90	100	120	150
diamètre du boulon en mm.	8	10	10	12	14	16	18	20
charge admissible en daN au simple cisaillement	120	190	200	260	300	350	400	440
charge admissible en daN au double cisaillement	300	450	510	660	840	1040	1250	1380

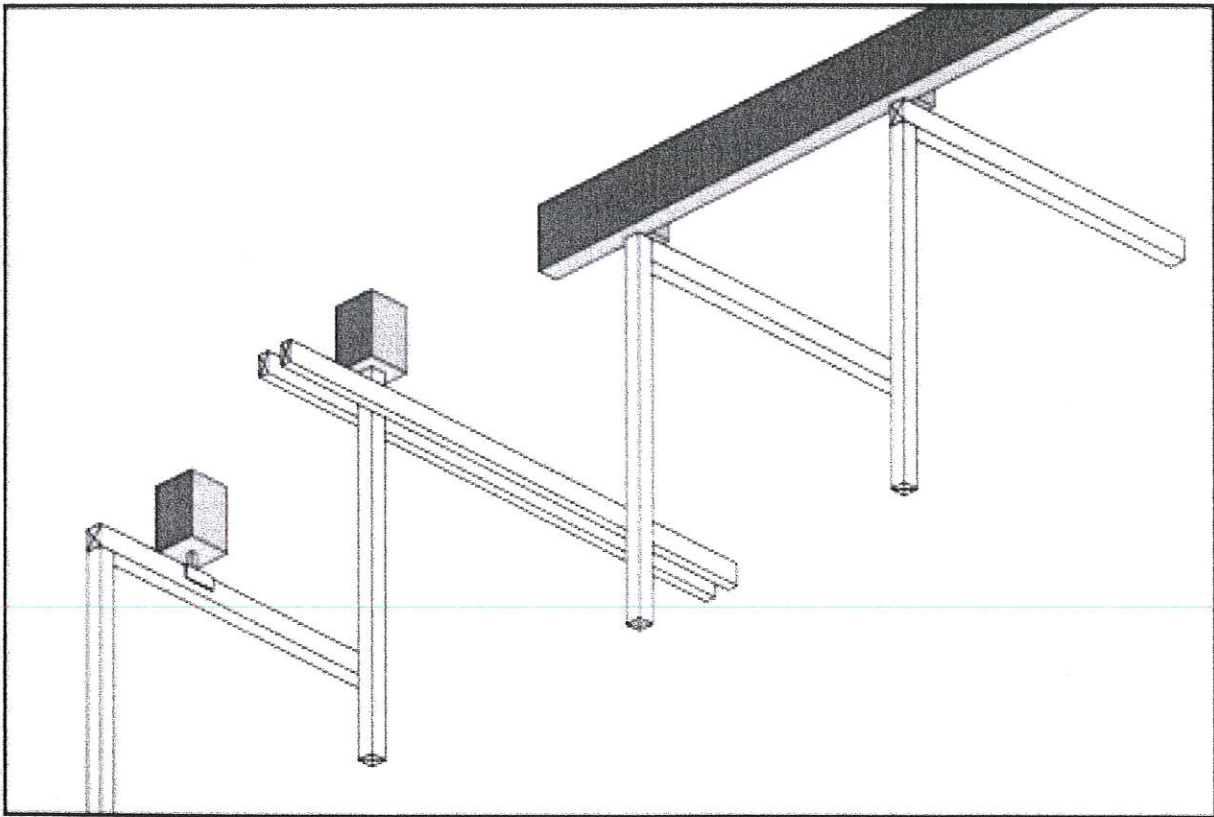
Nombre mini de boulons par assemblage : 2





**Jonctions des poteaux avec les fondations**

Il existe quatre grands types de jonctions des poteaux et des fondations. L'ancrage direct du poteau au système de fondation est le plus courant. Dans tous les cas, le dispositif d'assemblage doit être suffisamment résistant pour reprendre et transmettre les efforts mécaniques de la structure aux fondations.



Principes des poteaux et des fondations \*

**Assemblages des poteaux et des fondations**

Dans le cas des fondations maçonnées, l'assemblage se fait généralement par l'intermédiaire d'un connecteur métallique ancré dans la maçonnerie. On veille particulièrement à éviter un contact entre la maçonnerie (humide) et le bois. À l'extérieur, une distance d'environ 10 cm est à prévoir entre le sol fini et le pied du poteau. À l'intérieur, une hauteur de quelques centimètres est suffisante.

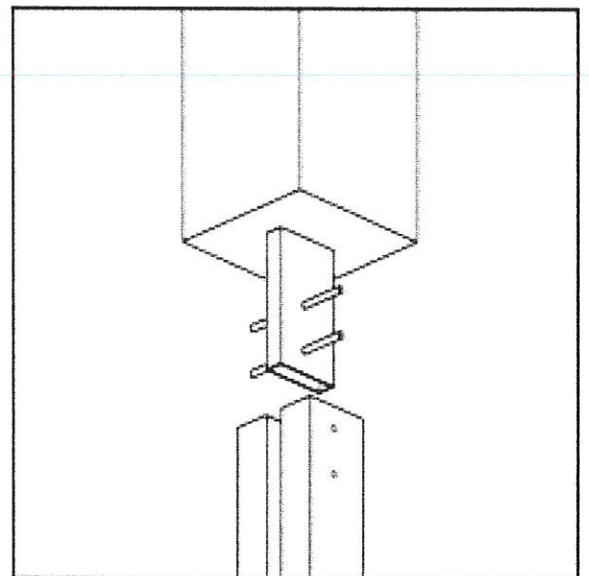
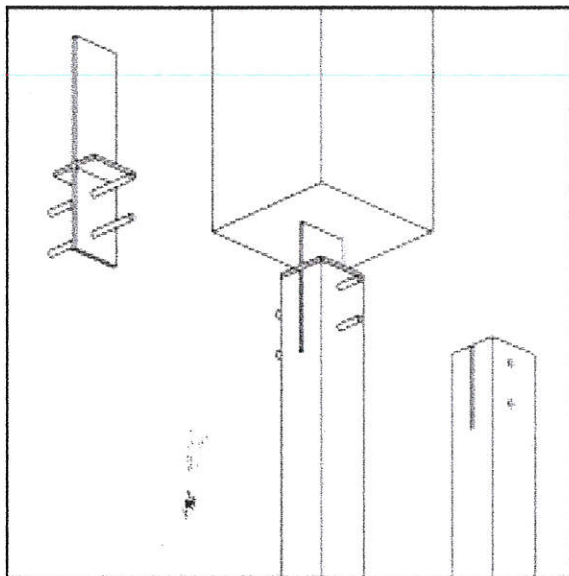
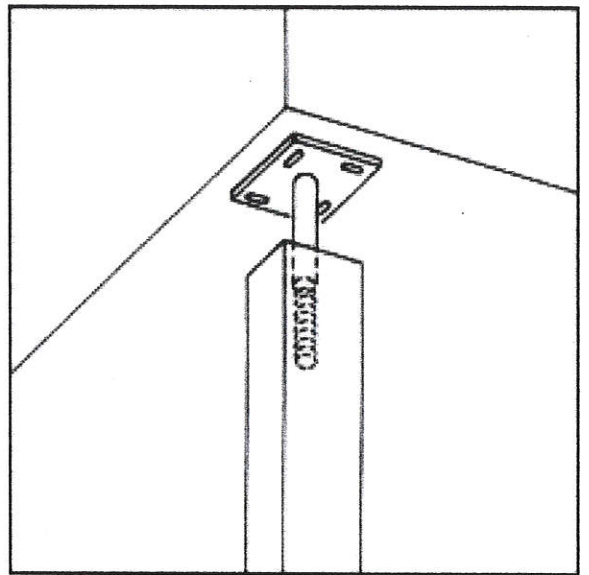
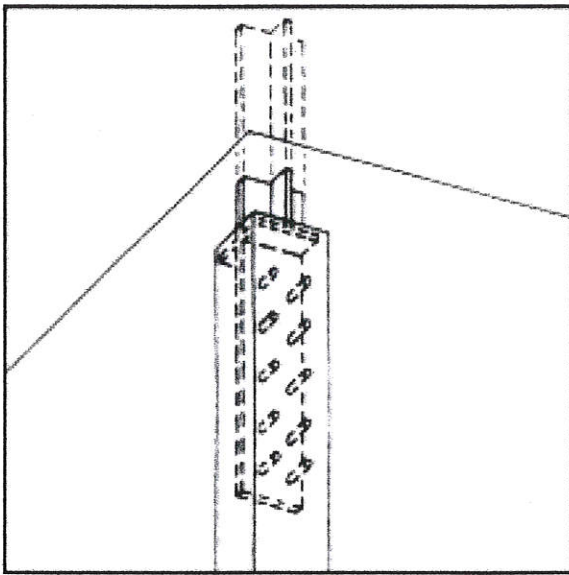
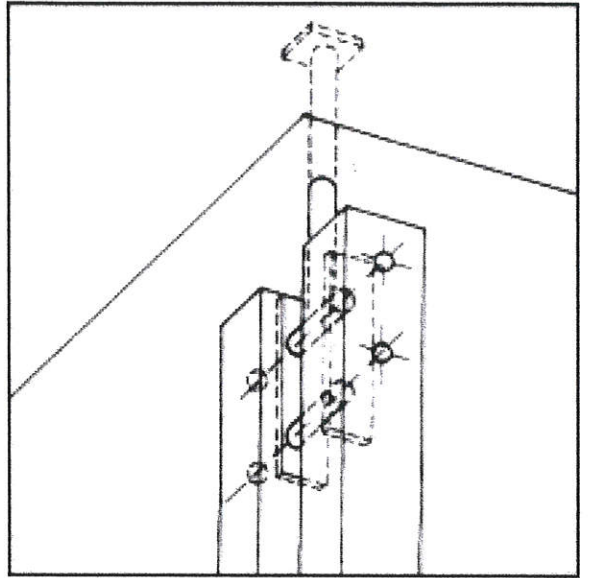
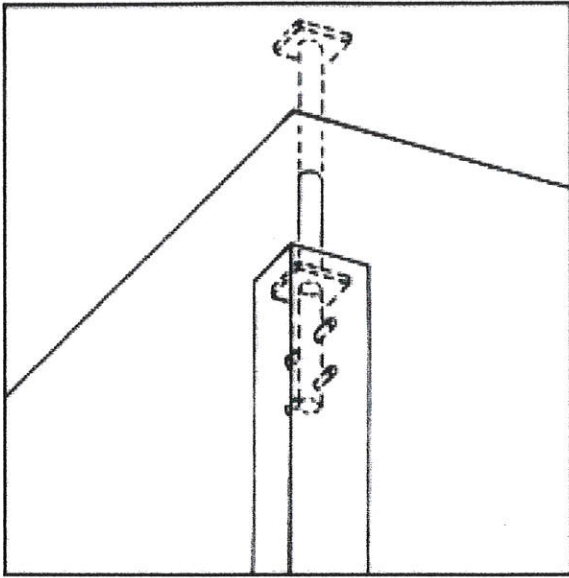
Il faut également soigner la jonction entre le pied du poteau et le connecteur lui-même pour éviter toute rétention d'eau.

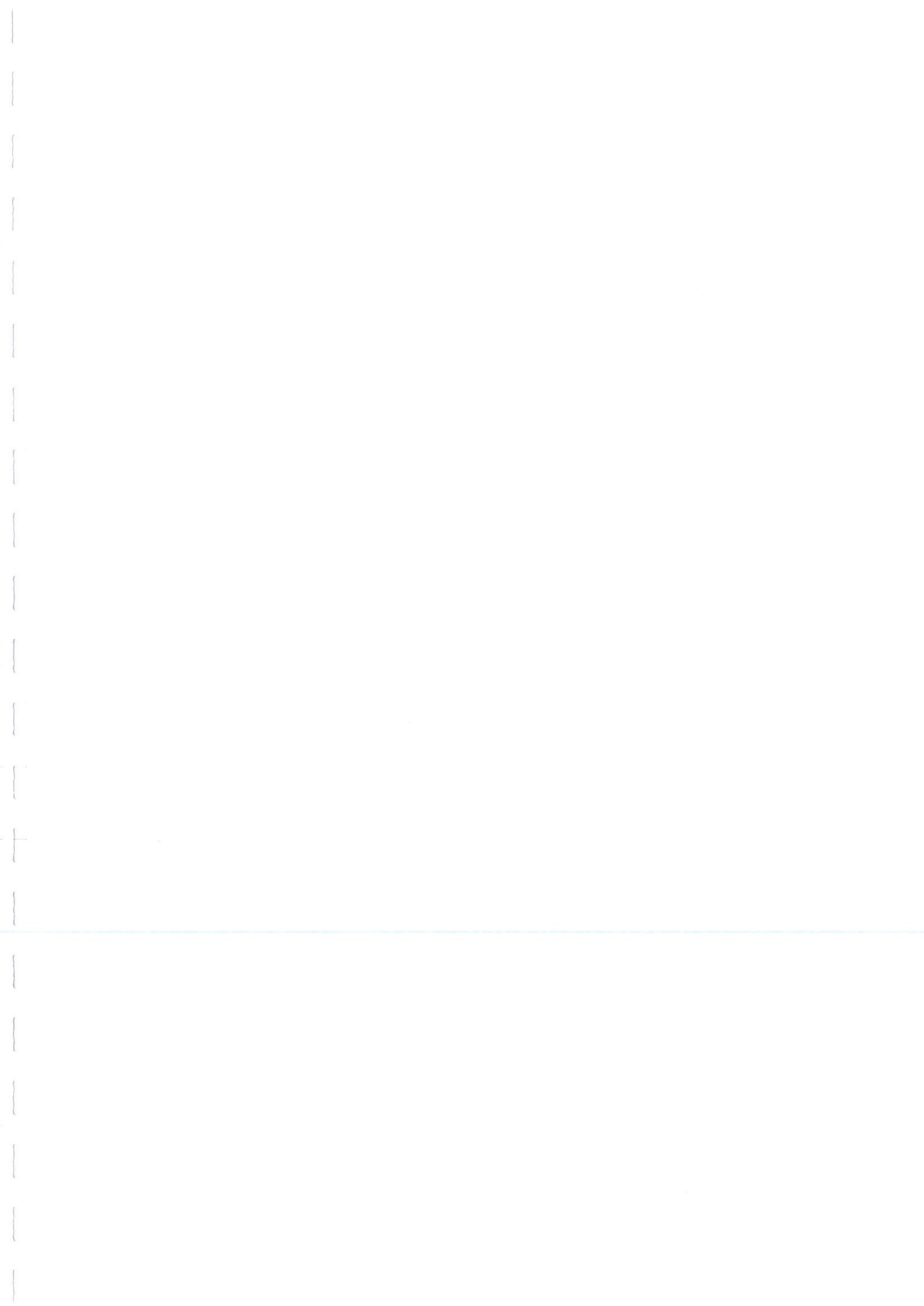
**Attention :**

Dans le cas de murs de remplissage entre poteaux, le poteau assure une fonction partielle d'enveloppe. Il est nécessaire d'utiliser alors une ferrure de fixation assurant le calfeutrement à l'eau et à l'air.



Pieds de poteau







## La structure et les remplissages

### **Les jonctions entre la structure et les remplissages**

Les principaux facteurs à prendre en compte lors de la conception et de la construction d'ossature poteaux et poutres avec remplissages sont les suivants :

- l'efficacité structurale de la jonction entre les panneaux de remplissage et l'ossature elle-même pour assurer la stabilité latérale des parois ;
- le maintien de l'étanchéité à l'air et à l'eau de cette même jonction par l'utilisation de feuillements, couvre-joints, rejets d'eau, joints souples...
- les caractéristiques de dilatation, retrait et déformation des différents matériaux ;
- le détail d'aspect de la jonction entre les divers matériaux ;
- si la structure poteaux et poutres est apparente à l'extérieur, doivent également être pris en compte la qualité des bois (essences, débîts, nœuds...) ainsi que les traitements et protections applicables à ces bois et aux parties métalliques d'assemblages exposés ;
- le dessin architectural produit par les éléments de remplissages (parois pleines ou vitrées, fenêtres, portes...) est rythmé par la "grille" formée par la structure poteaux et poutres.

### **Les éléments de remplissage**

Les vides de la structure poteaux et poutres peuvent être remplis par trois dispositifs principaux :

#### Des éléments maçonneries

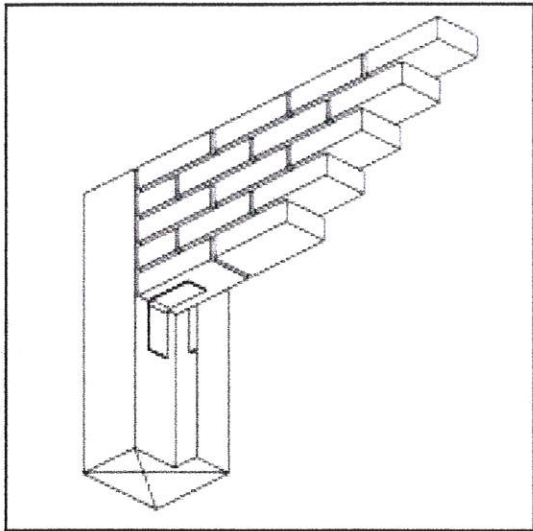
On cherchera dans tous les cas à réduire le poids de la paroi constituée (blocs de béton cellulaire, briques de terre cuite en 11 cm d'épaisseur...).

La fixation aux poteaux se fait le plus souvent par des pattes en acier galvanisé ou des équerres métalliques. Compte tenu des variations différentes des matériaux, la jonction bois/maçonnerie devra être particulièrement étudiée.

Une feuillement dans l'ossature bois est recommandée. On veillera également à interposer une coupure de capillarité entre le bois et la maçonnerie.

#### **Attention :**

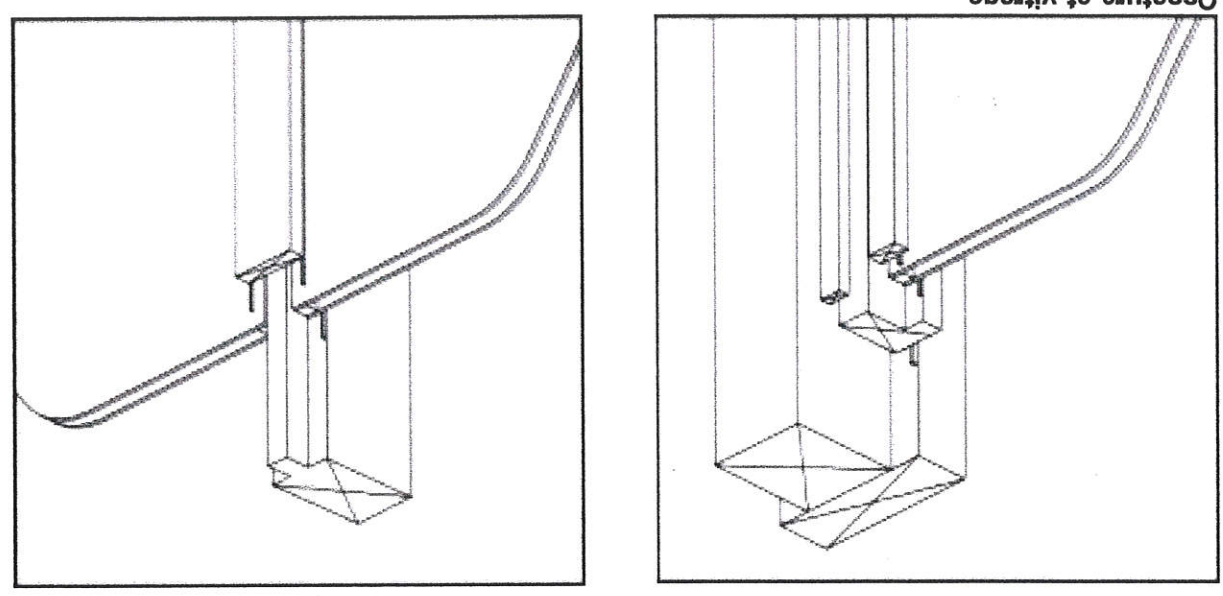
Il faut s'assurer qu'après un éventuel retrait du bois, les jonctions assumées par les liaisons avec les éléments de structure sont toujours correctement remplies (contreventement, étanchéité à l'air et à l'eau)



**Ossature et remplissage maçonneries**



Ossature et vitrage



Les surfaces vitrées prennent une importance architecturale particulière dans les constructions à ossature poteaux et poutres. Le point essentiel est de trouver le juste équilibre entre la transparence souhaitée pour la structure et le confort thermique (déperditions l'hiver, sur insulation l'été).

Les vitrages peuvent être posés avec ou sans menuiserie intermédiaire. Ils ne doivent jamais être mis en charge par la structure. La profondeur de la feuillure doit prendre en compte la flèche et le flambement des éléments structuraux. La flèche doit être restreinte à 1/500<sup>me</sup> de la portée). Les vitrages sont calés dans une feuillure et noyés dans un lit de mastic. Toutes les précautions de rejet d'eau doivent être prises. L'utilisation de profils métalliques fixés devant l'ossature permet la réalisation de façades avec effet de vitrage continu.

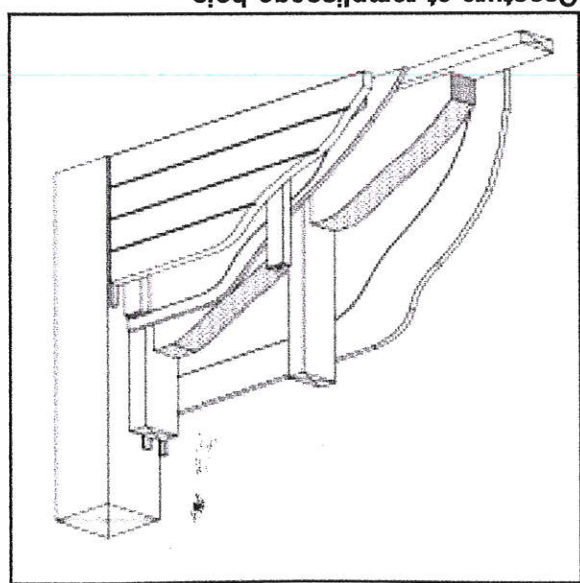
**Des panneaux vitrés**

N'étant pas portuse, l'ossature de ces panneaux peut être disposée verticalement ou horizontalement. Ils peuvent recevoir tous les types de finitions habituelles à cette technique.

On peut dimensionner la trame de la structure poteaux et poutres pour utiliser facilement des panneaux de remplissage aux dimensions standards.

**Des panneaux à ossature légère en bois**

Ossature et remplissage bois







DTU 31.1	Charpente et escaliers en bois
DTU 31.2	Construction des maisons et bâtiments à ossature en bois
DTU 51.3	Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois
DTU règles CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
DTU BF 88	Règles bois feu 88

### Normes et DTU

Les ferrures métalliques d'assemblages doivent être protégées par une peinture intumescente ou par le bois lui-même (ferrure non apparente).

#### **Attention :**

- les plaques de plâtre et de gypse-cellulose,
- les plaques de fibres-ciment,
- les panneaux bois-ciment.

Les principaux écrans admis pour faire face au feu sont :

Par un dimensionnement correct des structures, il est possible d'atteindre une résistance au feu d'une heure. Lorsque la structure est intérieure, elle peut recevoir une protection complémentaire par une solution ignifuge. Pour une stabilité supérieure à une heure, les poteaux et les poutres doivent être protégés par des écrans coupe-feu.

### Feu

L'utilisation de volets coulissants ou roulants est toujours délicate et doit faire l'objet d'une étude détaillée.

#### **Attention :**

Tous les remplissages que nous venons évoquer peuvent recevoir sans difficultés des fenêtres et des portes.  
 Pour les vitrages fixes posés aux étages, il faut prévoir des dispositifs de nettoyage extérieurs (balcons, passerelles...) qui peuvent parallèlement être utilisés comme brise-soleil pour les niveaux intérieurs.



Les résineux à croissance lente sont nerveux, lourds et denses. Ils peuvent être gercés et sont sensibles au gauchissement, mais leur inertie face aux variations climatiques est remarquable. Compte tenu de leur mise en œuvre " couchée ", les madriers et les rondins sont peu sollicités mécaniquement.

Cependant ils sont destinés à rester apparents et doivent donc être de bonne qualité (Classement structure : C22 - Classement d'aspect : choix 1 ou choix 2)

### **Humidité**

Pour limiter les phénomènes de retrait, les bois utilisés à l'extérieur sont mis en œuvre à un taux d'humidité n'excédant pas 18 %.

### **Risques biologiques**

Les madriers et les rondins peuvent présenter des risques de dégradation biologique différents selon leur exposition à l'humidité et à l'eau. Les structures protégées des intempéries par un revêtement extérieur présentent peu de risques (classe 2). Les madriers et rondins apparents à l'extérieur sont plus sujets à dégradation. Les bois doivent présenter une durabilité naturelle ou conférée correspondant à la classe de risque 3.

