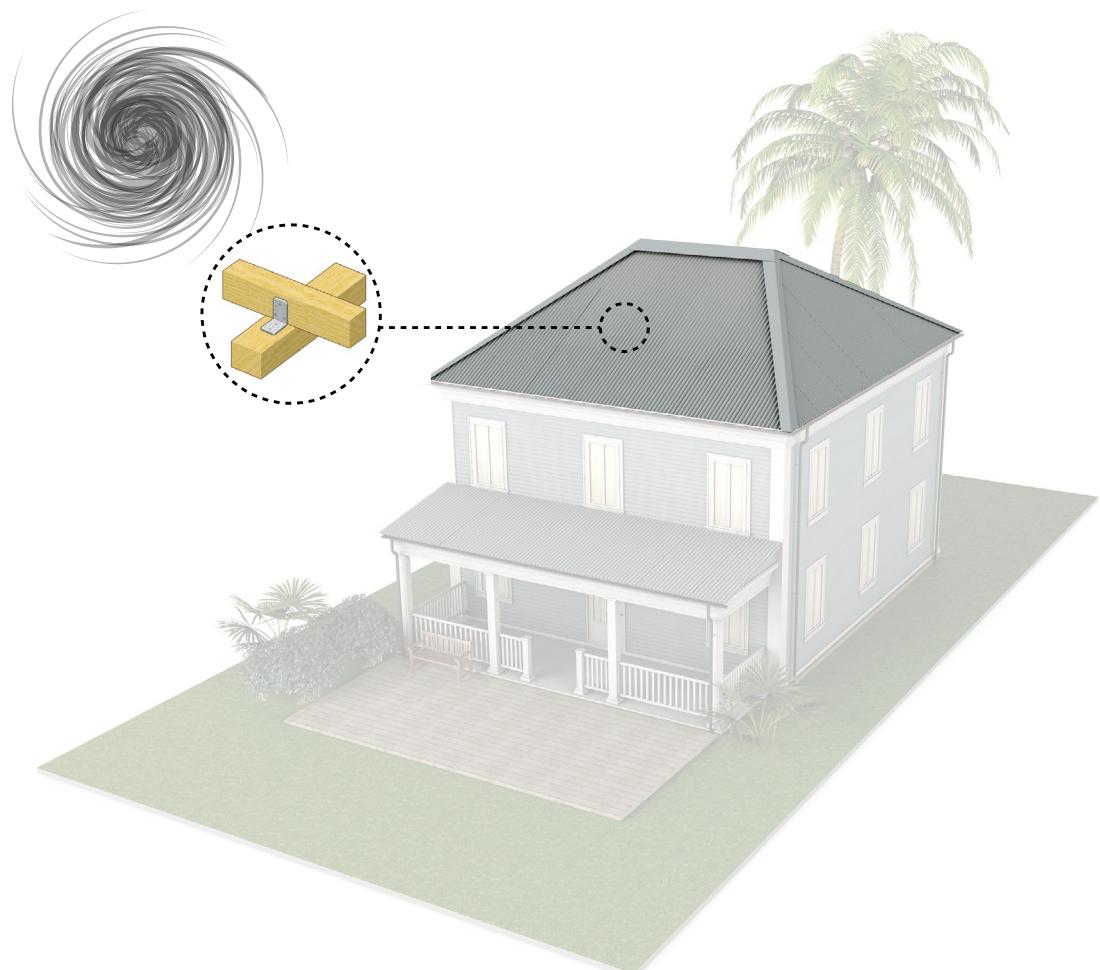


Points clés de construction paracyclonique d'une maison

ANTILLES

MAYOTTE

LA RÉUNION



GOUVERNEMENT

Liberté
Égalité
Fraternité

Illustrations : Laubywane, DHUP, AQC

Ce guide a été rédigé par des spécialistes du Réseau Scientifique et Technique du Ministère chargé du logement (CSTB) avec l'appui d'un réseau d'acteurs locaux d'Outre-mer.

Membres de l'équipe technique du CSTB :

- Philippe LEBLOND
- Réda OUSSENNAN
- Ayman EL HAJ
- Duc Toan PHAM

SOMMAIRE

5	1. INTRODUCTION
5	2. CHOIX DES MATÉRIAUX
5	2.1 Bois
5	2.2 Couverture
5	2.3 Assemblages métalliques
6	3. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES
6	3.1 Dimensions des éléments de charpente
9	3.2 Conception des contreventements
11	3.3 Assemblages
16	4. ENTRETIEN ET STOCKAGE
16	4.1 Entretien et inspection
17	4.2 Stockage

1. Introduction

Cette fiche fournit des indications de mise en œuvre **des charpentes en bois**. Elle présente les points singuliers qui ont une influence directe sur la résistance de la charpente face aux effets du vent. Les détails de mise en œuvre vis-à-vis des autres exigences d'une charpente en bois ne sont pas traités.