### **Types de profilés**

On distingue deux grandes familles de profilés :

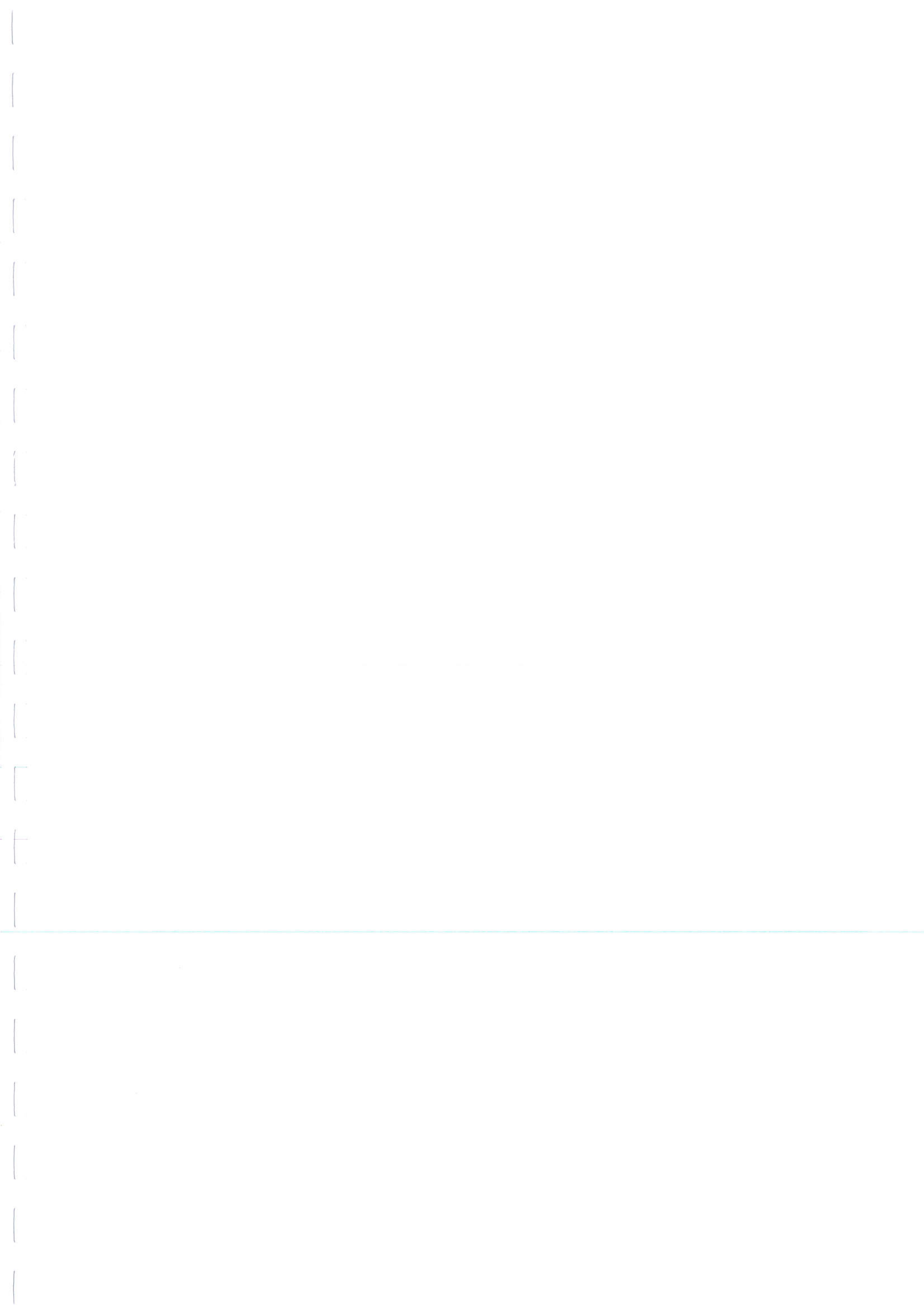
- les bois ronds
- les madriers.

### **Bois ronds**

Les bois ronds peuvent être dressés sur deux faces parallèles ou non parallèles et liaisons par des chevilles ou des fausses languettes. La solution du rondin calibré à joint creux n'est pratiquement plus pratiquée car elle ne présente pas une imperméabilité à l'air suffisante.

### **Madriers**

Les madriers sont équarris à faces parallèles et assemblés par rainures et languettes. Ils offrent une meilleure protection à l'eau et à l'air. Afin d'améliorer les performances des madriers, on trouve aujourd'hui des madriers composites qui associent deux parements en bois à un matériau isolant (polystyrène expansé, liège, fibres de bois...)





## 4 - 4 - MURS EN MADRIERS OU RONDINS EMPILÉS

### Principes

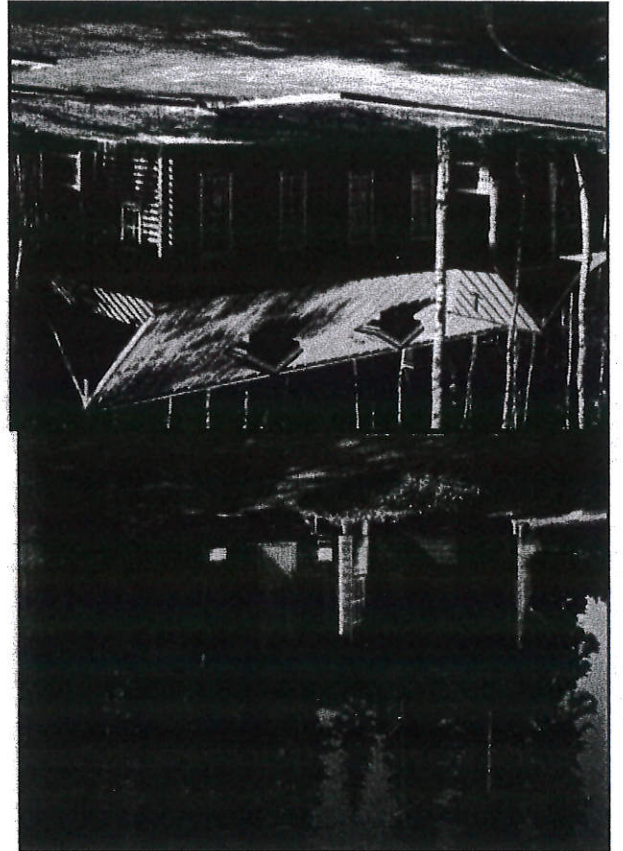
Dans la construction par empilage, les madriers assurent les fonctions statiques et la délimitation des espaces. Ils participent également au confort thermique et acoustique.

La définition des espaces, tant du point de vue formel que dimensionnel, est fortement contrainte par la longueur des bois et les modes d'assemblage.

La rigidité des constructions par empilage est assurée par l'ensemble des murs porteurs. Elle repose sur le poids des éléments et les assemblages par entaille.

La massivité du bois ainsi que ses caractéristiques thermo-hygrométriques permettent aux murs en madriers d'apporter une bonne réponse au confort thermique d'été. En région froide, afin d'améliorer l'isolation thermique, les murs en madriers sont généralement doublés d'une contre-cloison isolante.

Le tassement des madriers est toujours un problème important. Il induit des détails de mise en œuvre particuliers pour les ouvrages en relation avec le mur (ouvertures, contre-cloisons...)



Construction en madriers (Honka)

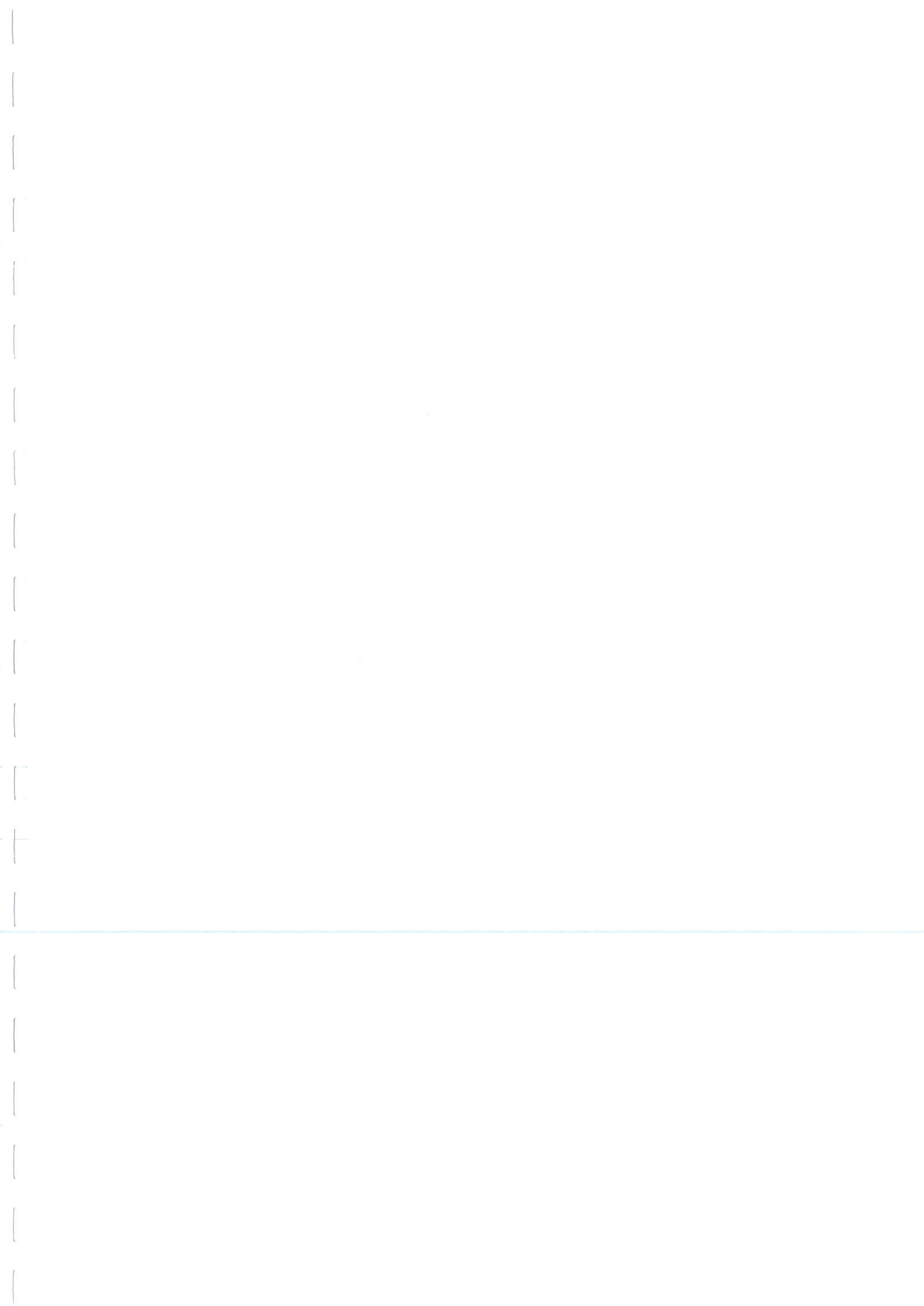
Construction en rondins (Honka)

### Matériaux

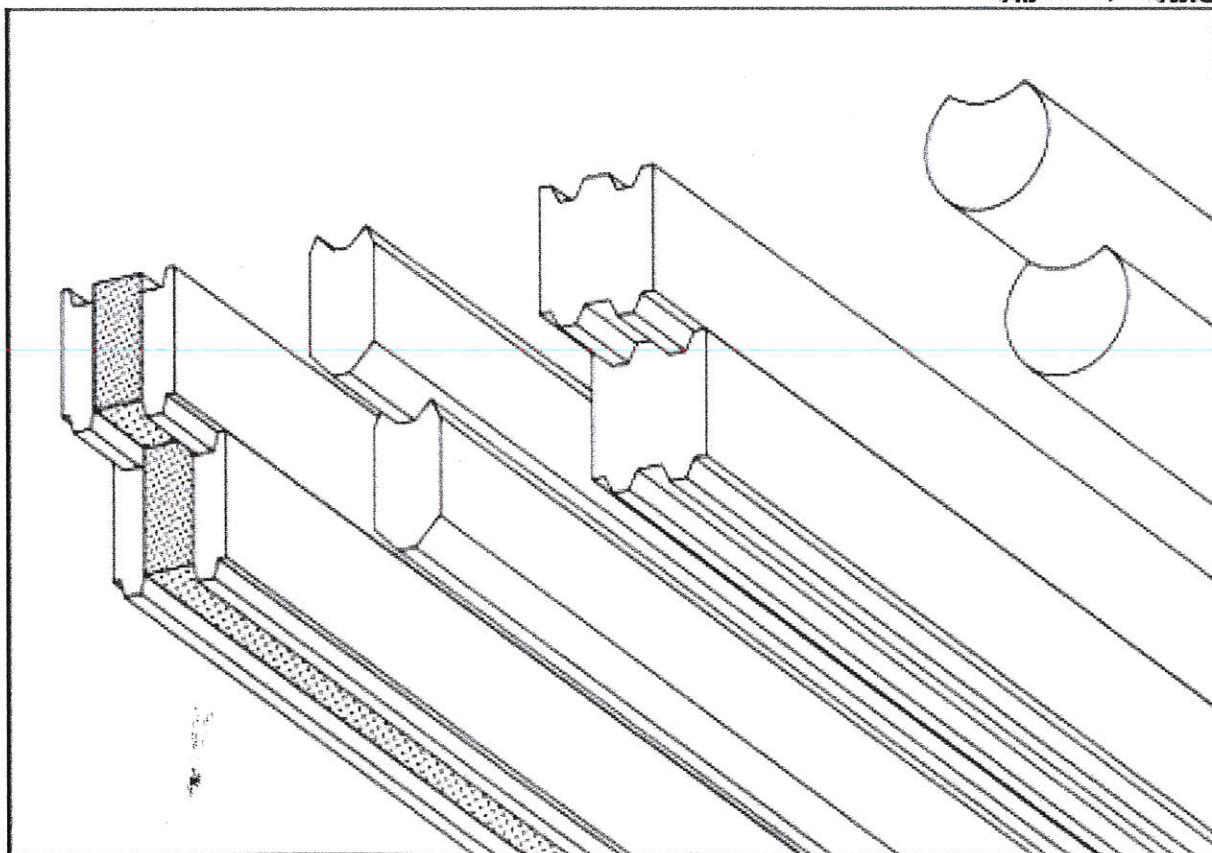
### Qualités

Il existe des constructions par empilage en chêne mais, le plus souvent, ce sont des essences résineuses qui sont utilisées (pin, épicéa, sapin, douglas).

Les résineux à croissance rapide sont légers, peu nerveux, et présentent fréquemment un bel aspect. Ils résistent moins bien aux intempéries.



Différents profils







## Pré-dimensionnement

Les dimensions dépendent de plusieurs facteurs :

- bois utilisé (essence, bois reconstitué...),
- offre des fabricants,
- définition des espaces (longueur),
- valeur de l'isolation thermique et acoustique (épaisseur).

Les exigences de résistance mécanique, sauf en cas de fort élanement des murs, sont rarement des facteurs déterminants.

Les dimensions courantes sont :

### **Bois ronds**

Diamètre : 150 à 250 mm

### **Madrers**

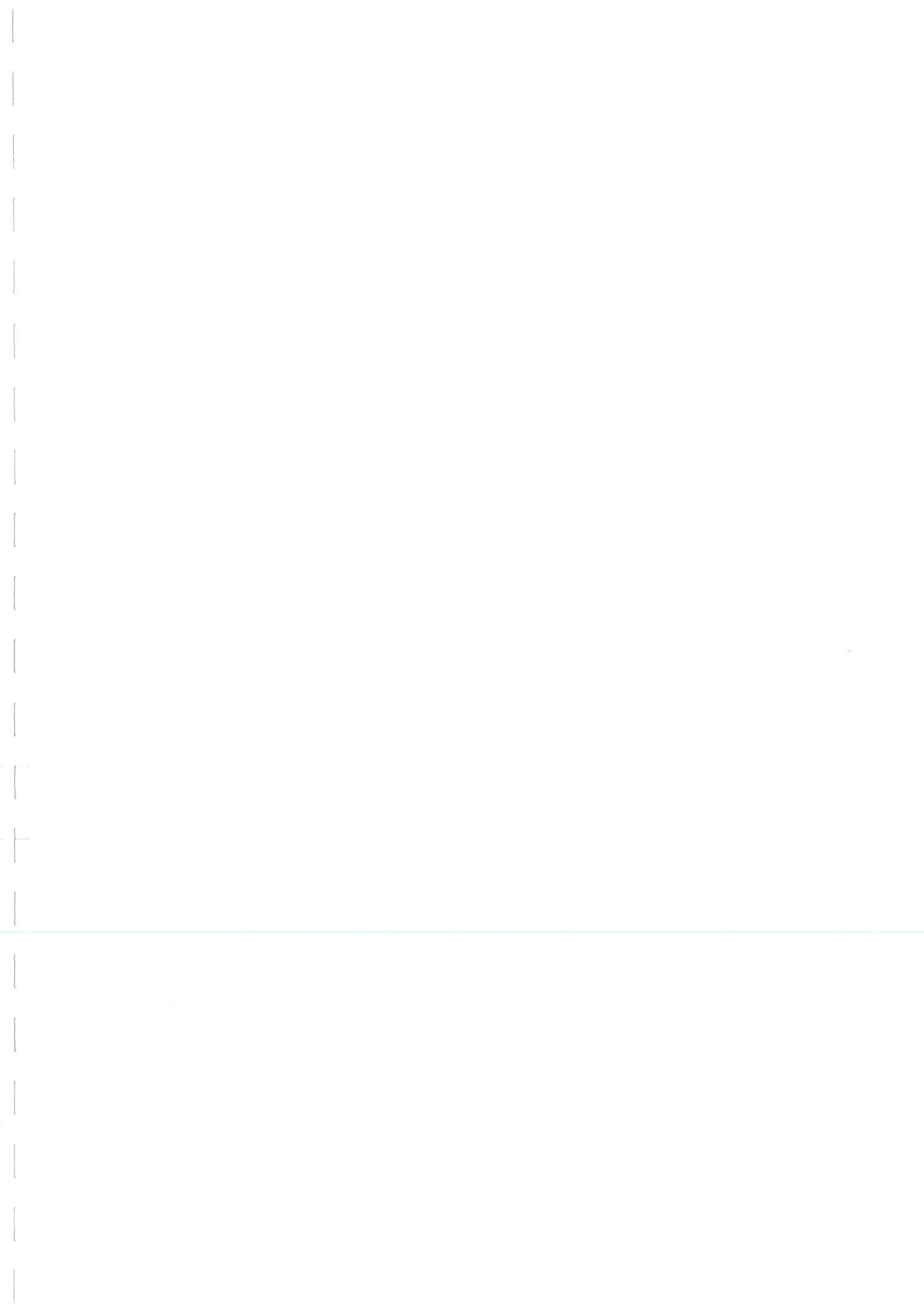
Épaisseur : 60 à 200 mm  
Hauteur : 150 à 225 mm  
Longueur : - jusqu'à 10 m en bois massif  
- jusqu'à 13 m en bois reconstitué.

## Tassement

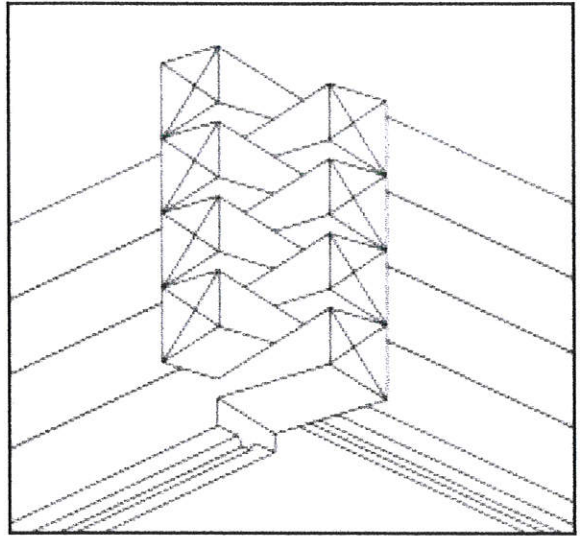
Le tassement dû au séchage naturel du bois (retrait radial) et à la compression des madriers est la principale contrainte de ce type de construction. Selon les sortes de rondins ou de madriers, le tassement varie entre 2 et 5 cm pour une hauteur de 2,50 m. Le tassement doit être maîtrisé pour ne pas entraîner de désordres.

En particulier :

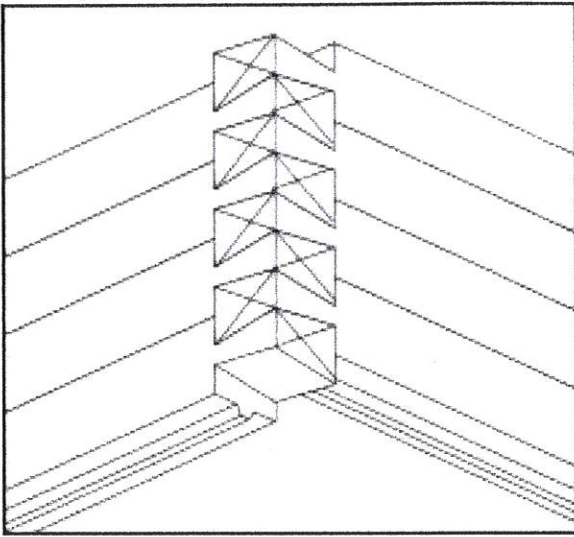
- les cadres des fenêtres et des portes doivent être construits afin de permettre le tassement des murs,
- si la construction comporte aussi des murs maçonnes, ceux-ci ne se tassent pas, il importe de tenir compte du tassement des murs de madriers,
- il est conseillé de limiter les différences de hauteur entre les diverses parties des fondations à 50 cm,
- les structures verticales, comme les poteaux, doivent comporter des joints ajustables, les escaliers doivent avoir leurs limons fixés en partie haute et être libre de glisser en partie basse,
- les chevrons de toiture seront bloqués au faîtage et liaisons par des assemblages glissants en rampant sur pannes et sablières,
- les cheminées et leurs chevêtres doivent être taillés d'aplomb de manière à ce que la construction puisse se tasser sans que la cheminée soit déportée,
- les cloisons ne doivent pas être bloquées sous plafond.



Assemblage en queue d'aronde arasée



Assemblage en queue d'aronde



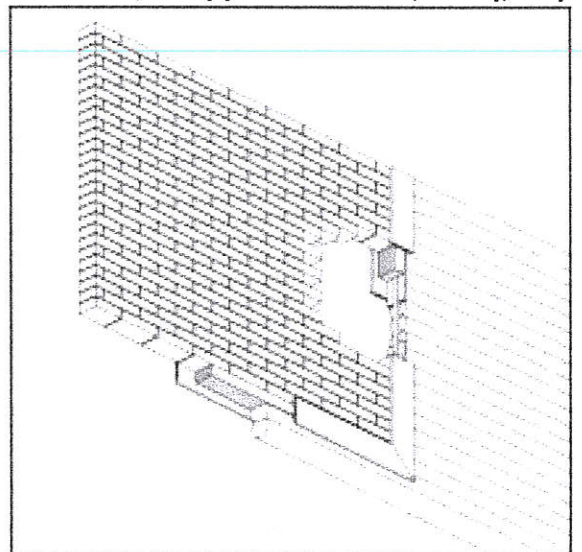
Traditionnellement, les murs en bois empiè sont stabilisés par des tourillons, des rainures languettes et par des angles de murs bouterres à mi-bois. De plus, la préfabrication en usine utilise, en général, un boulonnage traversant assurant à la fois rigidité et étanchéité.

Pour les maisons d'une surface supérieure à 200 m<sup>2</sup>, les fabricants conseillent des raidisseurs supplémentaires.

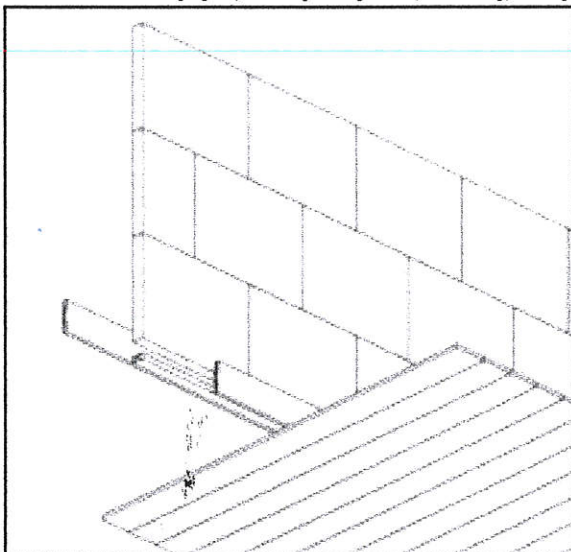
Les articulations aux angles et entre murs peuvent faire appel à différentes solutions qui contribuent largement à l'identité visuelle de ce type de construction.

**Assemblages**

Jonction entre mur en maçonnerie en maçonnerie



Jonction entre plancher et cloison







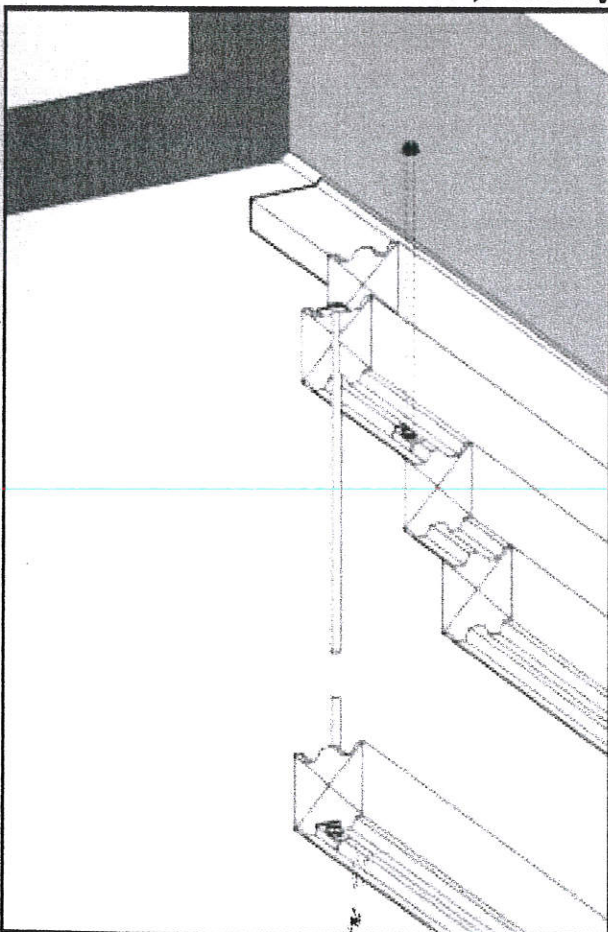
Le serrage des parois et leur ancrage doivent être prévus. Les dispositifs de serrage servent à faciliter le tassement, à améliorer l'étanchéité et à limiter les variations dues aux reprises d'humidité.