Chaque fiche contient :

- des préconisations sur les matériaux à employer ;
- des méthodes de mise en œuvre directement applicables ;
- des rappels relatifs à l'entretien et au stockage des éléments.

Une *fiche introductive* explicite le domaine d'application et les hypothèses de calcul retenus pour l'ensemble des fiches thématiques.

L'utilisation de la présente *fiche thématique* exige par ailleurs le respect des règles de conception, de calcul et de réalisation en situation courante (et en situation sismique pour les territoires concernés) dont l'application est précisée dans les textes réglementaires, normatifs et d'évaluation (Eurocodes, DTU, Avis Techniques...).

2. Choix des matériaux

Le choix des matériaux et des produits de construction revêt une importance cruciale pour la sécurité et la durabilité des bâtiments. Les performances sont spécifiées par le fabricant conformément au marquage CE et sont directement affichées sur le produit lui-même ou sur l'étiquette qui l'accompagne.

2.1 Bois

En raison de l'influence de l'environnement fortement humide, on utilise des bois résineux et des bois feuillus tropicaux. La teneur en eau des bois mis en œuvre ne doit pas excéder 20 % pour les éléments structuraux. Ces bois destinés aux éléments structuraux répondent aux exigences de la classe d'emploi 4 (conformément à la norme NF EN 335) et doivent donc bénéficier d'une protection anti-termes. En ce qui concerne les bois destinés aux éléments non structuraux, ils satisfont aux exigences de la classe d'emploi 3 (conformément à la norme NF EN 335), que ce soit grâce à leur durabilité naturelle ou à un traitement approprié.

Les panneaux contreplaqués de type EN 636-2, les panneaux de particules de type P5 et P7, ainsi que les panneaux de fibres, ne sont pas destinés à être utilisés pour une fonction structurale.

2.2 Couverture

La couverture est constituée de plaques métalliques ondulées ou nervurées : se référer à la fiche *couverture en toiture*.

2.3 Assemblages métalliques

Les systèmes d'assemblage et de fixation de la charpente en bois sont fabriqués en acier avec un revêtement zingué validé pour une utilisation en classe de service 3, avec un revêtement de type Z275¹ minimum. L'utilisation d'assemblages en acier inoxydable permet une meilleure durabilité.

¹ Ce revêtement n'est pas adapté aux assemblages exposés aux embruns marins. Dans de telles situations, les pièces métalliques sont en acier inoxydable A2 pour des conditions normales et en A4 pour une utilisation en front de mer.

Lors de l'utilisation des pointes et des vis, les bois feuillus tropicaux sont pré-percés.

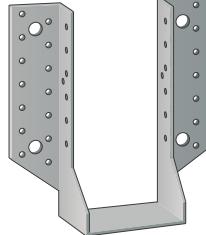
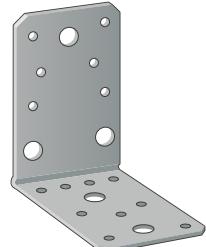
Composant	Domaine d'application	Figure
Boulon tête hexagonale	Sabots de charpente, équerres mixtes renforcées, pieds de poteau	
Goujon d'ancrage inox	Fixation dans un chaînage	
Vis	Sabot de charpente	
Vis à bois structurale	Assemblage d'éléments en bois	
Sabot à ailes extérieures	Solives, pannes, poutres lisses, butées de chevrons	
Équerre structurale	Pannes, chevrons	

Tableau 1 : Domaine d'application des composants principaux de l'assemblage

3. Dispositions constructives

3.1 Dimensions des éléments de charpente

Dans cette fiche, les charpentes ont une longueur maximale de 10 m et une largeur maximale de 10 m. Elles sont à 2 ou 4 versants. La pente des versants varie entre 8,5° et 30°.

L'ossature de charpente est composée de fermes associées soit à des pannes, soit à des chevrons. Leurs caractéristiques principales sont définies ci-après.

Les fermes ont une portée maximale de 10 m et sont espacées de 2 m maximum.