Ils augmentent la rigidité de la façade. Il existe plusieurs dispositifs, mais une des extrémités doit rester accessible pour permettre une mise en tension régulière.

Généralement ils lient la première ou la deuxième assise d'une paroi avec la dernière au moyen de fers ronds ou des tiges filetées qui traversent les assises intermédiaires.

Les ancrages sont destinés à rendre le mur solide du soubassement. Ils sont généralement en fers ronds et filetés à leur extrémité supérieure.

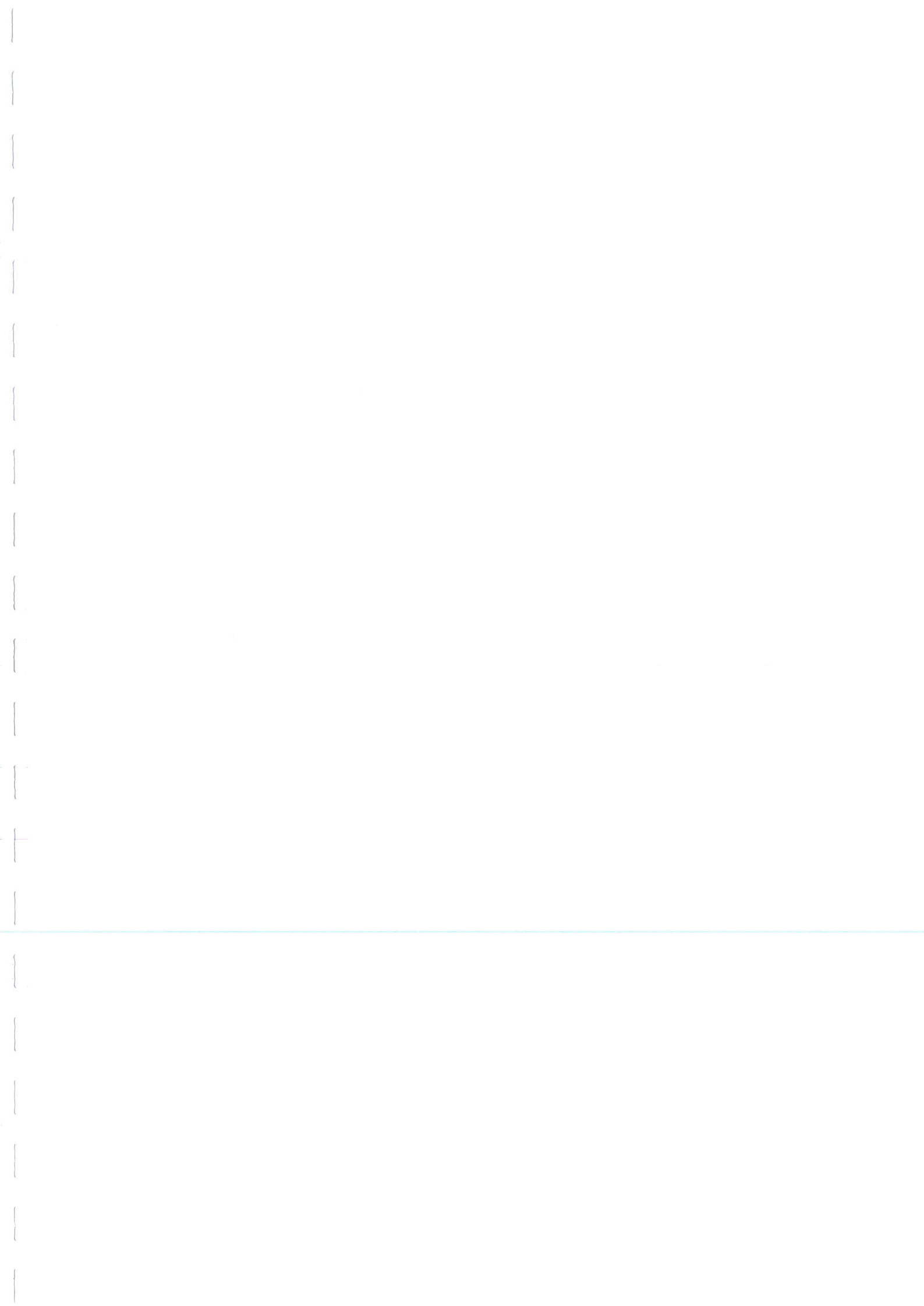
Scellés dans la maçonnerie, ils traversent verticalement un ou deux éléments de la paroi et sont pourvus d'un écrou qui permet de les serrer au moment du levage. L'ancrage et le serrage peuvent être effectués par un même dispositif.



**Ancrage et serrage**

Les cadres des fenêtres et des portes sont construits avec des tenons permettant le tassement des murs. On doit préserver entre la traverse haute des menuiseries et les bois formant linteau un espace de tassement comblé par un matériau fibreux (laine minérale) facilement compressible. Des couvre-joints intérieurs et extérieurs assurent la finition.

## **Baies**



Les fabricants fournissent également des lambris dont la largeur et les finitions s'accordent à celle des madriers. Un jour doit être prévu entre la partie haute des parements des contre-cloisons et la sous-face des plafonds.

- lames en bois (frises...).
  - panneaux dérivés du bois,
  - plaques de plâtre ou de gypse-cellulose,
- La finition se fait avec des solutions de parement habituelles :

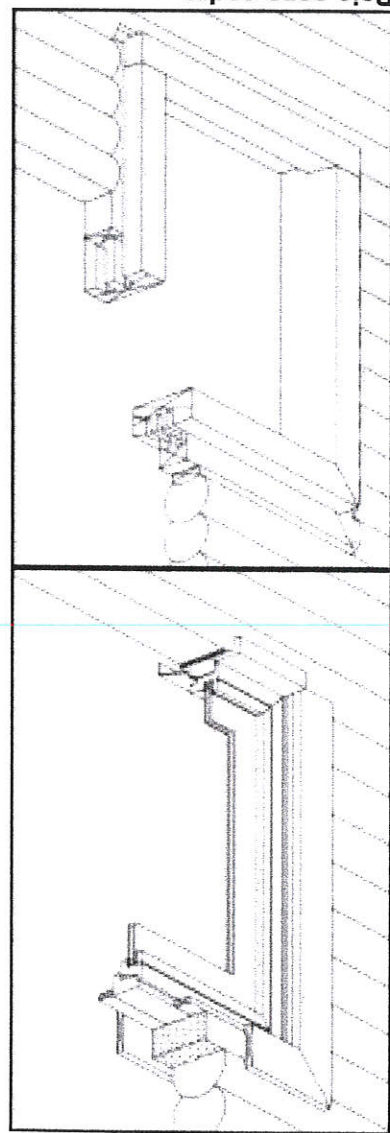
La solution la plus commune consiste à mettre en œuvre des cloisons de doublage. Celles-ci sont réalisées par des fourrures, en bois ou en métal, fixées par des dispositifs coulissants sur les madriers. On dispose entre les fourrures un isolant fibreux de l'épaisseur recherchée.

- utiliser des madriers trois plis avec un isolant intégré,
  - réaliser une isolation extérieure,
  - réaliser des cloisons de doublage isolantes,
  - utiliser des madriers ou des rondins de forte épaisseur,
- Les performances d'isolation thermique peuvent être atteintes de différentes manières :

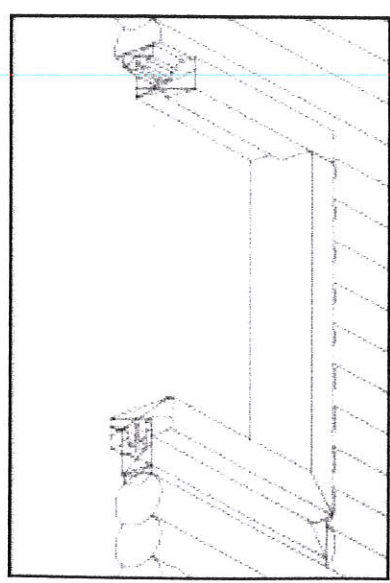
### Isolation thermique

#### Isolation

Baie sans cadre



Baie avec cadre







Pour tenir compte du tassement, les équipements suspendus (éléments de cuisine, ballon d'eau chaude...) doivent être fixés de telle sorte qu'ils puissent "coulisser".

### ***Fixation des éléments suspendus***

Lors de l'installation des tuyauteries, il faut prévoir le tassement qui va se produire afin d'éviter tout risque d'incident. On utilisera des colliers coulisants pour les tuyauteries verticales ainsi que des manchons (évacuation) et des lyres (adduction) de dilatation. Les équipements sanitaires seront pourvus de raccords souples.

### ***Tuyauteries***

Les installations électriques se font le plus possible par encastrement dans les plafonds et planchers. Dans les murs, les gaines passent au droit des portes et ouvertures, derrière les plaques d'isolation.

### ***Installation électriques***

### ***Fluides et gaines***

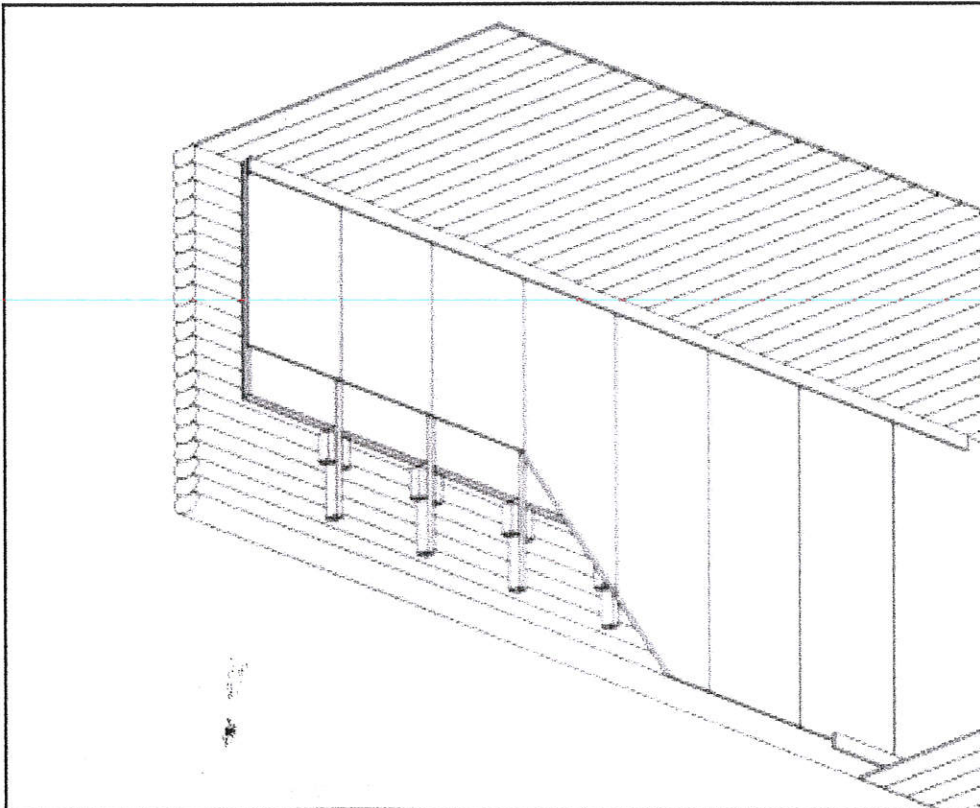
L'isolation acoustique d'une paroi en bois massif dépend :

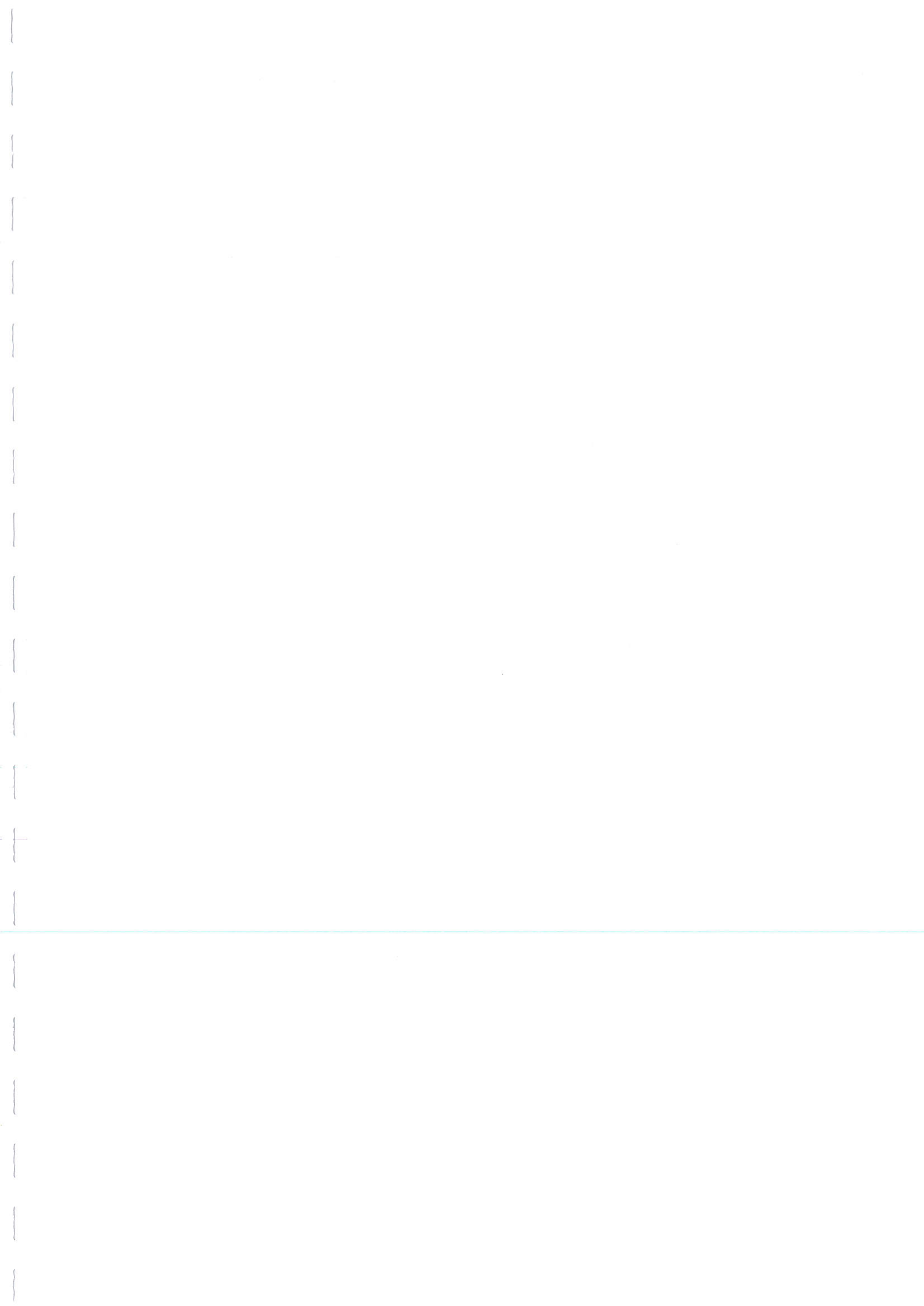
- de l'épaisseur des madriers ou des rondins,
- des ouvrages éventuellement rapportés (cloison de doublage...),
- de la qualité de la mise en œuvre (étanchéité à l'air...).

Madrier simple de 70 mm à isolation bruit route = 32 dB(A)  
 Madrier avec isolation rapportée à isolation bruit route = 47 dB(A)

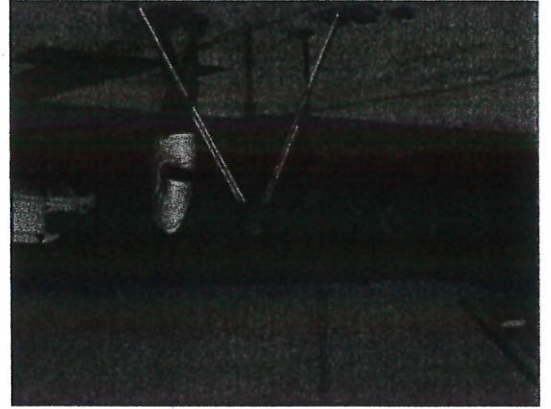
### ***Isolation acoustique***

Supports coulisants pour cloison de doublage

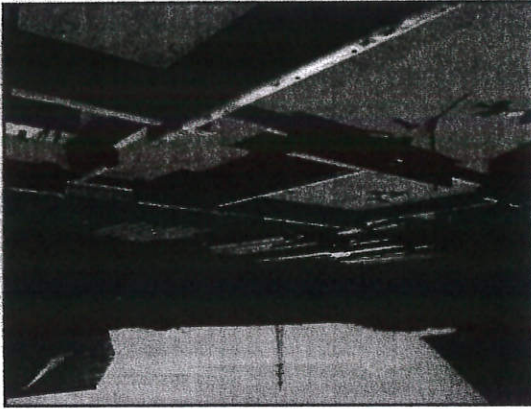




Verification des niveaux de la dalle.



Implantation.



Construction d'une maison individuelle : Société Honkarakenne

### ***Exemple de chantier***

Pendant (et après) la construction, il faut prévoir une bonne ventilation. L'humidité pendant la construction peut provoquer le bloussissement des bois bien que ceux-ci soient livrés secs. L'entretien est identique à celui de toute maison à ossature ou structure bois. Cependant, en raison du tassement des maisons en mardiers massifs, il faut contrôler annuellement les dispositifs de réglage du tassement, tels les pieds filetés, les rondelles de tassement, ou encore l'ouverture et fermeture des portes et fenêtres.

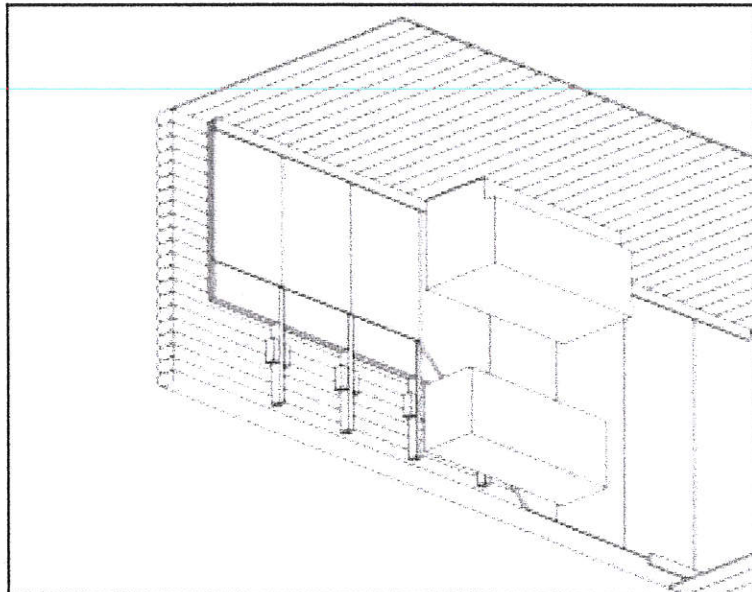
### ***Entretien***

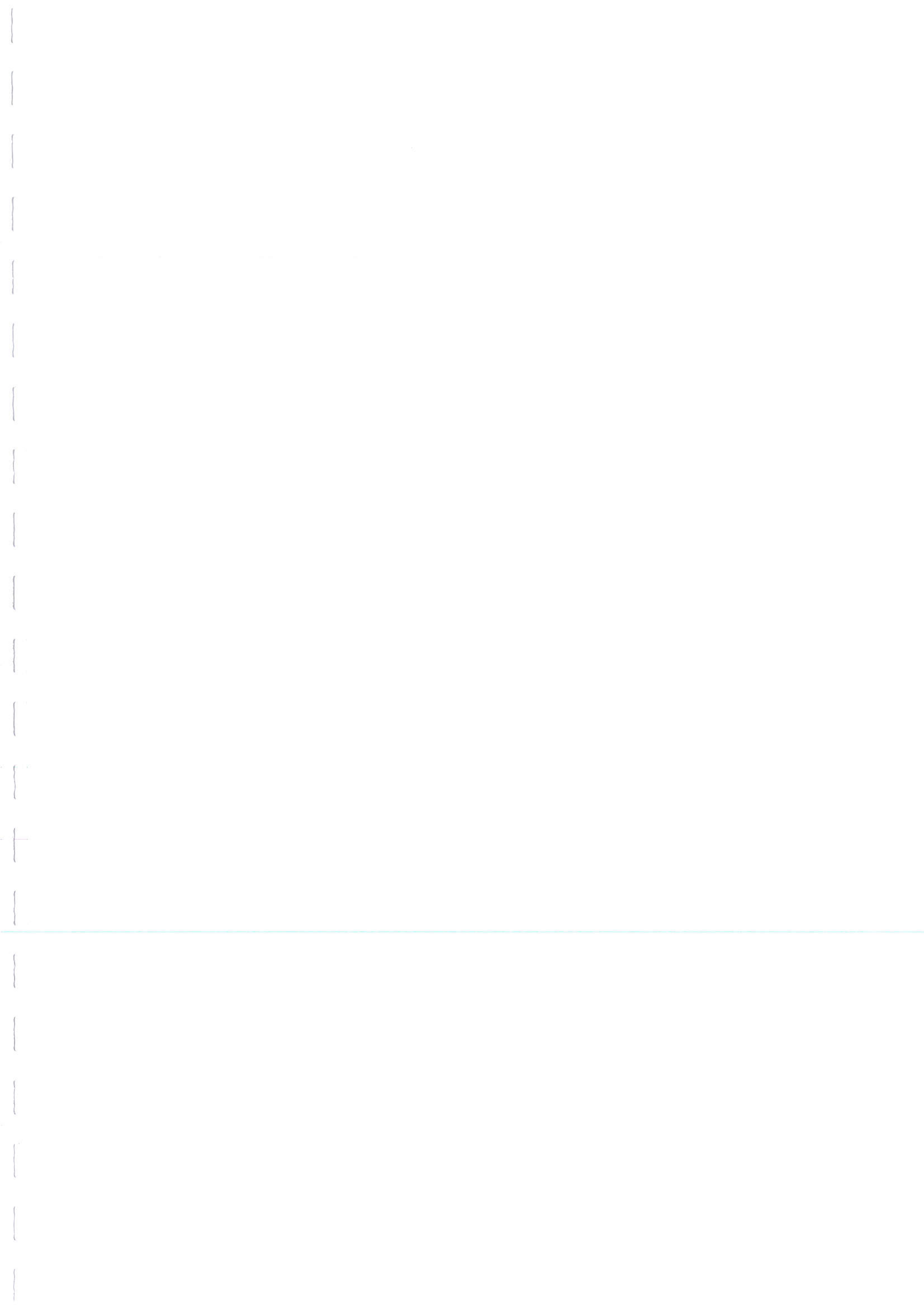
La massivité des murs en bois empilés leur permet d'offrir une stabilité au feu pouvant atteindre sans difficulté 1/2 heure. Au-delà des solutions sont possibles conformément à la réglementation incendie :

- accroissement des sections,
- écran coupe-feu.

### ***Feu***

Supports coulissant pour éléments de cuisine



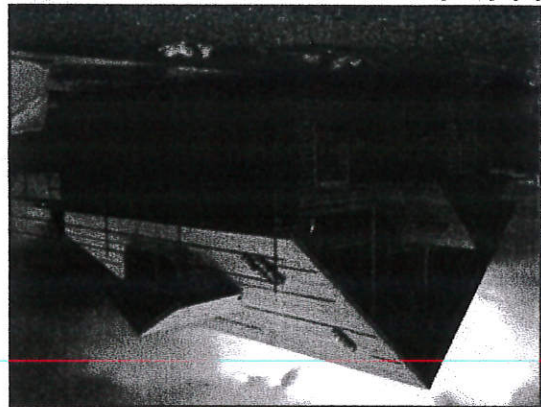




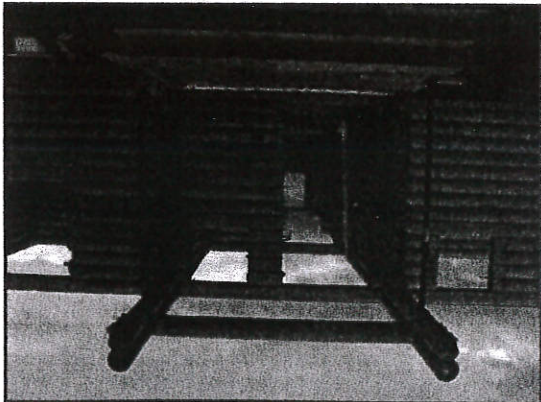
- DTU 31.1 Charpente et escaliers en bois
- DTU 31.2 Construction des maisons et bâtiments à ossature en bois
- DTU règles CB 71 Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
- DTU BF 88 Règles bois feu 88
- Règles professionnelles Afco bois - Cahier d'irabois n° 8 "Construction en bois massif".

***Normes et DTU***

ici, le pignon est en ossature pour éviter le tassement différentiel.



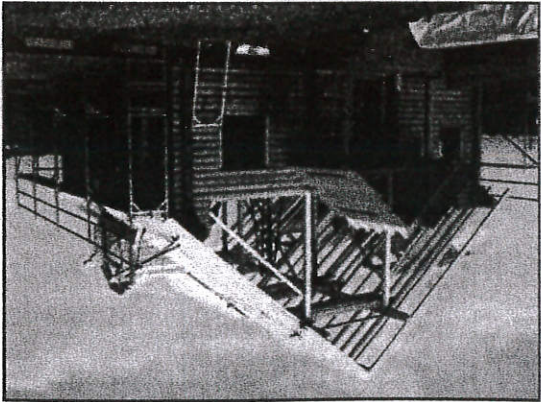
Montage des murs en rondins.

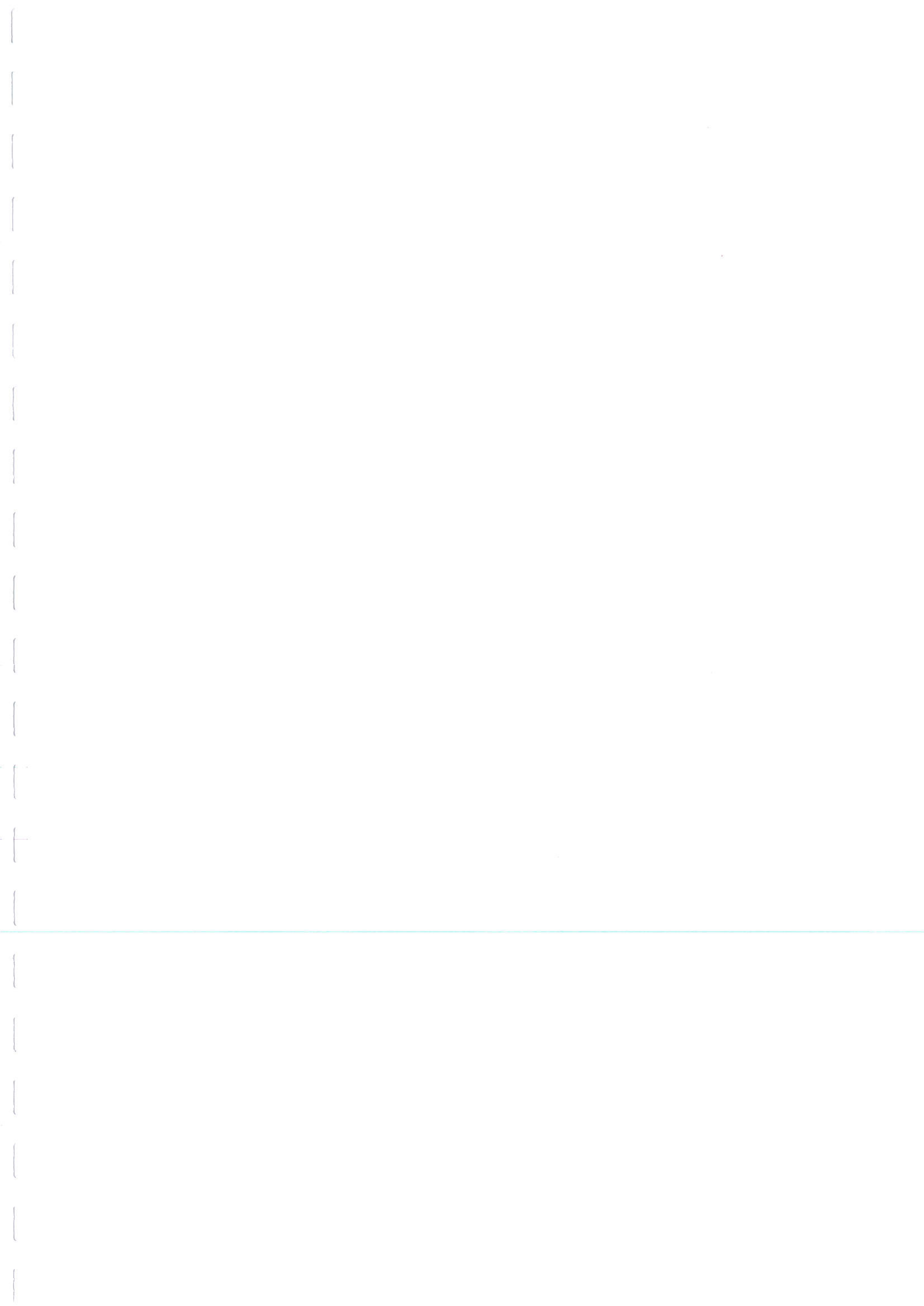


Les combles habitables. Les murs en rondins sont visibles en partie inférieure.



Pose de la charpente.





# Technologies de construction bois

Module de formation n°2

Coordination : Jean-Claude GUY – CNDB

Auteur : Jean-Claude BIGNON – CRITT-CRAI Nancy

Dessins : Damien HANSER – CRITT-CRAI Nancy

Réalisation : Jérôme GRIVET – CNDB

© CNDB – octobre 2003







# 5 - PLANCHERS

## 5 - 1 - CONCEPTION

### Comparaison des différents systèmes de planchers

#### Planchers par solivage

- Système léger
- Flexibilité de forme et de façonnage
- Facilité de passage des fluides (sens parallèle aux solives)
- Epaisseur importante du plancher pour les portées supérieures à 4 m
- Faible portée pour les éléments de surface ou de sous-face
- Prix compétitif

#### Planchers en bois massif

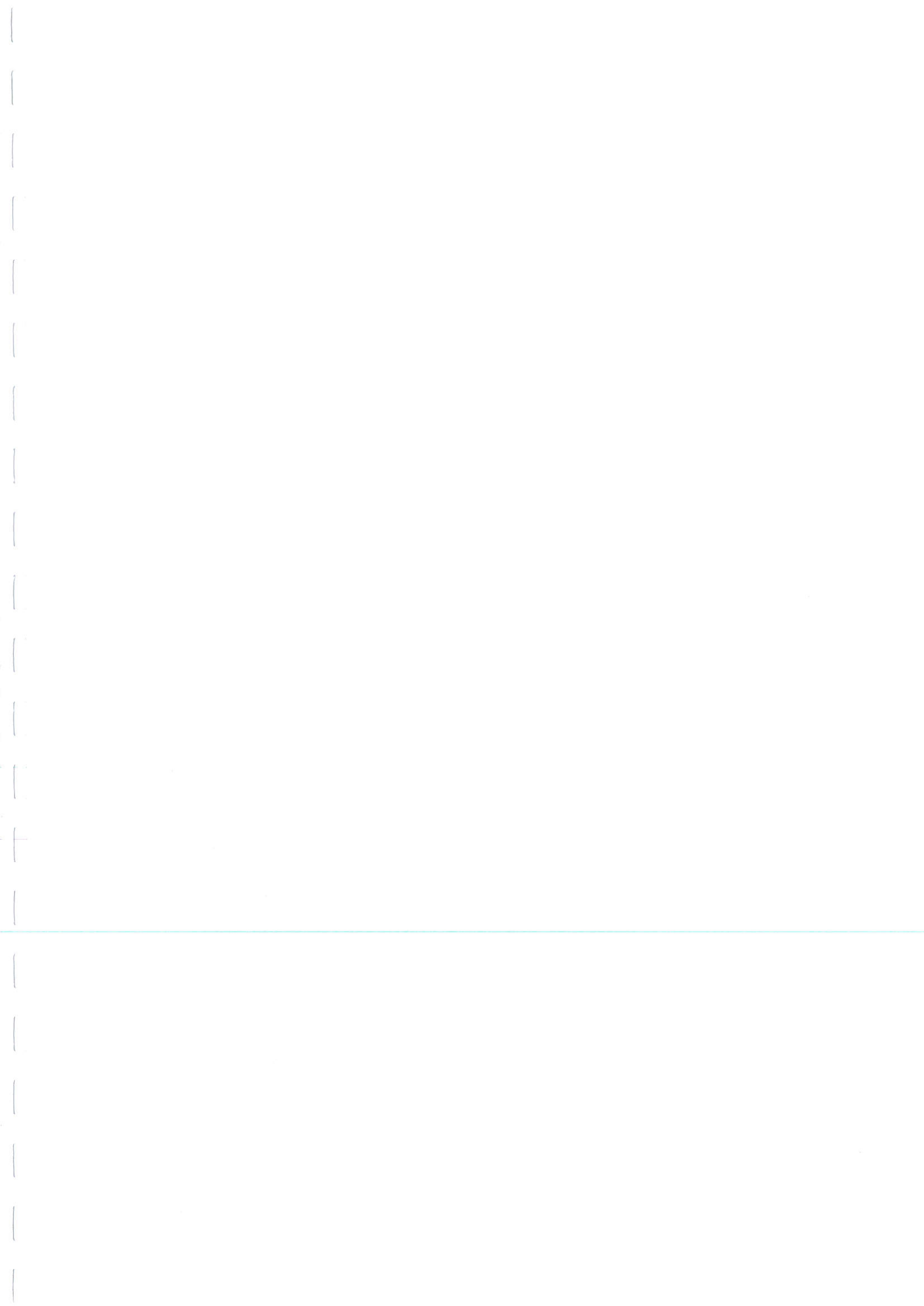
- Système massif
- Utilisation de bois de qualité inférieure
- Grandes portées (faible épaisseur)
- Sensibilité aux variations hygrométriques
- Bon comportement acoustique
- Bon comportement thermique
- Difficulté de passage des fluides
- Bon comportement au feu
- Prix plus élevé

#### Planchers caissons

- Produits industriels
- Grandes portées
- Bon comportement acoustique
- Bon comportement thermique
- Difficulté de passage des fluides
- Prix élevé

#### Planchers mixtes bois-béton

- Bon comportement acoustique et phonique
- Adapté au neuf et à la réhabilitation
- Interface charpentier-maçon critique
- Prix élevé





## **Facteurs de conception des différents systèmes de planchers**

### **Coût**

- Choix du système de plancher
- Performances phoniques du plancher

### **Résistance mécanique (contraintes verticales)**

- Poids propre (plancher, revêtement de sol, plafond)
- Poids des cloisons, des portes et des équipements fixes
- Charges d'exploitation (personnes, meubles)
- Surcharges climatiques (pour les planchers formant terrasses)

### **Rigidité (contraintes horizontales)**

- Contreventement des murs
- Sollicitation des charpentes
- Contraintes sismiques

### **Résistance au feu**

- Stabilité au feu
- Degré coupe feu et inflammabilité

### **Jonction avec le système porteur vertical**

- Liaison avec l'infrastructure (plots, longrines, murs...)
- Liaison avec la superstructure (murs, poutres...)
- Porte à faux

### **Revêtements de sol et plafond**

- Ecartement des éléments de structure (solives, lambourdes...)
- Planéité et rigidité du support

### **Tremies et passages**

- Dimension et position des ouvertures (Escaliers, cheminée, gaines et fluides,...)

### **Contrôle des ambiances**

- Transmission acoustique (isolation phonique, bruits d'impact...)
- Transmission thermique (isolation, inertie)
- Migrations d'eau et de vapeur d'eau

### **Intégration des réseaux (eau, électricité,...)**

### **Qualité environnementale**

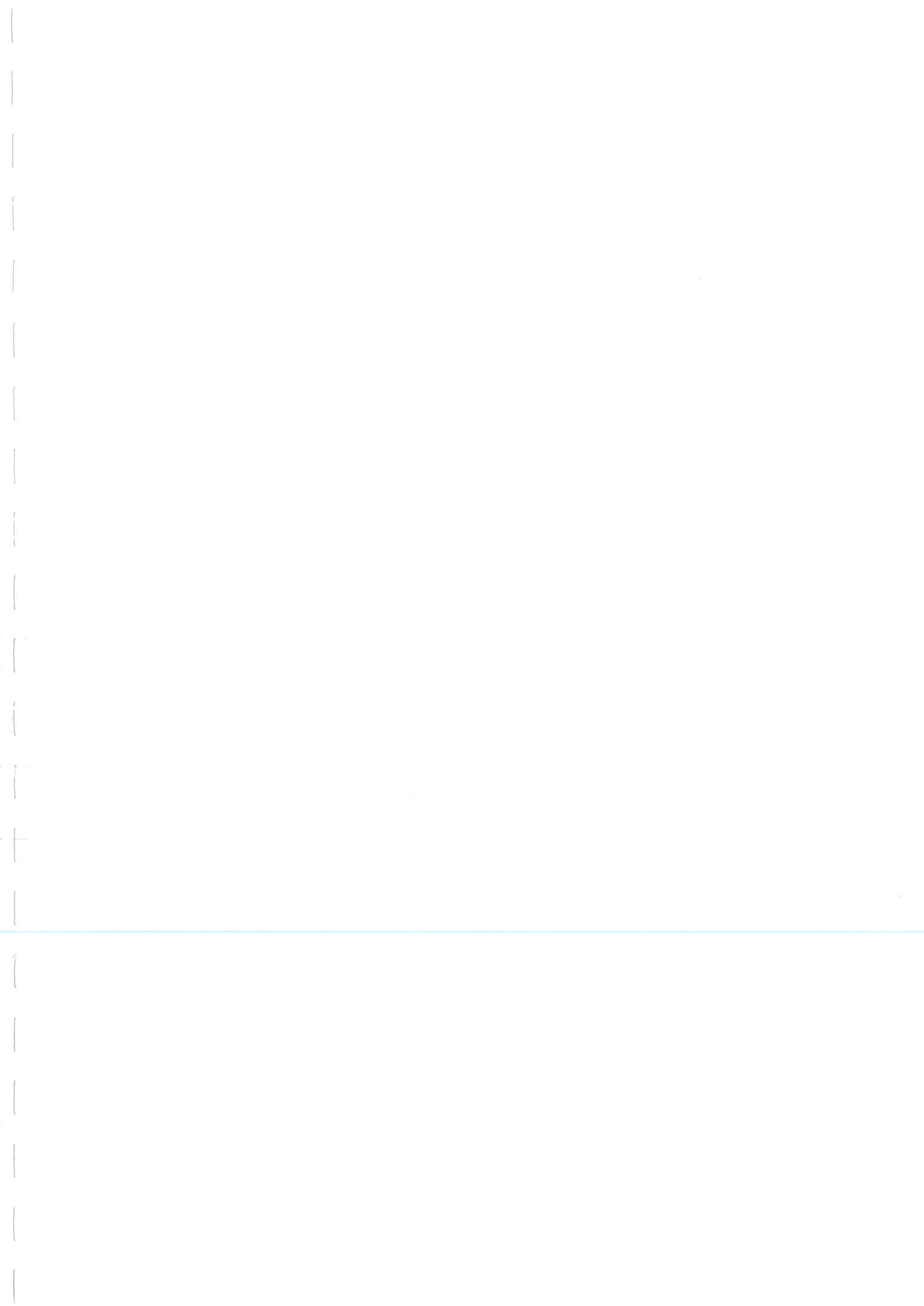
- Toxicité des traitements (protection, préservation) et colles
- Déconstruction sélective (démontage)

### **Traitement architectural intérieur du système de plancher**

- Forme de l'espace (plan basique, décaissement, surélévation)
- Relation avec le système porteur vertical ((continuité, effet d'appui...))
- Perception de la structure horizontale (mezzanines, coursives, tremies...)
- Expression de l'ossature du plancher
- Type et forme de plafond
- Matières, couleurs, calépinage des revêtements de sol

### **Traitement architectural extérieur du système de plancher**

- Effet de stratification horizontale (nez de plancher, coursives, balcons...)
- Rapport avec le sol (continuité intérieure-extérieure)
- Plate-formes extérieures (caillebotis, deck...)



## 5 - 2 - PLANCHERS EN BOIS MASSIF

### *Principes*

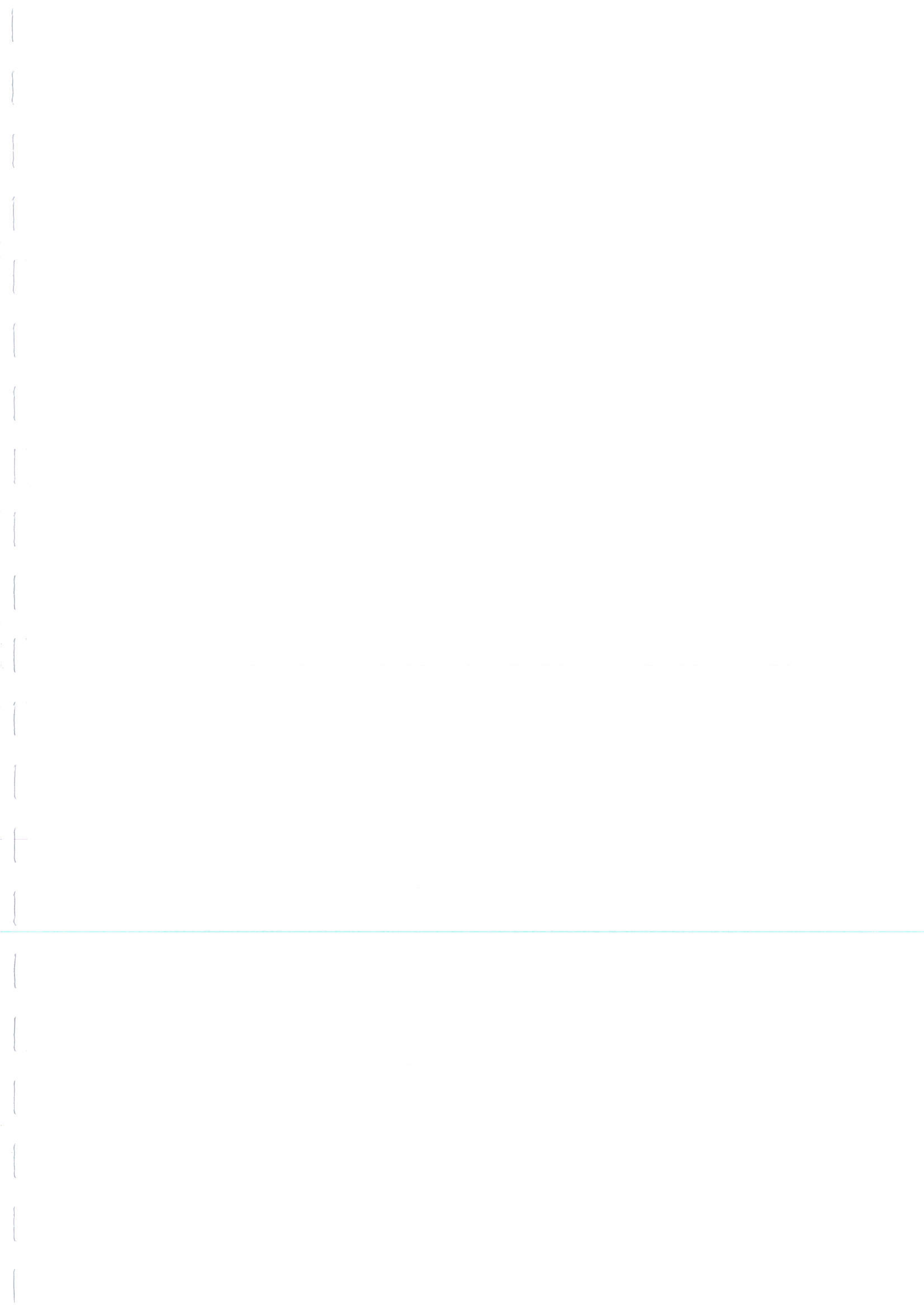
Les planchers en bois massif sont composés de planches de second choix ayant des propriétés mécaniques variables et provenant de bois de pays disponibles en grande quantité. Ces planches sont posées sur chant et jointives. L'assemblage peut être réalisé par clouage ou par collage.

La possibilité de jointoierement des planches à leurs extrémités et la rigidité du système permettent de franchir des portées supérieures à celles des solivages (3 à 8 m). Les planchers en bois massif ne sont pas déformables dans leur plan. Ils participent au contreventement des murs. La massivité du bois ainsi que ses caractéristiques thermo-hygro-métriques permettent aux planchers en bois massif d'apporter une bonne réponse au confort thermique d'été et au traitement acoustique du local.

La sous-face du plancher est généralement finie et ne nécessite pas la réalisation d'un plafond complémentaire.

Afin d'améliorer l'isolation phonique, les planchers peuvent recevoir en partie supérieure des couches complémentaires (panneaux en bois, plaques de plâtre pour sol, chapes en béton...) formant un plancher flottant. Les variations dues à l'humidité et en particulier le retrait des planches sont toujours un problème important à prendre en compte.

On peut aisément réaliser des porte-à-faux dans le sens de portée des planches. Les planchers en bois massif se prêtent bien à la réalisation de planchers mixtes bois et béton.





## Matériaux

### **Qualité**

Les essences de bois les plus utilisées pour leur bon rapport résistance/poids sont les résineux (sapin, épicéa, douglas, pins).

La massivité du système et la distribution statistique des défauts permet d'utiliser des bois de faibles qualités (classement structure : C18).

### **Humidité**

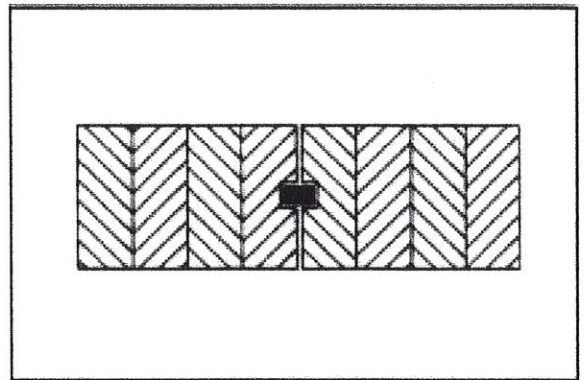
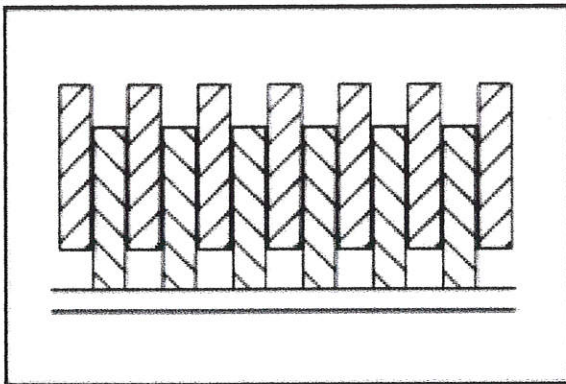
Les planchers en bois massifs sont particulièrement sensibles aux variations d'humidité dans le sens de la largeur (retrait tangentiel ou radial des planches).

Si le taux d'humidité augmente fortement, la dilatation du plancher se traduira par des poussées horizontales sur les appuis et les murs. Si le taux d'humidité baisse fortement le retrait du bois se traduira par des écartements entre planches.

Il est important que l'humidité du bois mis en œuvre soit à un taux moyen par rapport à celui qu'il connaîtra à l'usage, en général 12 à 15 % pour un plancher séparatif d'habitation.

On peut anticiper le problème de plusieurs manières :

- prévoir régulièrement (environ tous les 1,20 m) des joints avec fausses languettes, cette solution est appliquée pour les systèmes de panneaux préfabriqués ;
- prévoir une dilatation avec calfeutrement sur les rives parallèles au sens de portée des planchers ;
- traiter les finitions en sous-face du plancher par des profils formant masque aux écartements (planches en quinconce, chantréins, moulires...).



Joint par rainure et fausse languette



Dans les planchers en bois massif cloués, les clous servent à répartir les charges verticales entre les planches et à éviter le glissement longitudinal entre planches en présence de poussées horizontales (contreventement des murs).

Le nombre et la section des clous dépendent des charges à reprendre. Les clous sont généralement disposés en quinconce. Ils doivent avoir une longueur au moins égale à 2,5 fois l'épaisseur des planches.

Pour limiter les risques de fentes, ils ne doivent pas être positionnés à l'extrémité des planches à moins de 15 fois leur diamètre. La distance entre clous est voisine de 45 fois leur diamètre (15 à 20 cm).

### Clouage

La hauteur des planches est choisie en fonction :

- de la portée et des charges du plancher,
- des exigences en matière de feu,
- des exigences en matière d'acoustique.