Les éléments principaux constituant une ferme sont les suivants :

- Les poinçons sont de section 15 x 15 cm² minimum ;
- Les arbalétriers sont de section 8 x 25 cm² minimum ;
- Les contrefiches sont de section 8 x 15 cm² minimum ;
- Les entraits sont de section 2 x 5 x 15 cm² minimum ;
- Les contrefiches font un angle de 45° maximum par rapport au poinçon.

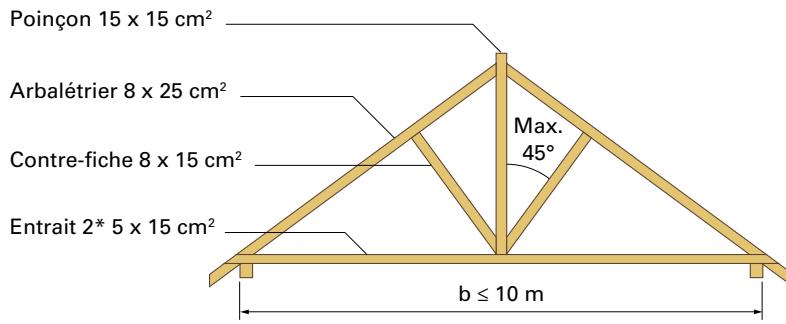


Figure 1 : Exemple de composants d'une ferme

Les pannes ou chevrons sont en bois de section $8 \times 12 \text{ cm}^2$ minimum et de classe de résistance C24 minimum. La portée maximale des pannes ou chevrons est de 2 m.

Les pannes ou chevrons sont espacés de 0,6 m maximum. L'espacement est réduit à 0,4 m maximum aux extrémités pour les 4 premières pannes ou 4 premiers chevrons.