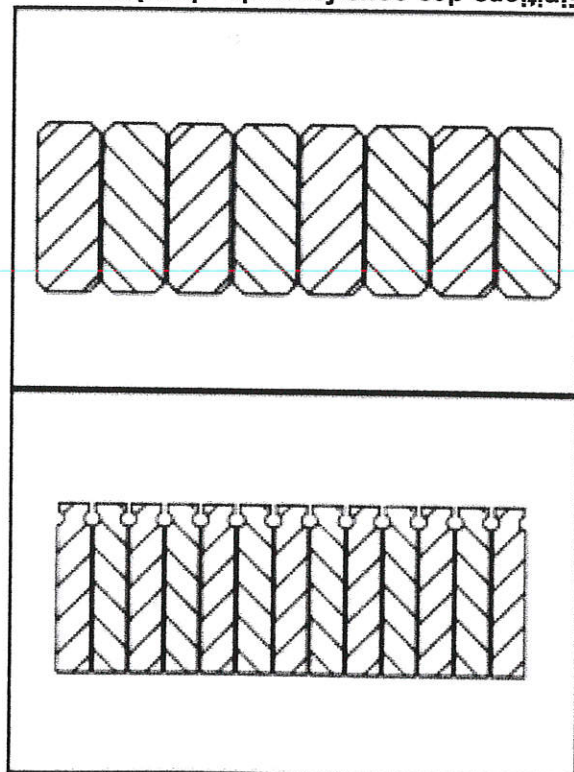
Épaisseur des planches : 24 à 45 mm  
Épaisseur du plancher : 12 à 22 cm  
Longueur (portée) : 5 à 8 m  
Largeur : à la demande 1,20 m pour des produits préfabriqués  
Proportions :  $E = 1/35 L$

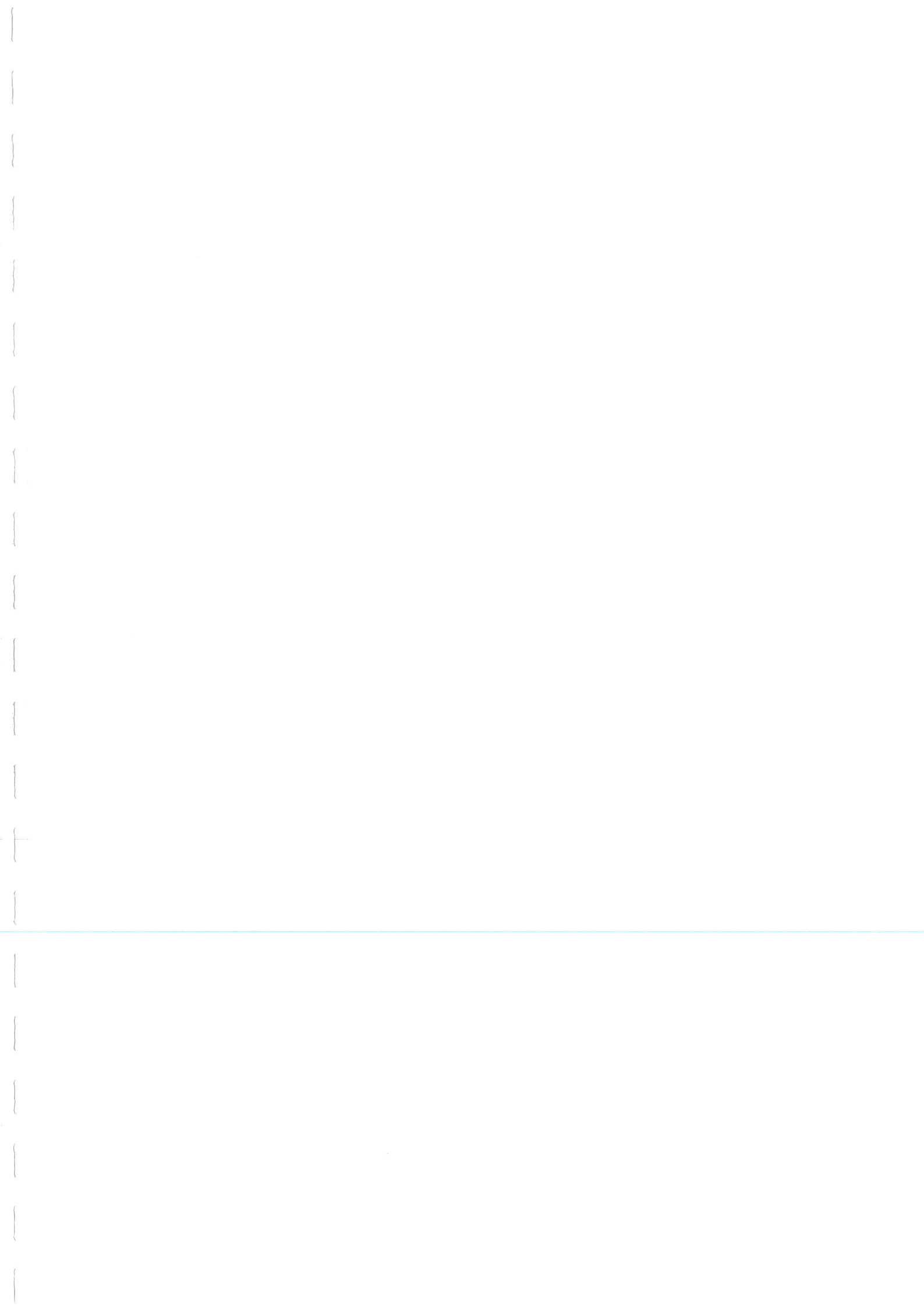
### Pré-dimensionnement

Les planchers n'offrent qu'un risque accidentel de présence d'eau. Les bois doivent présenter une durabilité naturelle ou conférée correspondant à la classe de risque 2.

### Risques biologiques

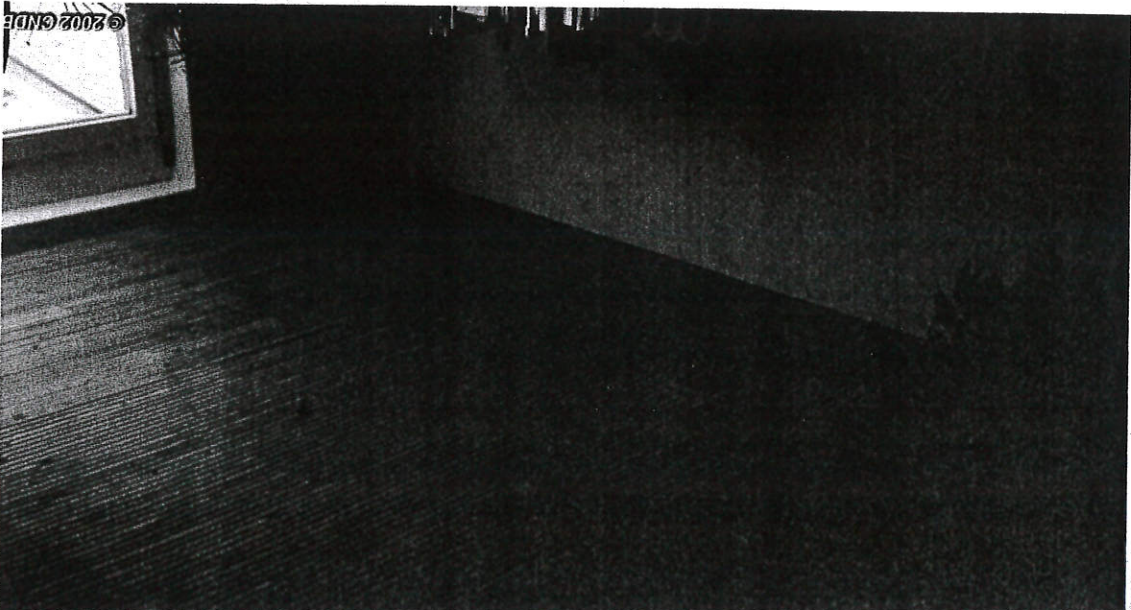
Finitions des sous-faces du plancher

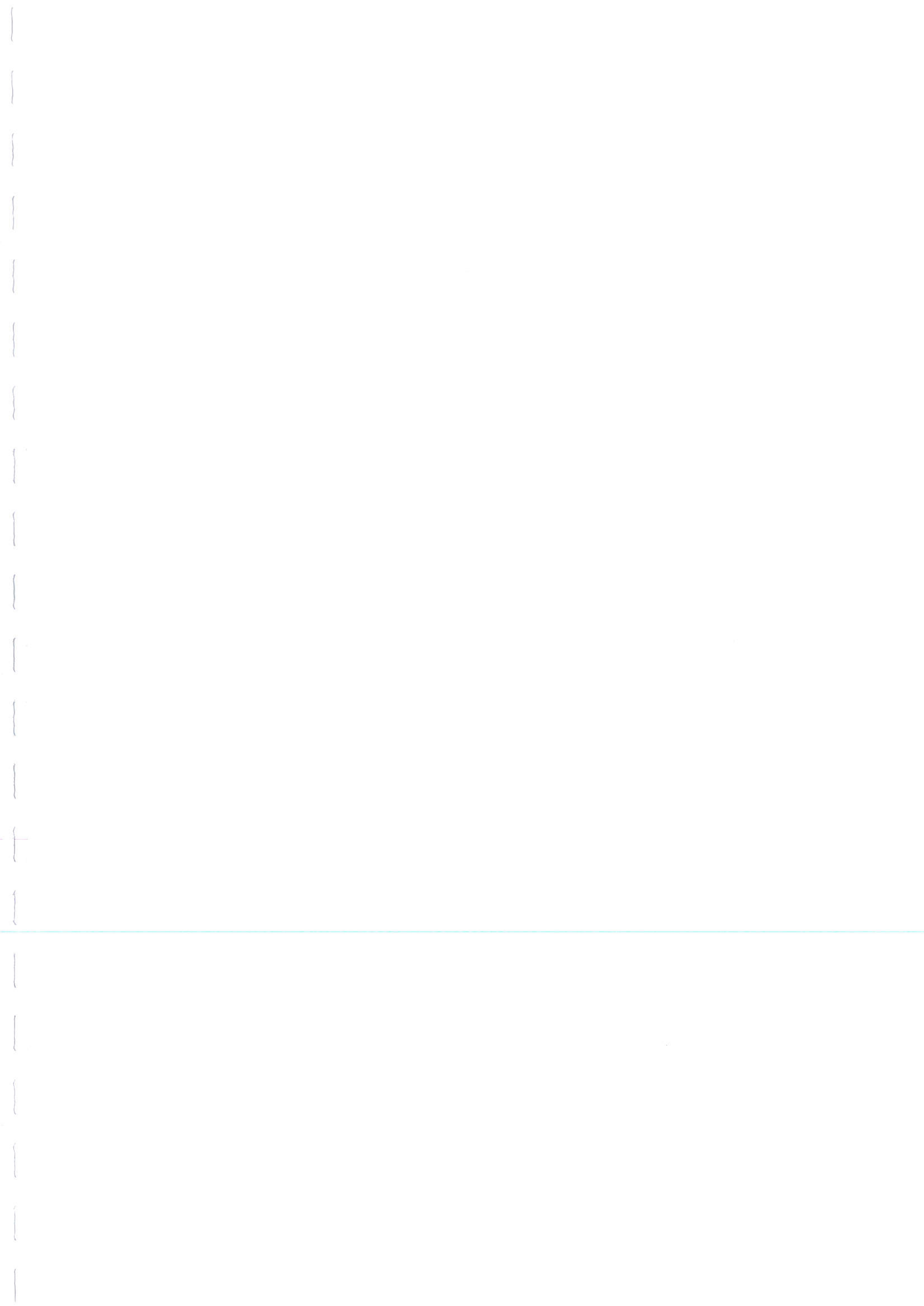




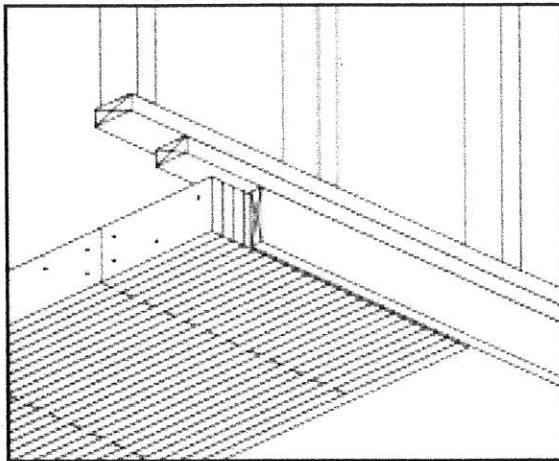
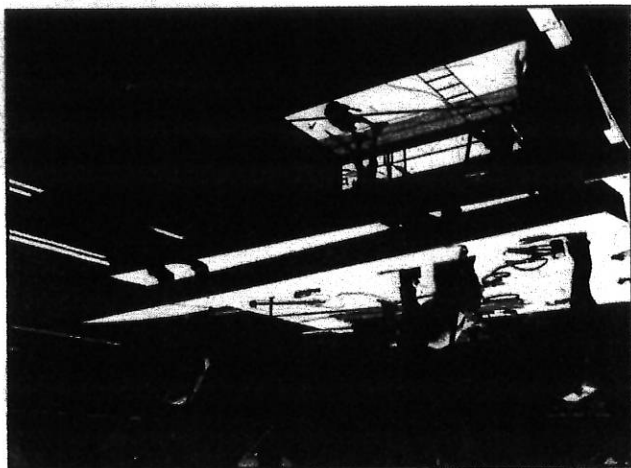


©NDB - Module de Formation n° 2 - version 1



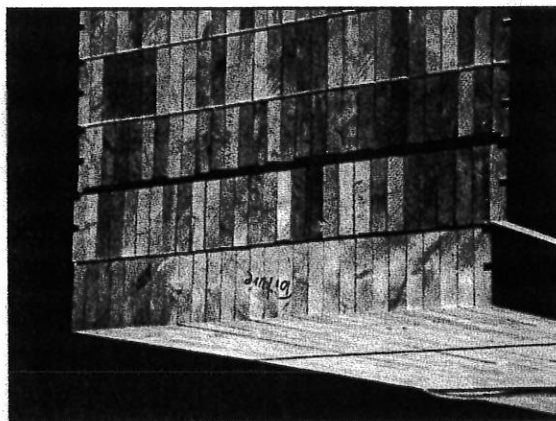
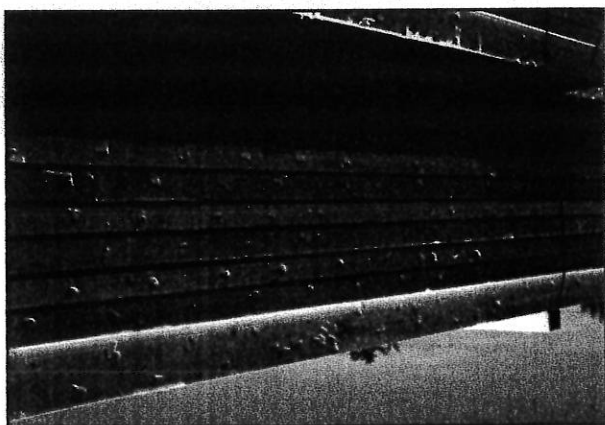


**Appuis sur mur en ossature bois**

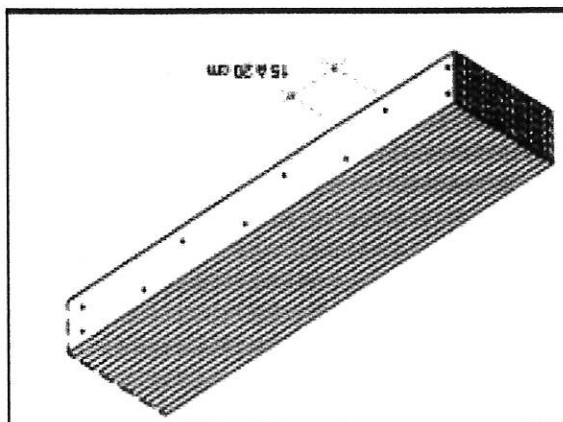


La surface d'appuis des planchers sur les murs et les poutres est au moins de 50 mm sur bois et métal.  
 La fixation se fait directement par clouage de chaque planche sur une lisse ou par l'intermédiaire d'équerres métalliques.  
 En cas de planches en quinconce, une cale clouée est placée sous la planche surélevée.

**Appuis et jonctions**



**Schéma de clouage**



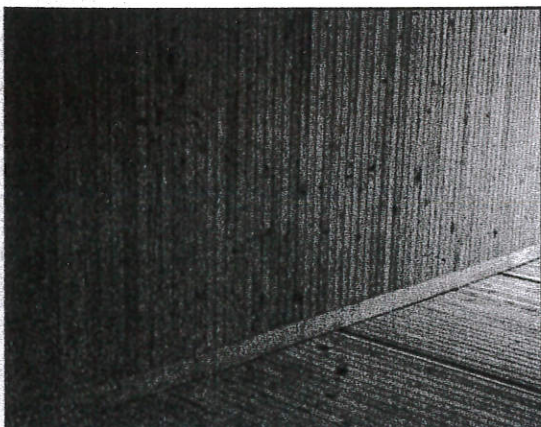
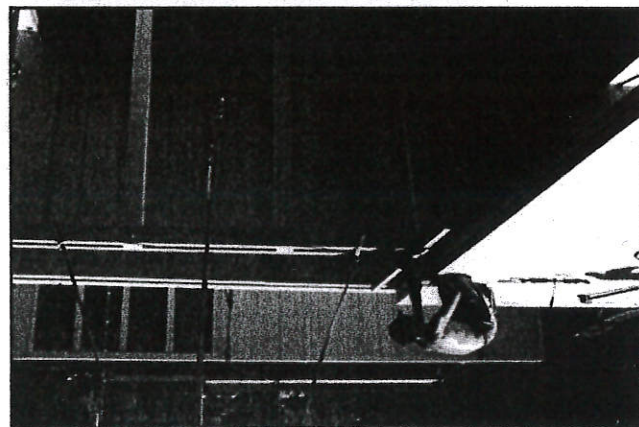
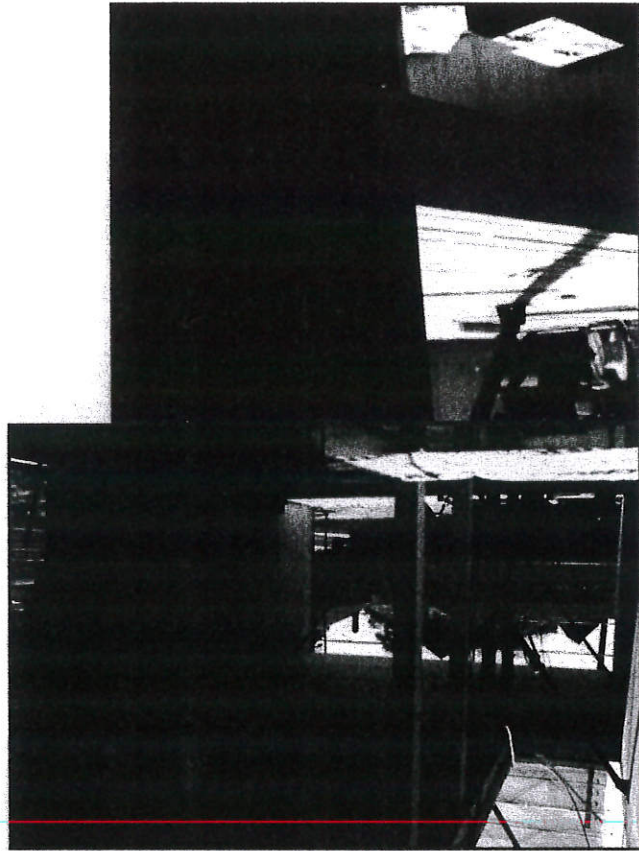


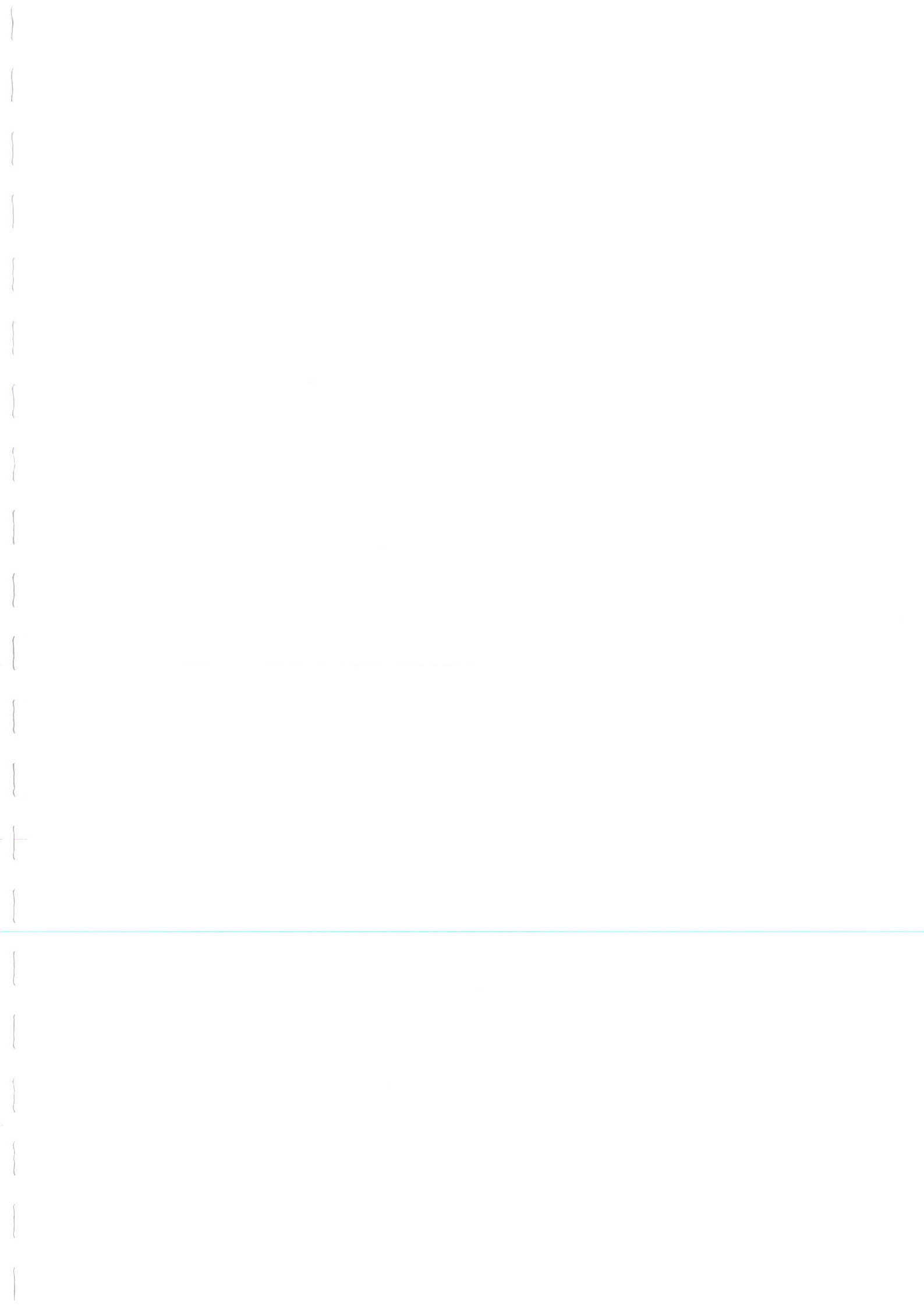


- les lames en bois massif (parquet) ou en bois reconstitué (parquet flottant),
  - les panneaux de contreplaqué (CTB X),
  - les panneaux de particules (CTB H),
  - les panneaux de lamelles orientées (OSB),
  - les plaques de plâtre et de gypse-cellulose pour le sol,
  - les chapes en béton.
- Les supports les plus employés sont :

Dans les situations courantes, un revêtement de sol est rapporté et nécessite un support. Le choix d'un support dépend essentiellement du type de revêtement de sol, de ses exigences (planéité, stabilité, étanchéité...) et des exigences acoustiques et phoniques des locaux. Les planchers en bois massifs peuvent rester apparents sur leur face supérieure. Poncés, ils jouent le rôle d'un parquet. Un plafond suspendu peut alors être prévu pour apporter un traitement phonique complémentaire.

### Supports de revêtements de sols

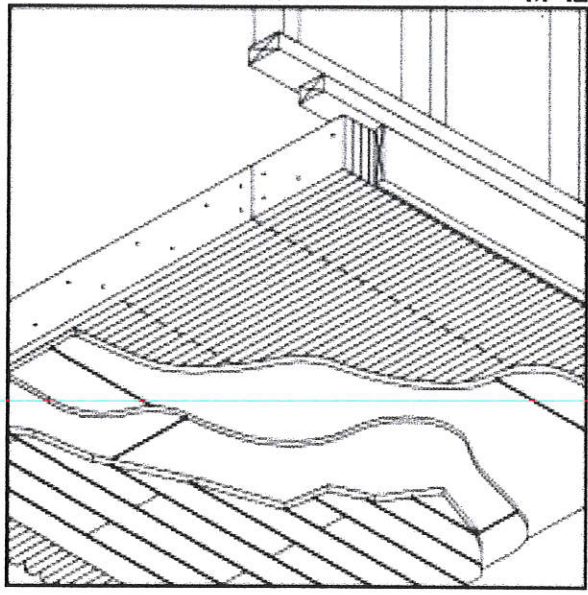




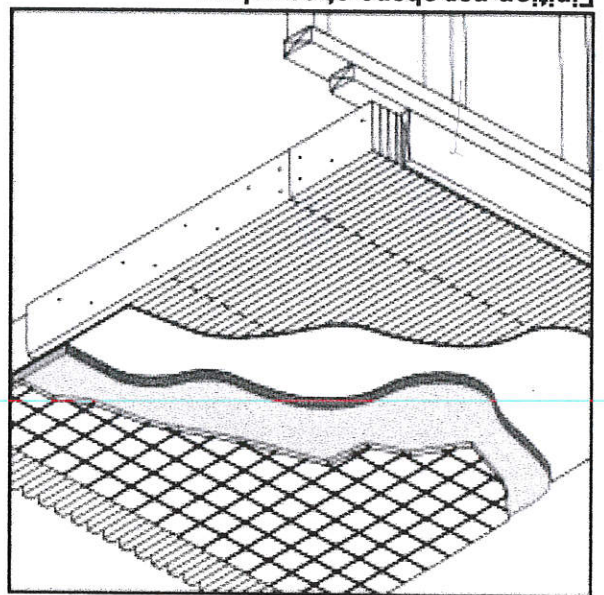
Le principe construit ne permet pas, en général, le passage des gaines dans un sens perpendiculaire aux planches. En utilisant des planches en quinconce, il est possible de passer les gaines parall llement aux planches, dans la partie supérieure du plancher. L'utilisation d'un plancher flottant peut également être mis   contribution pour le passage des gaines.

**Fluides et gaines**

Finicio per panelojn kaj parket



Finicio per chapeo kaj karpeto



Ĝi estas rekomendita de meti tiujn materialojn sur unu rezilienta tavolo por plibonigi izoladon kontraŭ bruiso de impakto.

On povas uzi:

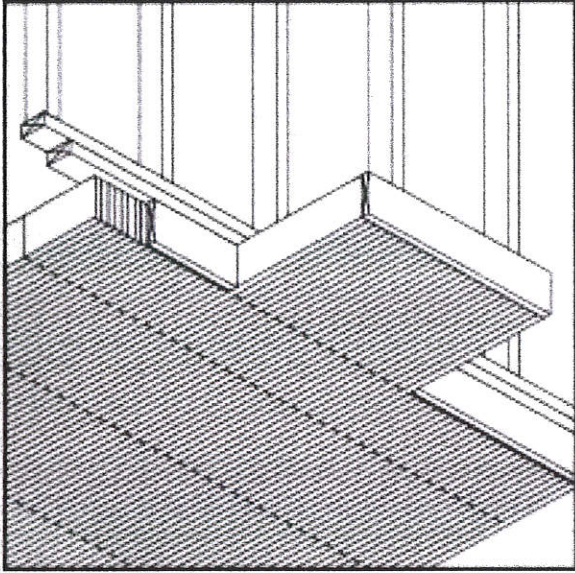
- des panelojn en fibroj de ligno, de lino aŭ de ĉanvoro,
- des dalojn en li go,
- des izoladajn mineralojn rezistantajn al kompresio (fibroj de vitro, fibroj de roko),
- des feltojn kaj panelojn rezilientajn en mueloj aŭ fibroj de sinteza.





## Tremies

Porte à faux



Portée du plancher = 5,00 m  
Épaisseur du plancher = 15 cm  
Porte-à-faux = 75 cm

Exemple :

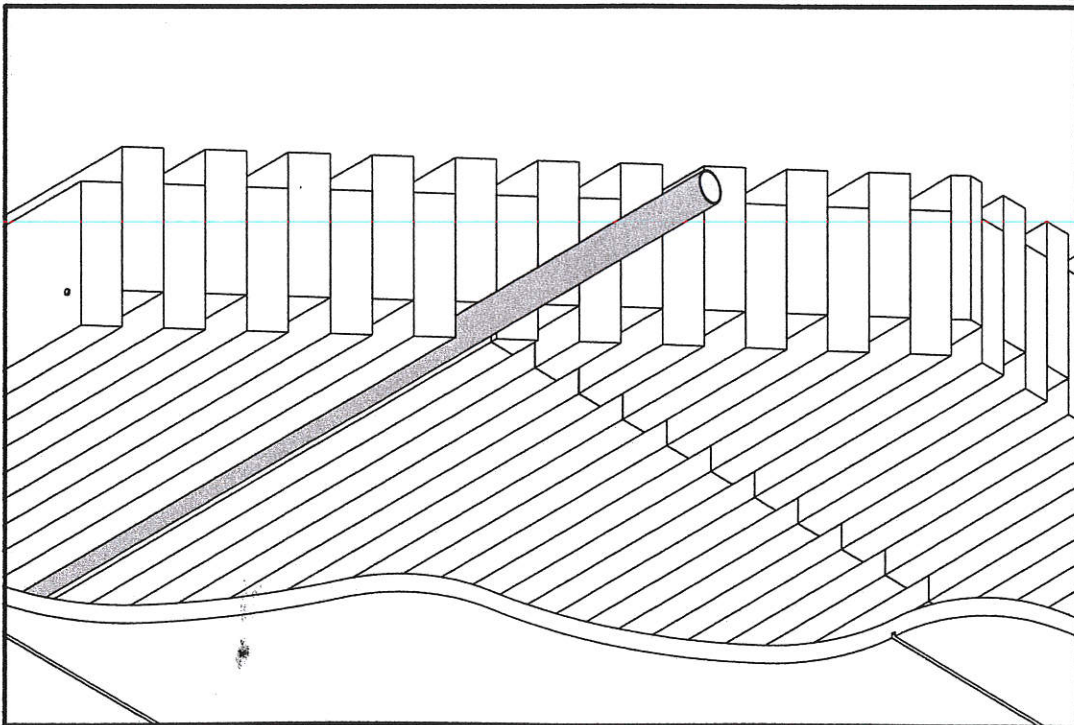
Jusqu'à une longueur de 5 fois l'épaisseur structurelle du plancher, les porte-à-faux ne posent pas de problèmes particuliers. Au-delà de cette portée, tout porte-à-faux devra être soigneusement calculé.

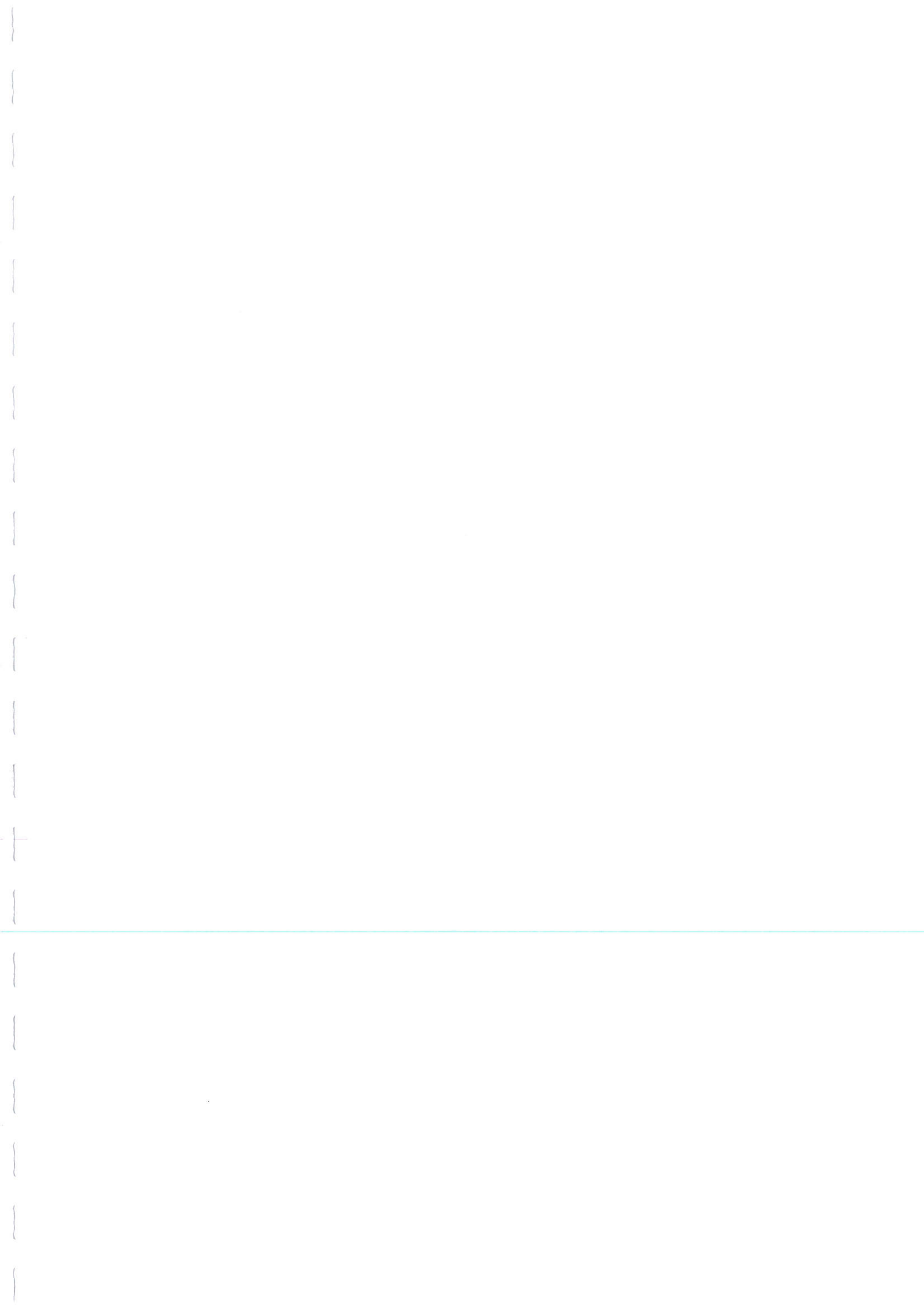
Les planchers en bois massif permettent de réaliser simplement des porte-à-faux pour la confection de mezzanines, de balcons ou de murs en encorbellement dans le sens de la portée.

## Porte-à-faux

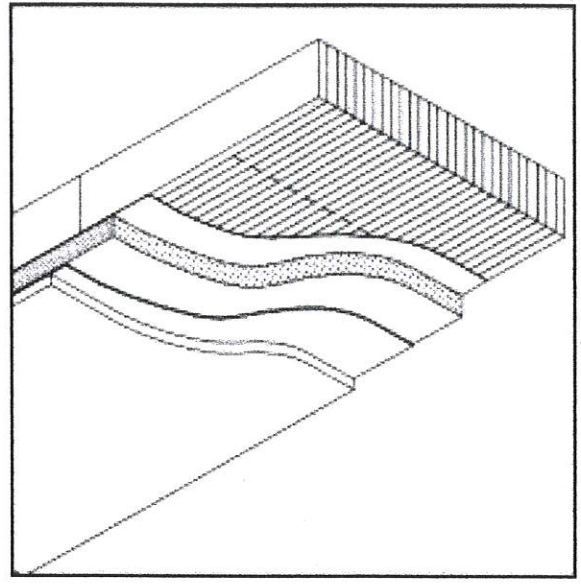
### Porte-à-faux et tremies

Passage de gaines entre des planches en quinconce

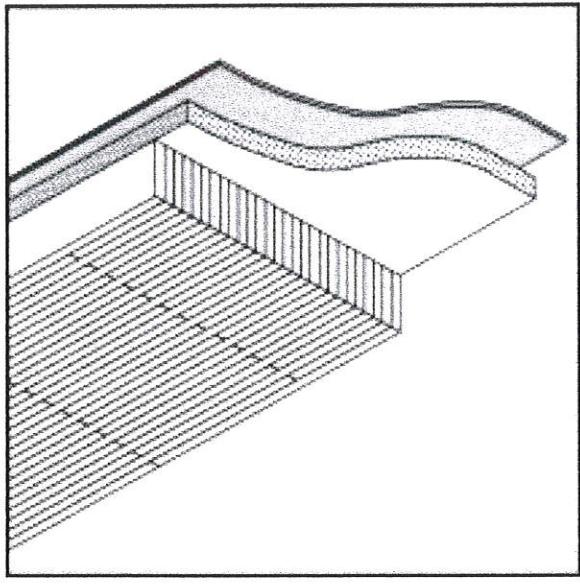




Isolation pour toiture terrasse



Isolation sous plancher

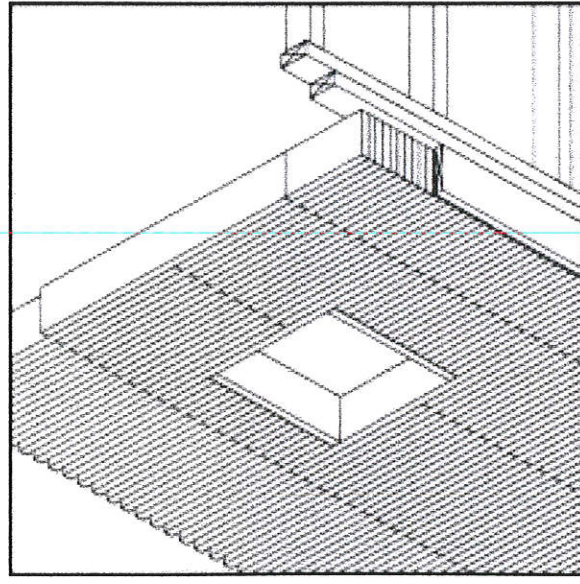


Lorsqu'elle est nécessaire (plancher support de toiture-terrasse, plancher sur vide sanitaire) une isolation thermique complémentaire peut être apportée par la mise en place d'un isolant au-dessus ou en dessous des planchers. Il est indispensable de poser un pare-vapeur sur la face chaude du plancher sur vide sanitaire et sous l'isolant en toiture-terrasse.

**Isolation thermique**

**Isolation**

Trémie



Lorsque la trémie est de grandes dimensions (escalier) il est nécessaire de prévoir un chevêtre et de vérifier que l'épaisseur du plancher est suffisante pour respecter la flèche admissible.

La réalisation d'une trémie de faibles dimensions (gaine, trappe de visite...) ne nécessite pas l'ajout de pièce de charpente particulière. Un clouage renforcé est à prévoir afin de reprendre le cisaillement transversal à l'extrémité des planches coupées.





## Isolation acoustique

La mise en place d'un matériau absorbant acoustique sous le support de plancher suffit généralement à régler les problèmes d'affaiblissement acoustique aux bruits aériens et d'isolement aux bruits d'impact.

En fonction du matériau, l'épaisseur doit être calculée pour atteindre les exigences réglementaires.

## Feu

La massivité des planchers en planches clouées ou collées leur permet d'offrir une stabilité au feu pouvant atteindre sans difficulté une 1/2 heure.

Au-delà des solutions sont possibles conformément à la réglementation incendie :

- Accroissement des hauteurs de planches,
- Ecran coupe-feu.

(Voir le chapitre résistance au feu des planchers par solivage)

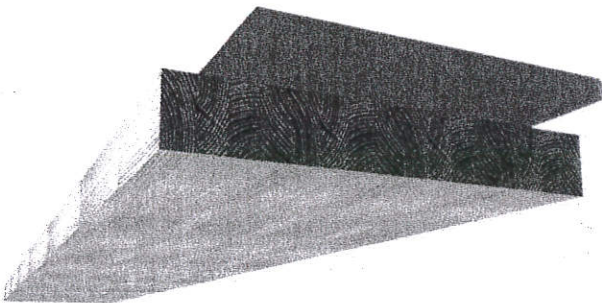
## Autres planchers en bois massif

Les fabricants proposent aujourd'hui des produits formant plancher à base de planches collées. Les qualités de ces composants (faible épaisseur, faible poids par rapport à leurs performances mécaniques, facilité de pose et nombre réduit d'appuis) en font des produits intéressants pour le neuf et la réhabilitation.

## Planchers en plateaux lamellé-collés

Les plateaux en bois lamellé-collé sont faits sur le même principe que les poutres en bois lamellé-collé.

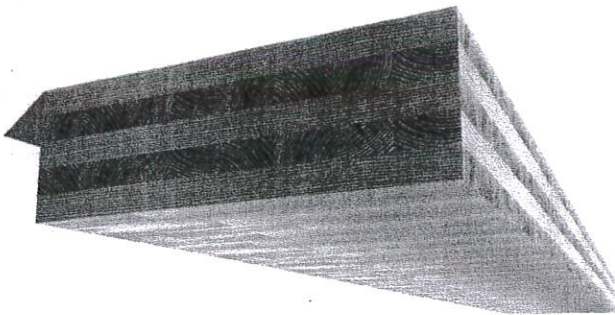
Epaisseur : 52 à 90 mm  
Longueur (portée) : 2,5 m à 7 m  
Largeur : 1,20 m  
Proportions : E = L/40



## Planchers multiples

Les panneaux en multiples structurel sont composés de 3 à 7 couches de planches croisées.

Epaisseur : 50 à 200 mm  
Longueur (portée) : 2,5 m à 7 m  
Largeur : 1 m  
Proportions : E = L/40



## Plancher multiples

## Plancher trois plis

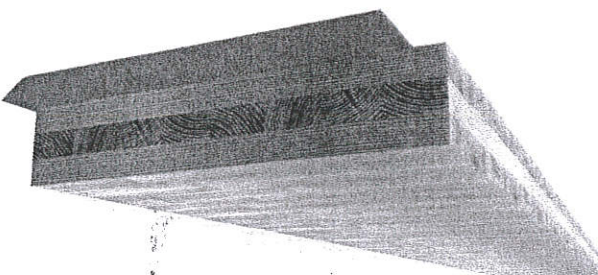
Les planchers trois plis sont réalisés à partir de trois planches de bois aboutées, collées à plat et décalées pour former rainures et languettes.



DTU 31.1	Charpente et escaliers en bois
DTU 31.2	Construction des maisons et bâtiments à ossature en bois
DTU 51.1	Parquets massifs contrecollés
DTU 51.2	Parquets collés
DTU 51.3	Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois
DTU 51.11	Pose flottante des parquets et revêtements de sol contrecollés à parements bois
DTU 58.1	Travaux de plafonds suspendus
Règles CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
DTU BF 88	Règles bois feu 88

### Normes et DTU

#### Plancher trois plis



Épaisseur : 90 et 120 mm  
Longueur (portée) : 3 m à 4,50 m  
Largeur : 135 mm  
Proportions :  $E = L/40$





## 5 - 3 - PLANCHERS PAR SOLIVAGE

### *Principes*

Les planchers par solivage comprennent généralement une ossature composée de poutres, de solives, et de chevêtres en bois, une aire supérieure ou plateelage, une aire inférieure (le plafond de l'étage inférieur) et éventuellement des matériaux d'isolation thermique et acoustique. Les sections courantes des solives en bois massif conduisent les planchers par solivage à de faibles portées.

La flexion est un facteur de contrôle critique qui prend en compte des aspects visuels, de confort et d'inconvénients d'une flèche et/ou de vibrations excessives sur les matériaux de plafond ou de plafond. La flèche est généralement limitée au  $1/40$  de la portée. Les planchers par solivage présentent une relative élasticité.

Le système des solives est déformable dans un plan horizontal. En apportant une aire supérieure non déformable (panneaux de contreplaqué, panneaux de particules ...), le plancher forme un diaphragme et participe au contreventement des murs. La possibilité d'insérer dans les vides entre solives des isolants thermiques fait que les planchers par solivage sont une bonne réponse en termes d'isolation pour les planchers bas et les planchers supports de toiture-terrasse.

Afin d'améliorer l'isolation phonique, les planchers peuvent recevoir en partie supérieure des couches complémentaires (panneaux en bois, plaques de plâtre pour sol, chapes en béton, couches résilientes...) formant un plancher flottant. On peut aisément réaliser des porte-à-faux dans le sens de la portée des solives.

Les planchers par solivage peuvent être associés à des dalles en béton pour former des planchers mixtes souvent utiles en réhabilitation.

Plancher par solivage







## **Matériaux**

### **Qualité**

Pendant longtemps, le chêne, mais aussi le châtaignier furent des bois recherchés pour la réalisation des solives. Aujourd'hui, les essences de bois les plus utilisées pour leur bon rapport résistance-poids sont les résineux (sapin, épicéa, douglas, pins).

Le bois massif représente la solution commune pour les portées inférieures à 5 m. On peut utiliser au-delà du bois lamellé-collé ou des solives en bois reconstitué.

Les bois en faible épaisseur devront être particulièrement résistants (classement structure : C22), mais on peut utiliser des bois de moindre qualité (C18) en plus forte section.

On utilise également de plus en plus des poutres en I composées d'une âme en panneau (contreplaqué, fibres ...) ou en tôle et d'ailes de résineux ou en bois lamellé qui présentent une grande légèreté.

### **Humidité**

Mis en œuvre dans une ambiance chauffée, les bois doivent avoir un taux d'humidité voisin de 15% sans excéder 18%.

### **Risques biologiques**

Les planchers n'offrent qu'un risque accidentel de présence d'eau. Les bois doivent présenter une durabilité naturelle ou conférée correspondant à la classe de risque 2.

Par contre, les solives dont l'extrémité est noyée dans la maçonnerie sans précaution particulière sont beaucoup plus sujettes à dégradation. Le choix de l'essence ou du traitement doit correspondre à la classe de risque biologique 3 ou 4.

### **Pré-dimensionnement**

#### **Dimensions des solives**

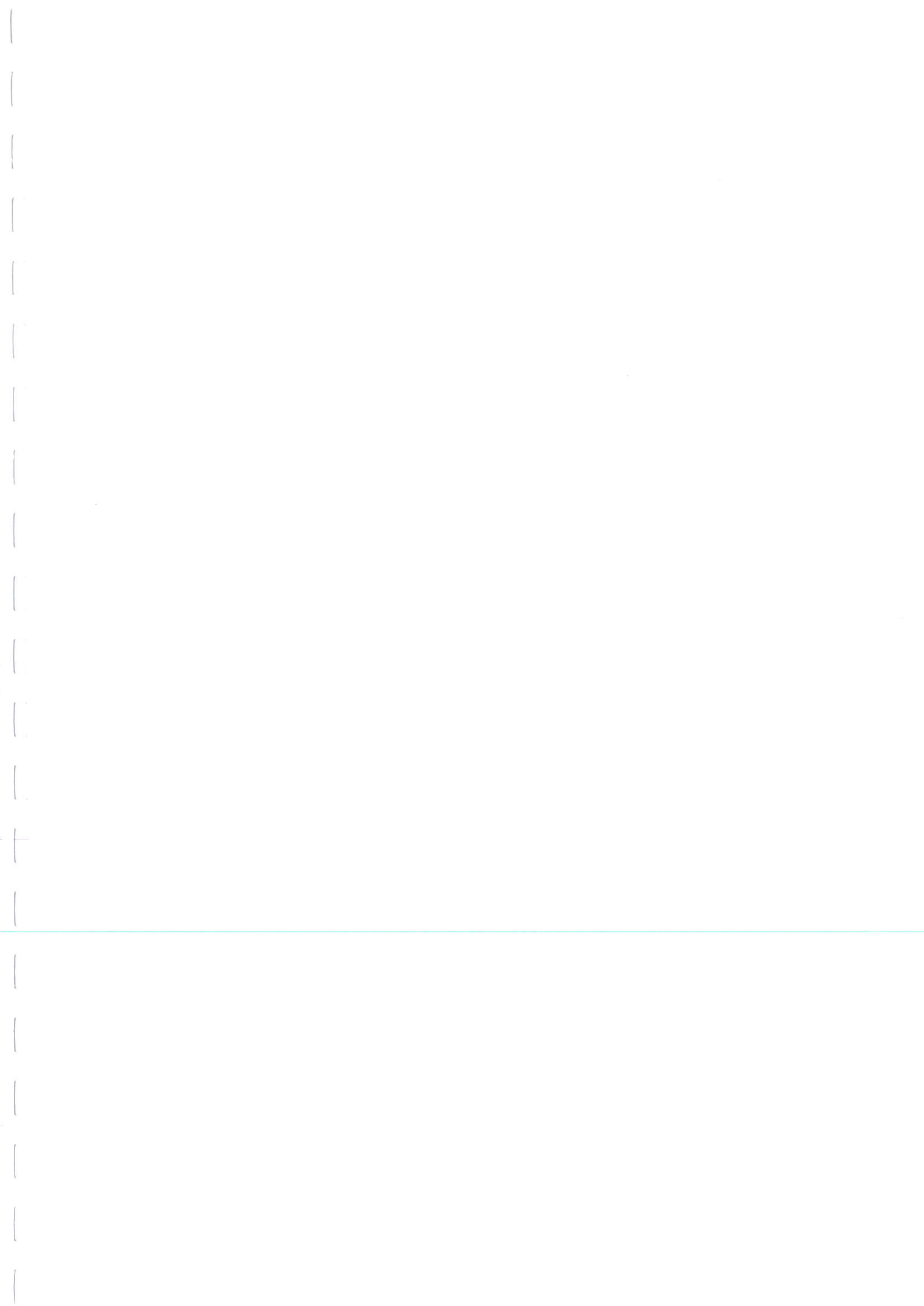
La section et l'espacement des solives sont choisis en fonction :

- de la portée et des charges du plancher,
- de l'épaisseur du platelage et de ses dimensions commerciales,
- des exigences en matière de feu,
- éventuellement du plafond.

Sections courantes des solives :

Longueur (portée) : 3 à 5 m  
Proportions : E = 1/20 L  
Flèche maxi : 1/300 L

En mm		
	50 x 200	50 x 225
	63 x 175	
	75 x 175	75 x 225
	75 x 200	75 x 225
	100 x 200	



## Portée des solives

Pour faciliter la pose sans coupe des panneaux supérieurs, les entraxes courants des solives sont des sous-multiples de 1,20 m soit 30, 40 et 60 cm.

Le tableau suivant permet un pré-dimensionnement des solives.