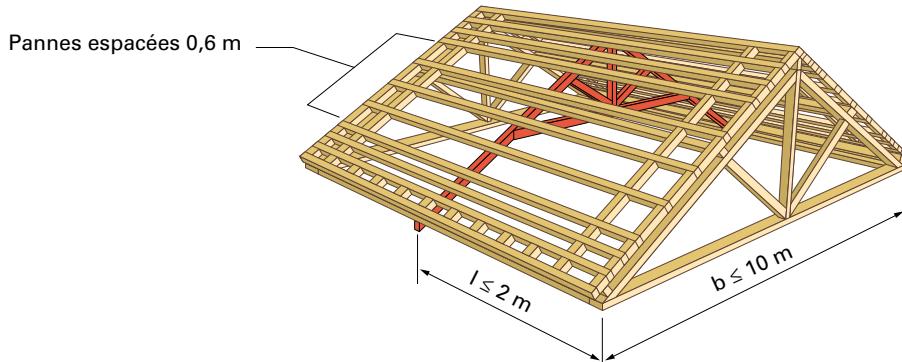


Figure 2 : Exemple d'espacement des pannes courantes

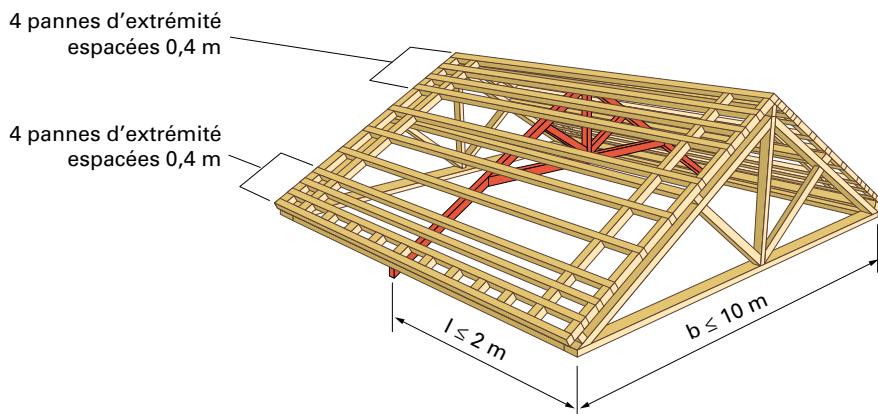


Figure 3 : Exemple d'espacement des 4 premières pannes d'extrême

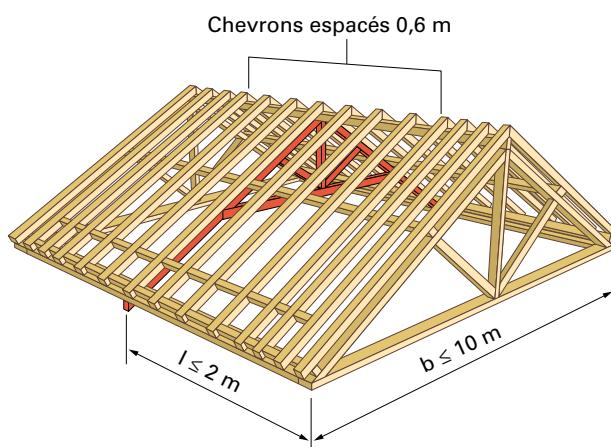


Figure 4 : Exemple d'espacement des chevrons courants

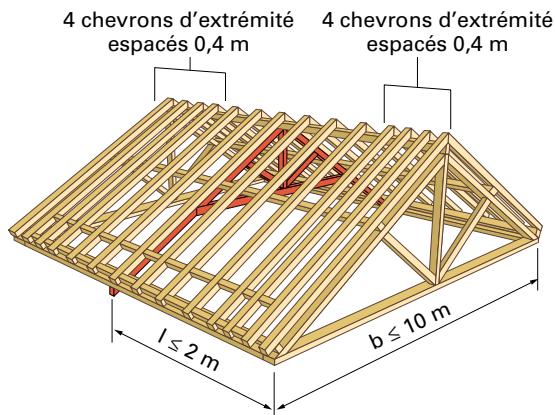


Figure 5 : Exemple d'espacement des 4 premiers chevrons d'extrême

Pour assurer une rigidité suffisante d'une charpente à 4 versants, il est nécessaire de respecter les caractéristiques suivantes :

- La panne faîtière est de section $8 \times 25 \text{ cm}^2$ minimum ;
- Les arêtiers sont de section $8 \times 15 \text{ cm}^2$ minimum.

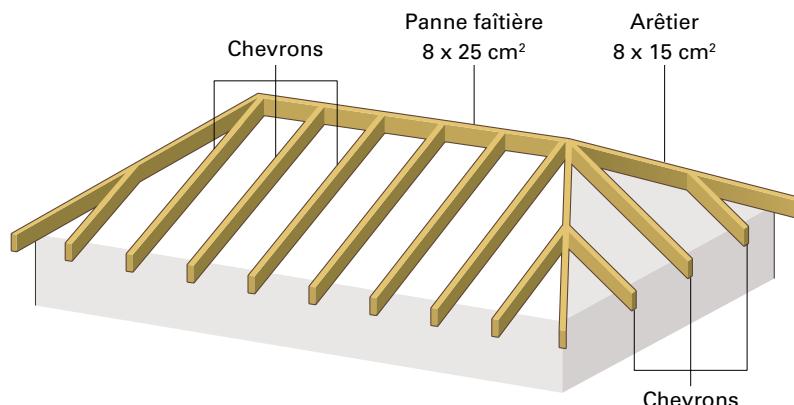


Figure 6 : Exemple d'une charpente à 4 versants (les appuis de la poutre faîtière ainsi que les éléments de charpente supportant les pannes ne sont pas représentés)

Les jonctions hors appuis ou simplement clouées sont à éviter.

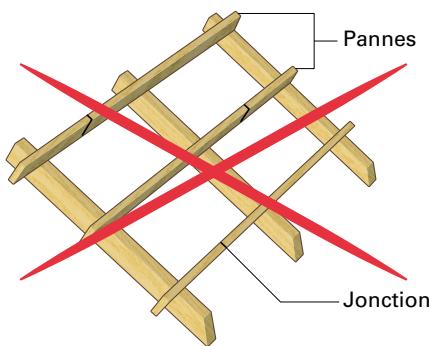


Figure 7 : Exemple de jonctions hors appuis à éviter

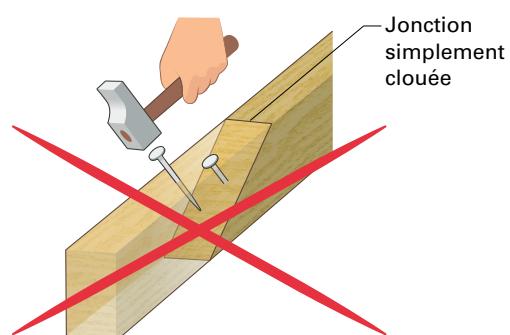


Figure 8 : Exemple d'une jonction simplement clouée à éviter

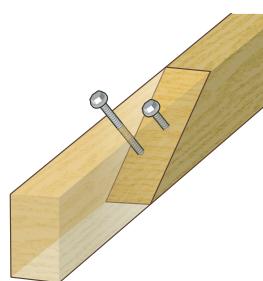


Figure 9 : Exemple d'une jonction vissée

3.2 Conception des contreventements

Le contreventement de la charpente est assuré par :