Solives en mm	Entraxe en cm			Plancher C22	Entraxe en cm			Plancher C20	Entraxe en cm			Plancher C18
	Hauteur	Epais.										
225	75	460	520	570	450	510	550	440	500	550	30	
	63	430	490	530	420	480	520	410	470	520	30	
	50	400	450	490	380	440	480	380	430	470	30	
200	75	400	460	490	390	450	490	390	440	490	30	
	63	380	430	470	370	420	460	370	420	460	30	
	50	350	400	440	340	390	430	340	380	420	30	
175	75	360	400	440	340	390	430	340	390	420	30	
	63	330	380	410	320	370	400	320	360	400	30	
	50	310	350	380	300	340	370	290	340	370	30	
150	75	300	340	370	290	330	370	290	330	360	30	
	63	280	320	350	280	310	340	270	310	340	30	
	50	260	300	320	250	290	320	250	290	310	30	

RAPPEL : CHARGES DES PLANCHERS À USAGE D'HABITATION

Combles non aménagés : 100 daN/m<sup>2</sup>  
 Greniers : 250 daN/m<sup>2</sup>  
 Logements, y compris combles aménagés : 150 daN/m<sup>2</sup>

## Appuis et jonctions

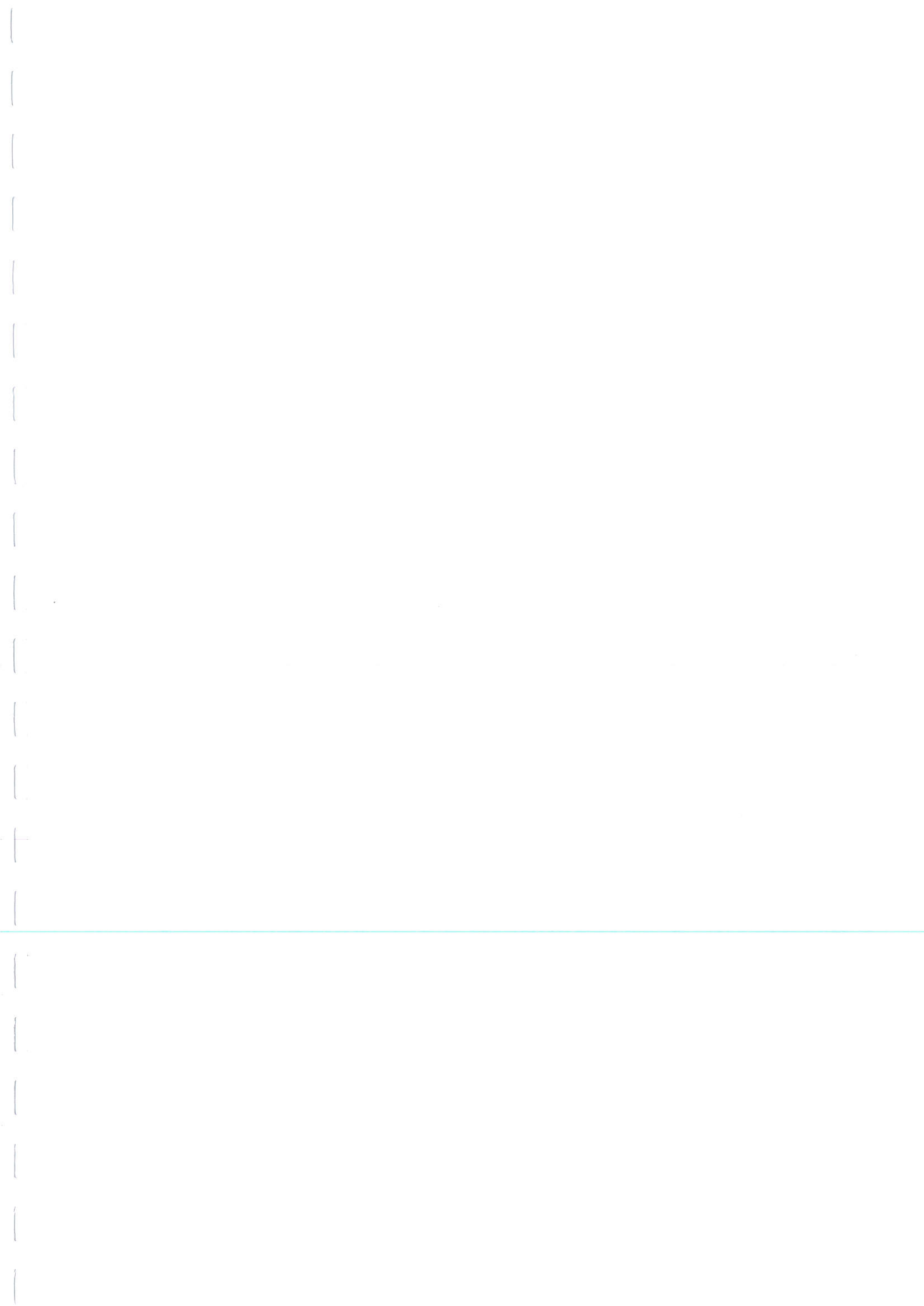
Afin de prendre en compte les contraintes d'écrasement (compression transversale), la surface d'appuis des solives sur des murs et des poutres est au moins de 50 mm sur bois et métal et 75 mm sur maçonnerie.

## Appuis sur murs maçonnes

Sur murs en maçonnerie, plusieurs précautions doivent être prises pour limiter les risques liés à la présence d'humidité dans le mur :

- mettre une coupure de capillarité en sous-face des solives,
- renforcer la protection fongicide en bout de solive (surtout après une coupe),
- ventiler l'extrémité des solives.

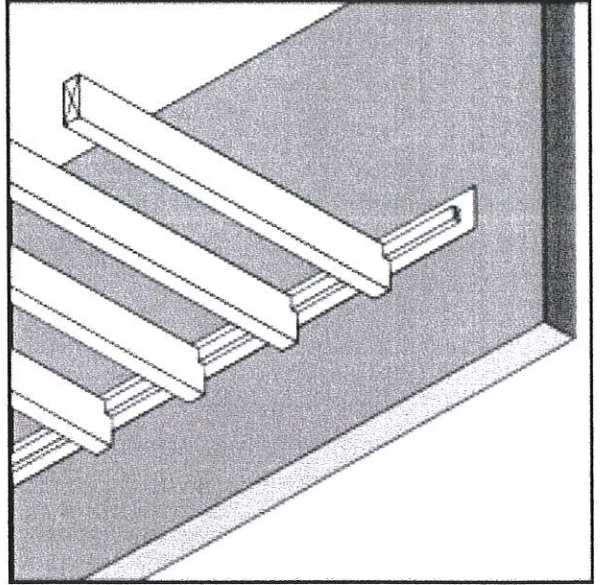
Afin d'assurer un contreventement des parois, les solives en bois encastées doivent être solidarisées aux murs par des ancrages métalliques.



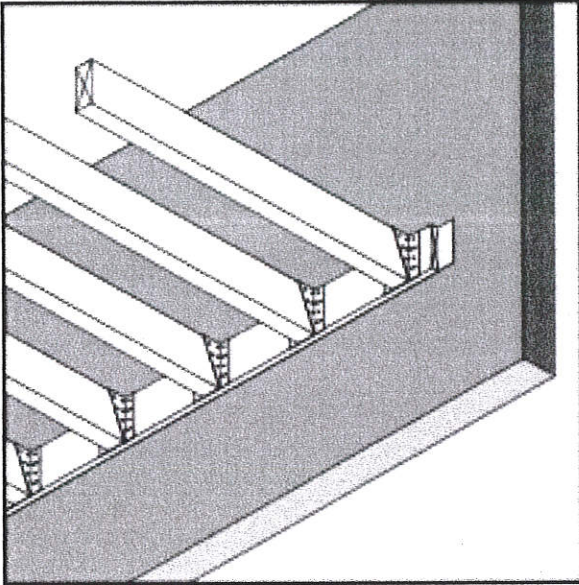


Une coupe de capillarité est nécessaire entre la maçonnerie et la structure bois.

**Appuis sur lambourde**

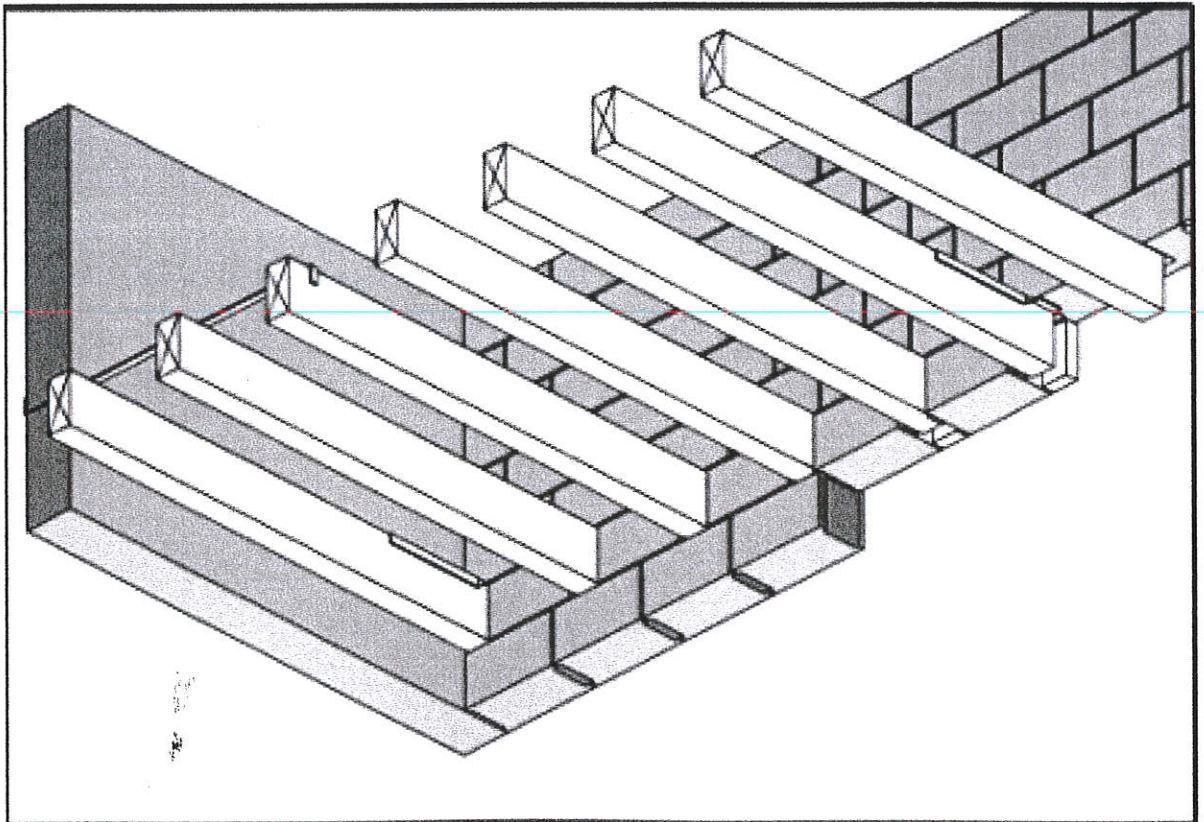


**Appuis sur étriers métalliques**



L'utilisation d'une murallière (lambourde, cornière métallique, solive de rive) représente la solution la plus simple à mettre en œuvre.

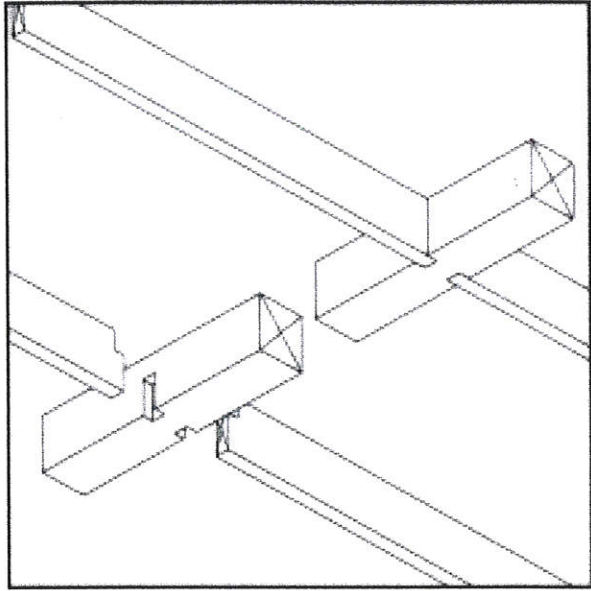
**Appuis sur maçonnerie**



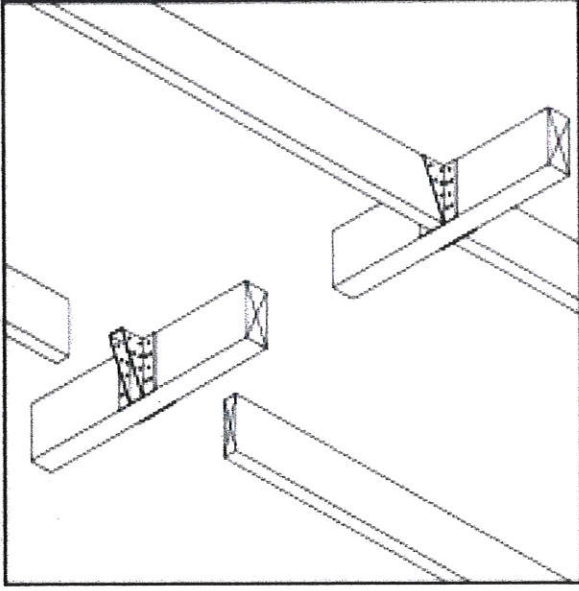




Appuis sur poutres entaillées



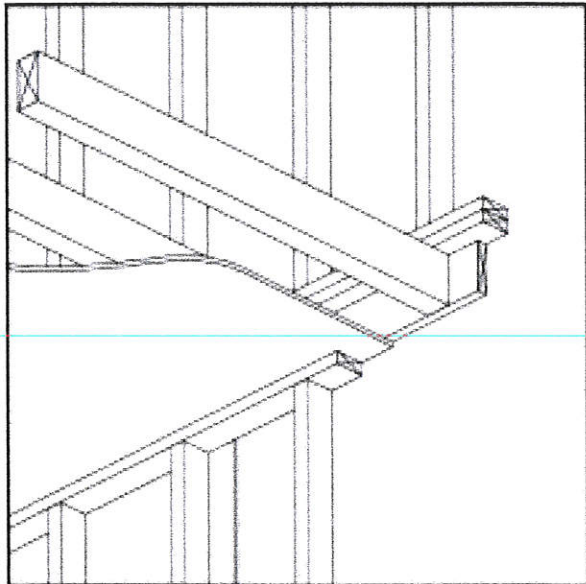
Appuis sur étriers métalliques



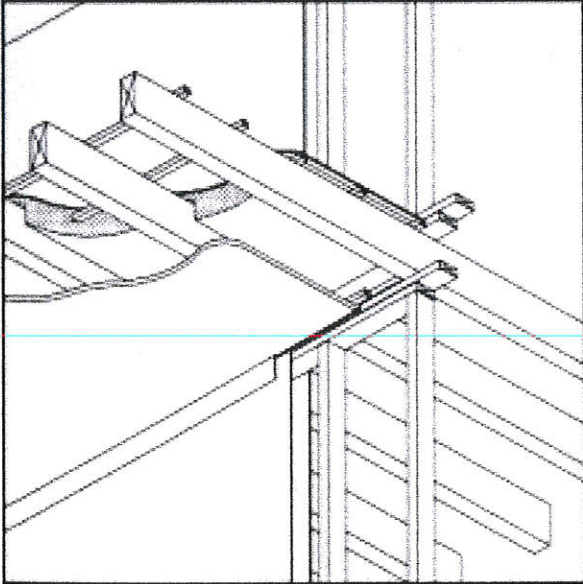
Les solutions d'appuis sur poutre entaillée sont réservées aux poutres de fortes sections (réhabilitation).  
On notera cependant que les assemblages bois sur bois sont à nouveau utilisés comme solutions haut de gamme grâce au taillage numérique en centre d'usinage.  
Cette solution appliquée, en particulier, aux solives et poutres en bois lamelle-collé apparent permet la réalisation de queues-d'aronde de grande précision.

### Appuis sur poutres en bois

Appuis sur sablière



Appuis sur sablière de refend

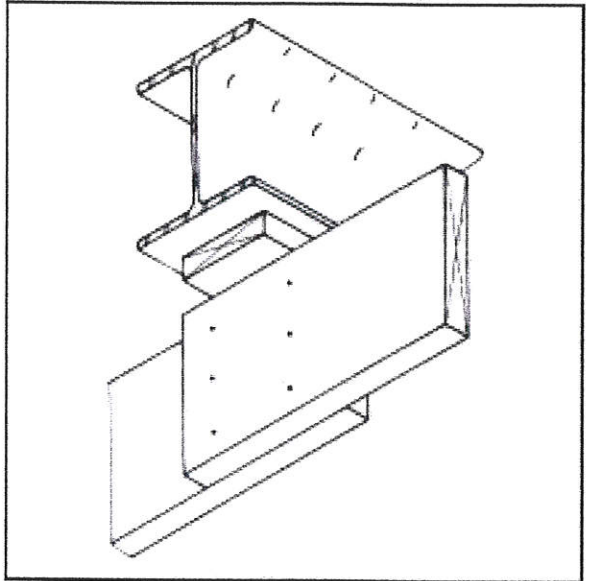


Quelle que soit la technique de plancher et de mur retenue, il importe de vérifier que l'ancrage permet de résister le cas échéant aux efforts et aux vents.  
La jonction entre le plancher et les murs extérieurs doit offrir une bonne étanchéité à l'air (donc à la vapeur). On la traitera le plus près possible de la face chaude pour éviter les risques de condensation.

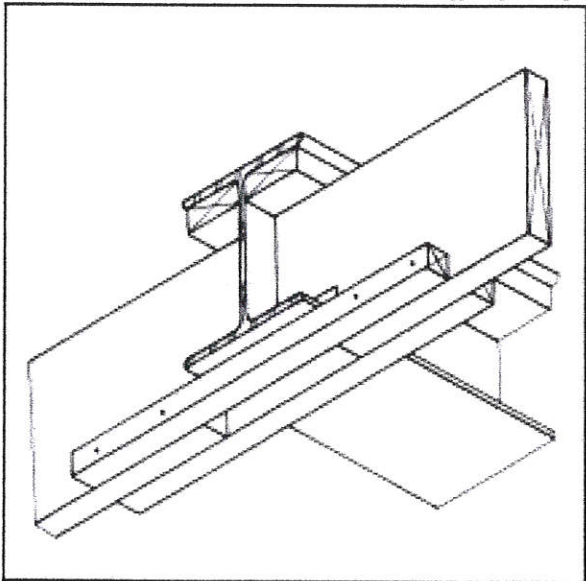
### Appuis sur murs à ossature bois



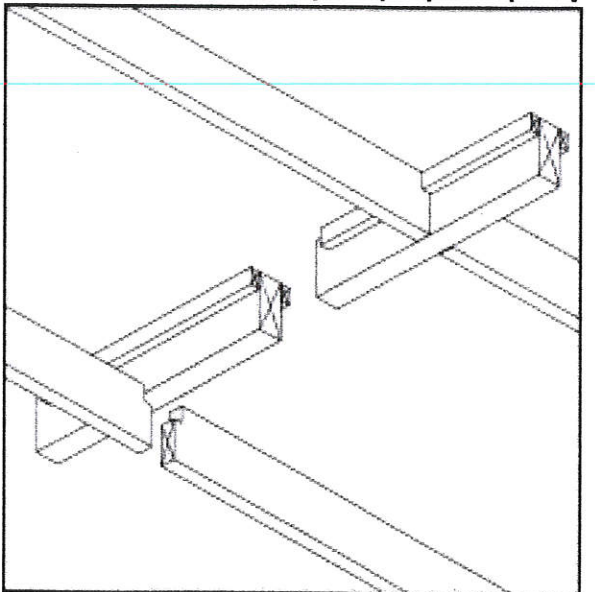
Appuis sur lisses



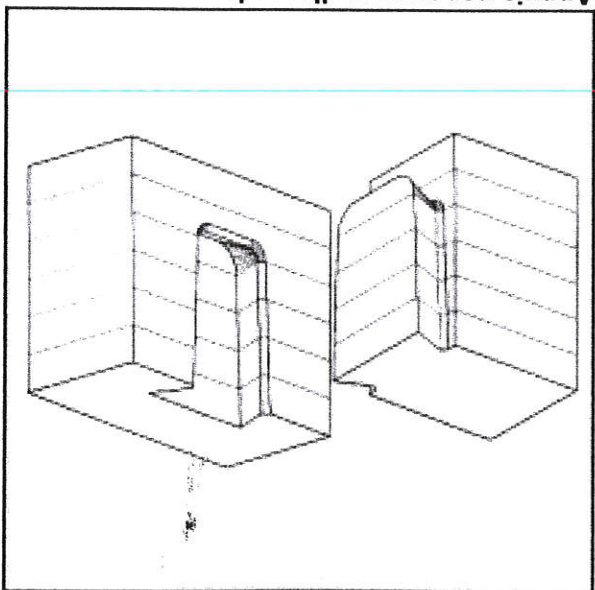
Appuis directs



Appuis sur poutres en acier



Appuis sur lambourdes



Appuis par queues-d'aronde





## Liaisonnement des solives

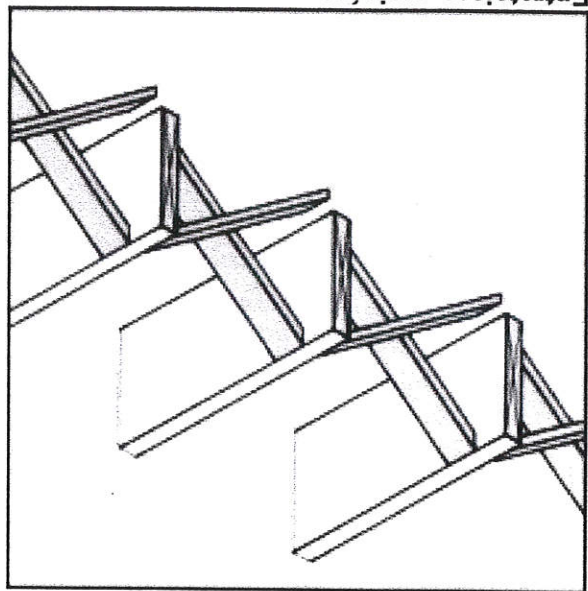
Pour conserver leur résistance mécanique et ne pas compromettre la mise en œuvre des supports de revêtement de sol, les solives doivent être préservées de toute torsion à leurs extrémités et en parties courantes.

Des précautions sont à prendre particulièrement lorsque la hauteur de la solive est supérieure à 4 fois son épaisseur.

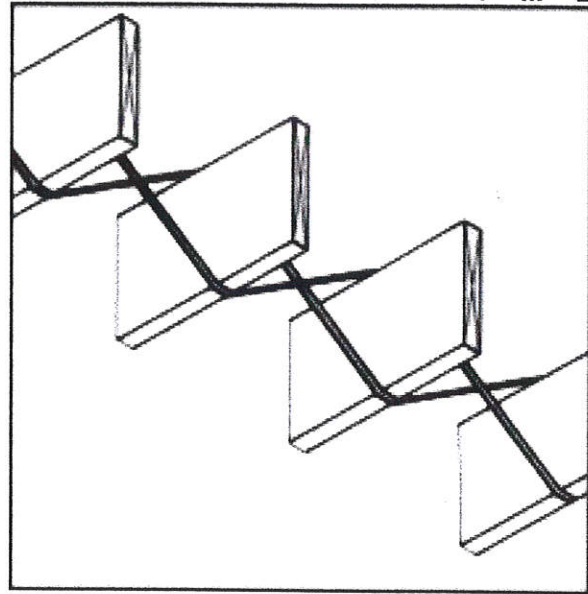
Aux extrémités, les solives sont maintenues soit par la maçonnerie, soit par clouage sur une solive de rive. En partie courante, elles sont contreventées par des dispositifs appropriés dont l'espacement ne doit pas dépasser 40 fois l'épaisseur de la solive.

### A noter :

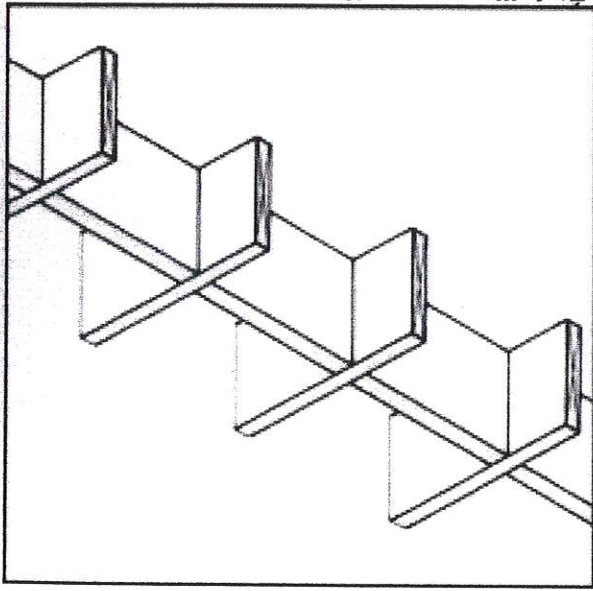
Les étrésoillons permettent de répartir sur trois solives les charges appliquées sur une et donc de reprendre certaines charges concentrées.



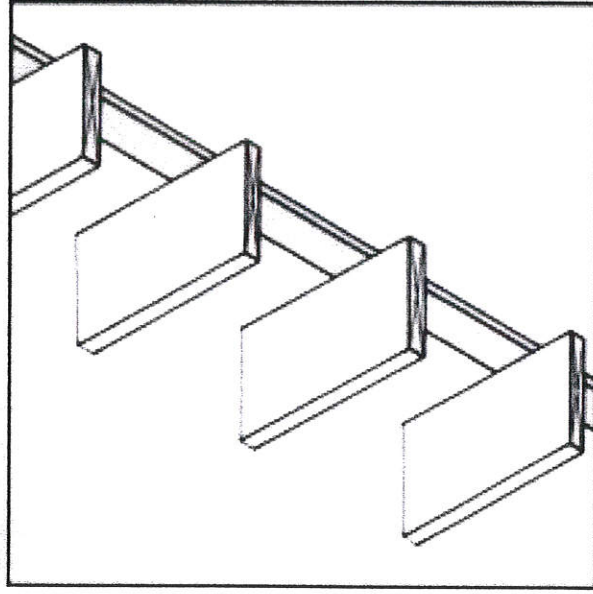
Etrésoiles croisées



Feuillards en acier



Etrésoillons massifs



Lattes de bois



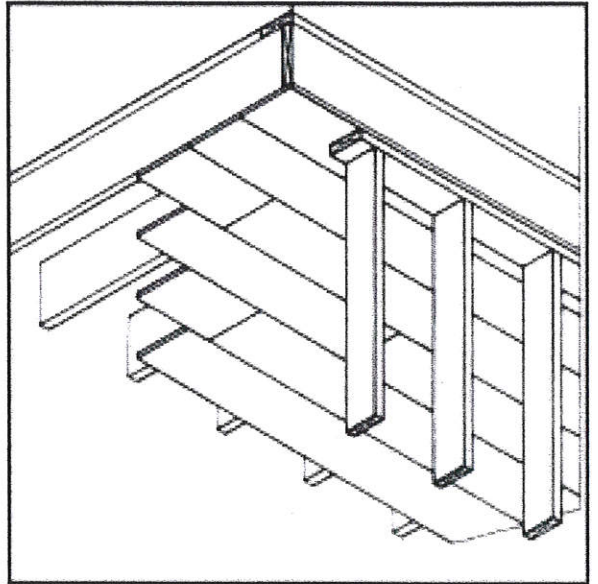


Les panneaux assurent le contreventement horizontal des constructions. Ils sont orientés de telle sorte que leur longueur soit perpendiculaire au solivage.

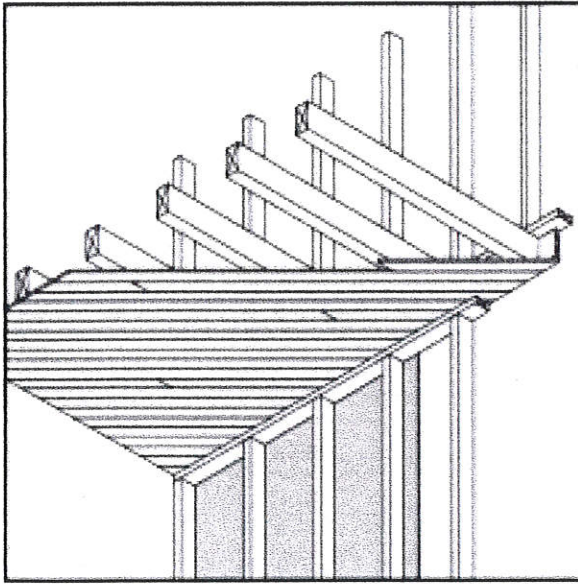
Ils doivent reposer au moins sur trois appuis. Les chants des panneaux sont de type rainure et languette. Les joints d'extrémités doivent poser sur les solives et être décalés "à coupe de pierre". La largeur d'appui minimum est de 20 mm.

### Panneaux

Platelage en planches perpendiculaires



Platelage à 45°



Les planches doivent être placées de telle sorte que les joints d'extrémité se présentent sur le dessus des solives. Ces joints sont habituellement décalés et répartis sur toute la surface du plancher. Les planches posées perpendiculairement aux solives ne participent pas au contreventement.

Pour assurer le contreventement, les planches doivent être posées en diagonale à un angle voisin de 45°. La largeur des planches doit être inférieure à 200 mm.

On fixe les planches d'une largeur inférieure à 150 mm par 2 clous à chaque appui et 3 clous si leur largeur est supérieure.

### Planches

- le bois massif (planches ou lames bouvetées),
- les panneaux de contreplaqué (CTB X),
- les panneaux de particules (CTB H),
- les panneaux de particules orientées (OSB).

Les supports les plus employés sont :

Le choix d'un platelage dépend des charges à répartir et donc de l'entraxe des solives, du prix mais aussi du revêtement de sol et de ses exigences (planéité, stabilité, étanchéité...)

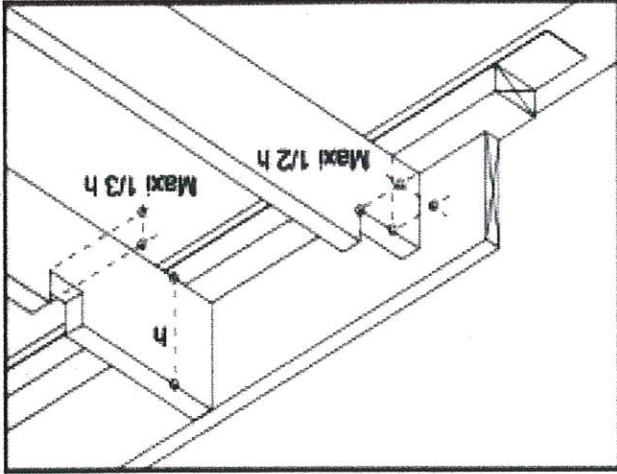
Sur les solives vient se fixer par clouage, agrafage, vissage ou collage, un platelage. Ce support assure la répartition des charges sur les solives et peut contribuer au contreventement des parois verticales.

### Platelage





**Entailles**



Les entailles réalisées sur le dessus des solives doivent être distantes de la rive de l'appui d'au plus la moitié de la hauteur de la solive et ne doivent pas mesurer en profondeur plus du tiers de cette hauteur.

S'il est nécessaire de pratiquer des entailles ailleurs dans la portée, il faut en tenir compte dans le dimensionnement de la solive.

La hauteur utile de la solive sera majorée de la profondeur de l'entaille.

Les entailles ne sont pas admises dans la partie inférieure des solives (fibres tendues) sauf sur appui.

**Entailles**

Les fluides et les gaines peuvent être aisément disposés dans un sens parallèle aux solives. La structure en bois servira de support direct aux gaines de reprise d'air, aux canalisations et aux chemins de câbles. Les vides de construction pourront également servir à encastrer les luminaires, les diffuseurs, grilles de reprises et de soufflage sous réserve de ne pas généraliser les performances acoustiques.

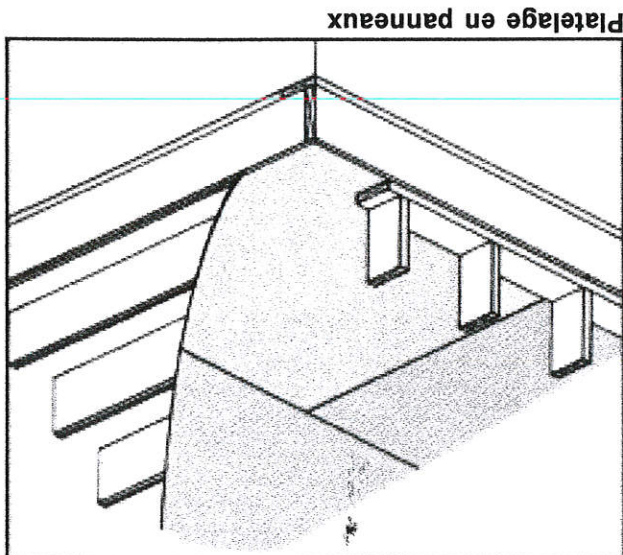
Dans un sens perpendiculaire aux solives, le passage des fluides et gaines est limité par les contraintes d'engravure et de percement.

**Fluides et gaines**

Hypothèses de charges réparties de 150 daN/m<sup>2</sup>

Entraxe des solives	Planches en résineux	Contreplaqué CTB X	Particules orientées (OSB)	Particules CTB H
60 cm	23 mm	19 mm	15 mm	19 mm
40 cm	19 mm	15 mm	12 mm	16 mm
30 cm	16 mm	12 mm	12 mm	16 mm
				22 mm

**Épaisseur des plateaux**



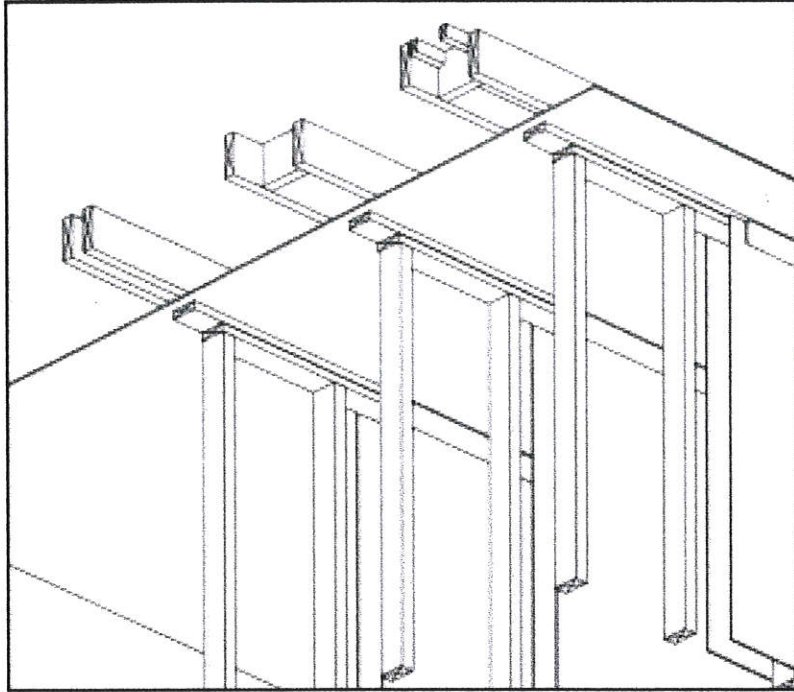
Platelage en panneaux

Les panneaux sont cloués le long des rives au moins tous les 15 cm et 30 cm sur les appuis intermédiaires.

On utilisera des pointes torsadées d'une longueur supérieure à 3,5 fois l'épaisseur du panneau ou de préférence des vis fraisées de longueur supérieure à 2,5 fois l'épaisseur.



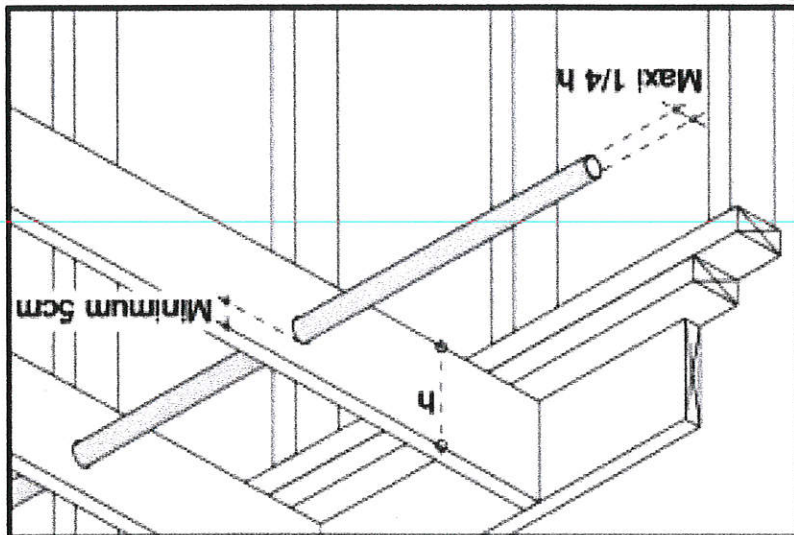
**Cloisons lourdes parallèles aux solives**



Dans le cas de mise en œuvre de cloisons lourdes ( $P > 50 \text{ kg/m}^2$ ) des précautions doivent être prises. Pour les cloisons perpendiculaires aux solives, on vérifiera que la surcharge ne provoque pas une flèche excessive. Pour les cloisons parallèles aux solives, on disposera des étréillons de répartition des charges sur deux solives ou l'on doublera la solive au droit de la cloison. Dans les deux cas, il pourra être nécessaire d'augmenter la section des solives ou de diminuer leur écartement.

**Cloisons intérieures**

**Percements**



Les trous dans les solives ne doivent pas avoir un diamètre supérieur au quart de la hauteur de la solive ni être en dessous de 5 cm d'une rive ou de l'autre.

**Percements**



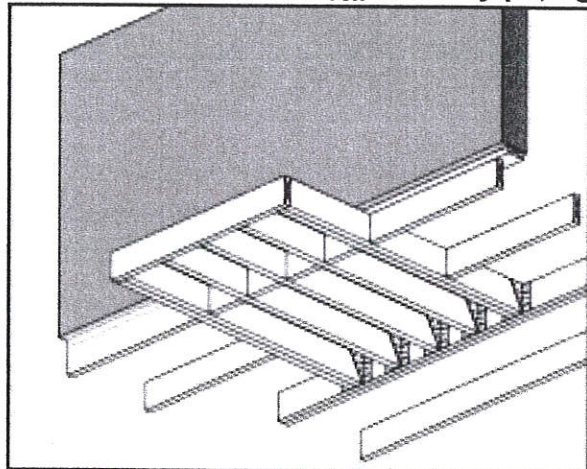
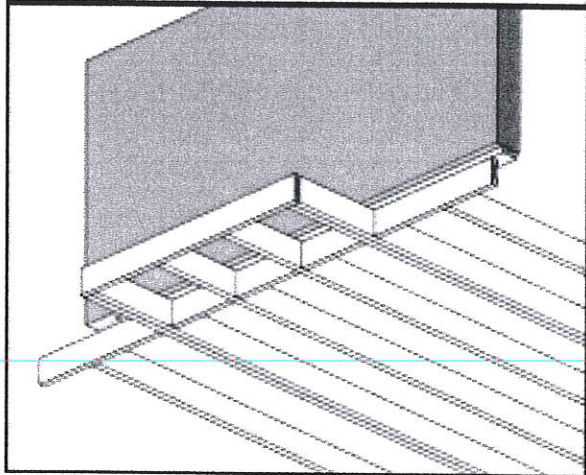


## Porte-à-faux et trémiés

### **Porte-à-faux**

Les planchers par solivage permettent de réaliser simplement des porte-à-faux pour la confection de balcons ou de murs en encorbellement jusqu'à une longueur de 4 fois la hauteur des solives (60 à 80 cm). Au-delà de cette portée tout porte-à-faux devra être soigneusement calculé.

Si le plancher en porte-à-faux est parallèle aux solives, il convient de créer une zone d'équilibrage. Des consoles viennent se fixer à une solive jumelée située à l'intérieur du mur à une distance égale à deux fois le porte-à-faux.



**Porte-à-faux parallèles aux solives**

**Porte-à-faux perpendiculaires aux solives**

### **Trémiés**

Une trémie pratiquée dans la charpente d'un plancher est réalisée grâce à une disposition appropriée de chevêtres, de solives d'enchevêtrures et de solives boîtuses.

Les solives d'enchevêtrures de faible épaisseur (50 ou 75 mm) et les chevêtres doivent être doubles lorsque leur portée dépasse 1,20 m. Les chevêtres de plus de 1,80 m de longueur doivent être supportés aux extrémités par des étriers dont on vérifiera en particulier les contraintes de cisaillement aux fixations. Les chevêtres de plus de 3,60 m doivent trouver appui sur des murs ou des poutres.

### **Attention :**

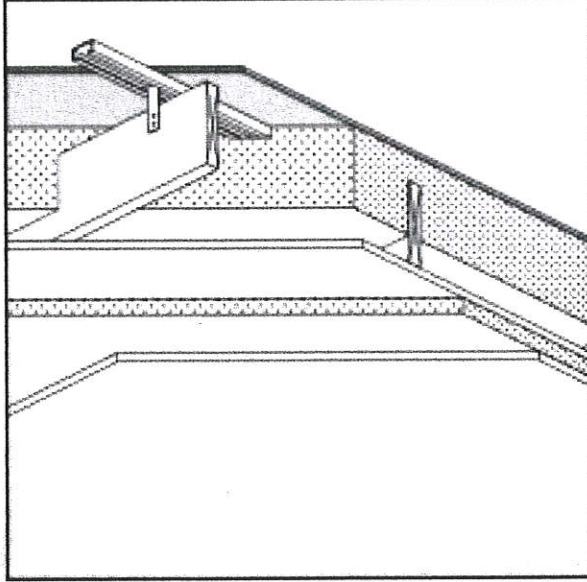
Les trémiés de grandes dimensions peuvent modifier la rigidité horizontale du plancher et donc son rôle de contreventement pour les murs.



L'expérience montre qu'on peut améliorer l'isolation acoustique des plafonds suspendus : les panneaux supports de revêtement de sol et par un plafond suspendu. Le principe masse-ressort-masse. Un isolant en fibres est généralement placé entre les solives ou déroulé en continu sur une plaque formant plafond. La masse est apportée par le L'affaiblissement acoustique aux bruits aériens des planchers par solivage est fondé sur le

### Isolation acoustique

Isolation des planchers



L'épaisseur dépend de la performance recherchée. Pour les planchers sur vide sanitaire, l'isolant devra être non hydropHile. Lorsque le plancher est séparatif avec une zone froide (plancher sur vide sanitaire, plancher support de toiture-terrasse), il est indispensable de mettre en place un pare-vapeur sur la face chaude du plancher. Le pare-vapeur est placé entre les solives et le plancher quand ce dernier supporte directement le revêtement de sol. Il est placé sur le panneau si celui-ci est destiné à recevoir un plancher flottant.

L'isolation thermique se règle ordinairement par la mise en place d'un isolant en fibres ou en flocons entre les solives.

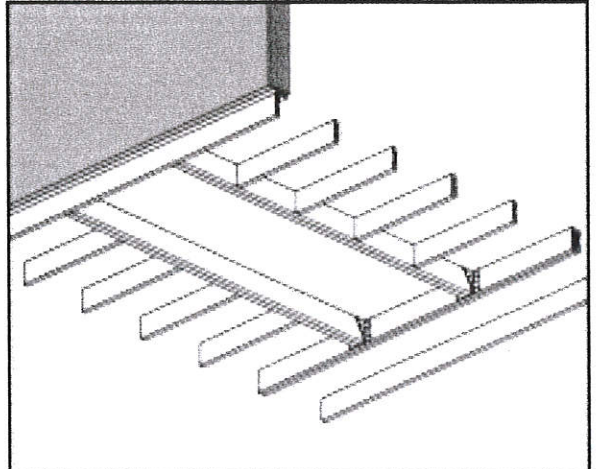
### Isolation thermique

#### Isolation

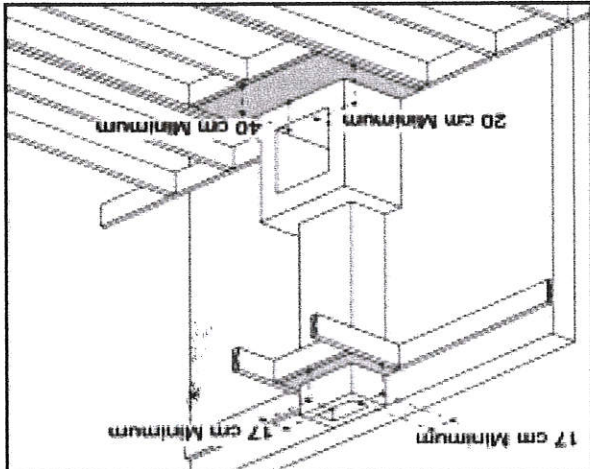
Dans le cas de vide sanitaire, la hauteur minimale sous le solivage doit être de 0,30 m. Les solives seront traitées en classe 4. Le sol devra être débarrassé de toute matière organique. Les orifices de ventilation devront être en place et judicieusement répartis. La surface totale des orifices de ventilation doit être au moins égale au  $1/500^{ème}$  de la surface au sol du vide sanitaire.

#### Plancher sur vide sanitaire

Trémie d'escalier



Trémie de cheminée







Si l'on interpose entre le plancher et les locaux un écran formant bouclier thermique, les solives sont calculées hors contraintes dues au feu.

Les principaux écrans admis pour faire face au feu sont :

- les plaques de plâtre et de gypse-cellulose,

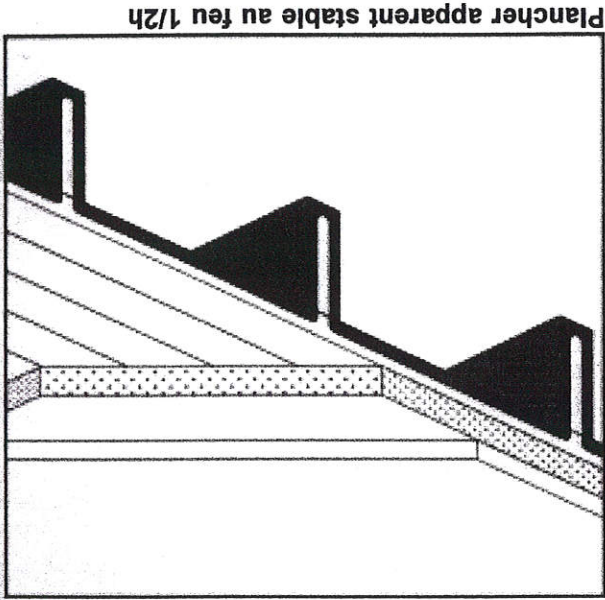
### Plancher avec écran

Ils sont souvent associés à de la laine minérale.

- les plaques de fibres-ciment,
- les panneaux bois-ciment.

La connaissance de la vitesse de progression du front de carbonisation permet de calculer les planchers en bois apparents, donc exposés, et la section résiduelle des éléments qui le composent (solives et platelage).

### Plancher par solivage apparent



### Feu

Les matériaux résilients les plus employés sont :

- des panneaux en fibres de bois, de lin ou de chanvre,
- des dalles en liège,
- des isolants minéraux résistant à la compression (fibres de verre, fibres de roche),
- des feutres et panneaux résilients en mousses ou fibres de synthèse,
- des formes en vermiculite bitumée.

amortisseur.

L'isolement aux bruits d'impact est assuré par la réalisation de planchers flottants. On interpose entre le support de revêtement de sol et l'aire supérieure du plancher un matériau ripage sous charges ponctuelles).

Les formes en sable sont à déconseiller (fuites en cas de percement ultérieur, risques de les chapes en béton.

- les pavés et dalles en béton,
- les briques en terre crue ou cuite,

matériaux d'alourdissement les plus employés sont :

Il peut être nécessaire d'apporter un complément de masse par des matériaux lourds disposés sur le plancher. Les solutions sèches sont à privilégier pour faciliter la mise en œuvre. Les

- en fixant le plafond sur des ossatures longues portant de mdr à mur.
- en utilisant des fourrures métalliques maintenues par des suspentes résilientes (caoutchouc, néoprène),



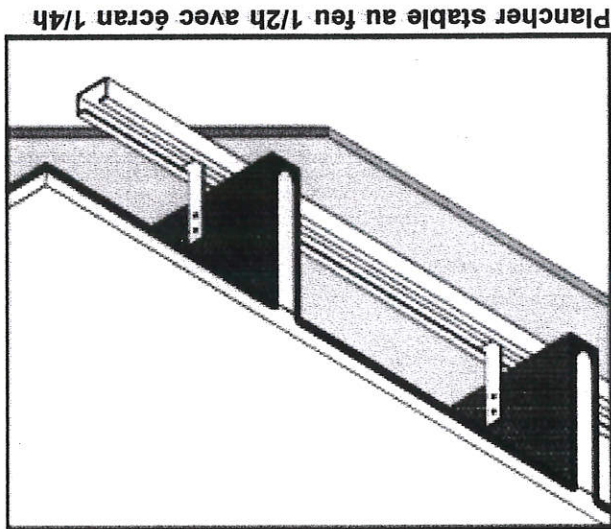
Ces panneaux sont constitués de nervures en caisson triangulaire avec âme en lamelle-collée (42 ou 52 mm) et semelles droites massives. Ces nervures supportent un plancher double peau contrecollée avec lames longitudinales en sous-faces (13 mm) et lames transversales en surface (28 mm). Les rives sont rainurées permettant l'assemblage des tables par fausses languettes avec élévis.

Épaisseur : 220 à 336 mm  
 Longueur (portée) : 6 m à 13,50 m  
 Largeur : 1,20 m  
 Proportions :  $E = L/35$

### Panneaux porteurs en V

Les fabricants proposent aujourd'hui des composants à solivage formant caissons de plancher et permettant de franchir des portées plus importantes.

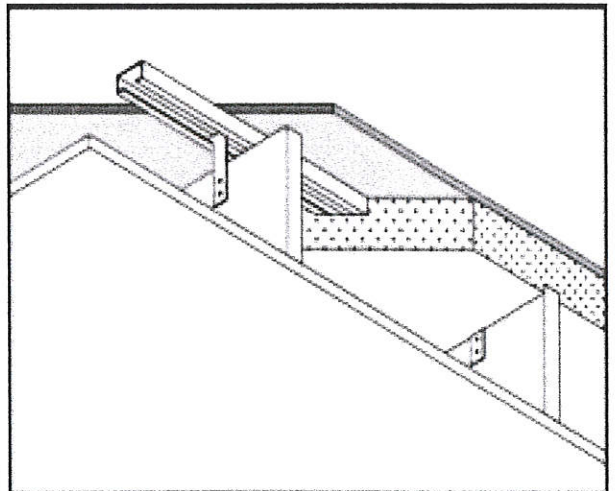
### Autres planchers par solivage



Plancher stable au feu 1/2h avec écran 1/4h

Lorsque l'écran n'est assuré qu'une fraction de la stabilité au feu requise, le complètement est assuré par la structure elle-même calculée selon le principe de la structure bois apparente pour la durée restante.

### Plancher avec écran insuffisant



Plancher stable au feu 1/2h avec écran 1/2h

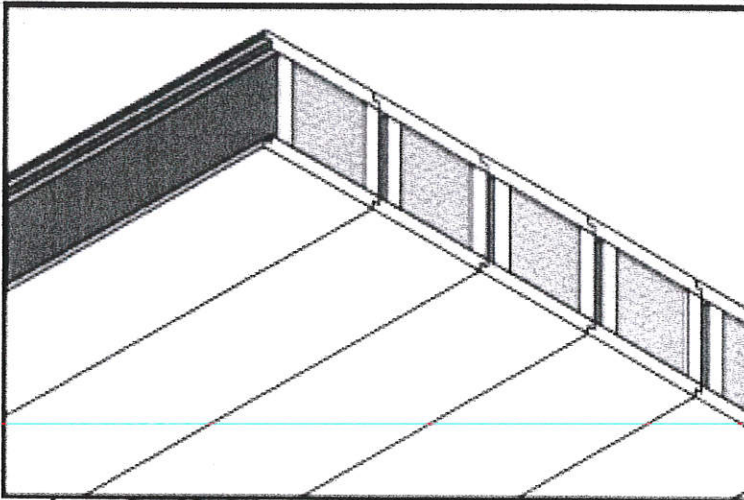




DTU 31.1	Charpente et escaliers en bois
DTU 31.2	Construction des maisons et bâtiments à ossature en bois
DTU 51.1	Parquets massifs contrecollés
DTU 51.2	Parquets collés
DTU 51.3	Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois
DTU 51.11	Pose flottante des parquets et revêtements de sol contrecollés à parements bois
DTU 58.1	Travaux de plafonds suspendus
DTU règles CB 71	Règles de calcul et de conception des charpentes en bois
DTU BF 88	Règles bois feu 88

**Normes et DTU**

**Panneaux caissons type Lignatur**



**Panneaux caissons**  
 Réalisés à partir de planches  
 par doubles rainures et  
 thermoudrissable ou par  
 Epaisseur :  
 Longueur (p)  
 Largeur :  
 Proportions :

ont assemblés  
 n par mousse