- les contreventements de versants (stabilité hors plan des fermes) ;
- un diaphragme ou une poutre au vent au niveau des entrails (rigidité et résistance pour redistribuer les efforts aux murs primaires).

■ Contreventement de versants

Les versants sont contreventés :

- soit par des panneaux rigides (panneaux à base de bois) ;
- soit par des éléments diagonaux type croix de contreventement situés dans le plan des versants et rejoignant les extrémités du versant.

Contreventement par des panneaux rigides (panneaux à base de bois)

La mise en œuvre sur les chevrons ou pannes de panneaux en contreplaqué ou panneaux de sous-toiture hydrofuges couvrant toute la surface des versants permet une meilleure stabilité de la charpente dans le plan horizontal. Les caractéristiques principales sont les suivantes :

- l'épaisseur est de 14 mm minimum pour les panneaux en contreplaqué ou les panneaux de sous-toiture hydrofuges ;
- les dimensions des panneaux sont supérieures ou égales à $120 \times 240 \text{ cm}^2$ en partie courante ;
- les panneaux ne présentent pas d'ouverture, de trou, de défectuosité ou de défaut ;
- les panneaux sont disposés en quinconce (pas d'alignement des joints) ;
- les panneaux sont vissés sur tout leur pourtour. Les vis sont espacées de 15 cm maximum et placées de 1 à 1,5 cm des bords ;
- la largeur des joints entre panneaux est d'environ 1 mm/m de longueur de panneaux ;
- les liteaux de section $5 \times 8 \text{ cm}^2$ sont fixés par le dessus sur les panneaux, au droit des joints de panneaux. Les vis sont espacées de 15 cm maximum ;
- les vis sont à tête plate. Les pré-trous sont nécessaires et ont un diamètre inférieur d'au moins 2 mm par rapport au diamètre de la vis.

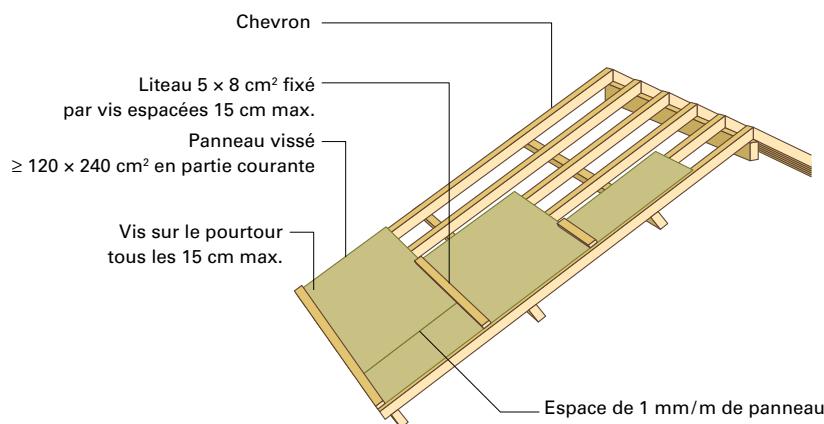


Figure 10 : Exemple de contreventement de versants par des panneaux à base de bois

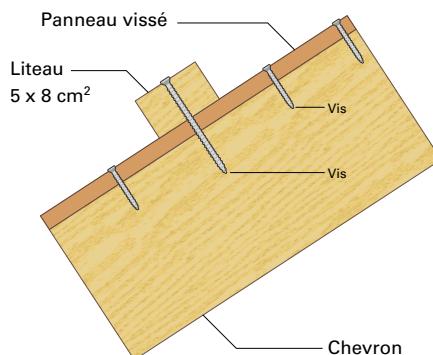


Figure 11 : Exemple de fixation de liteau sur le chevron au travers du panneau

Contreventement par des diagonales en bois

La mise en œuvre des diagonales entre chevrons ou pannes permet également une meilleure stabilité de la charpente dans le plan horizontal. Les caractéristiques principales sont précisées sur les schémas suivants.

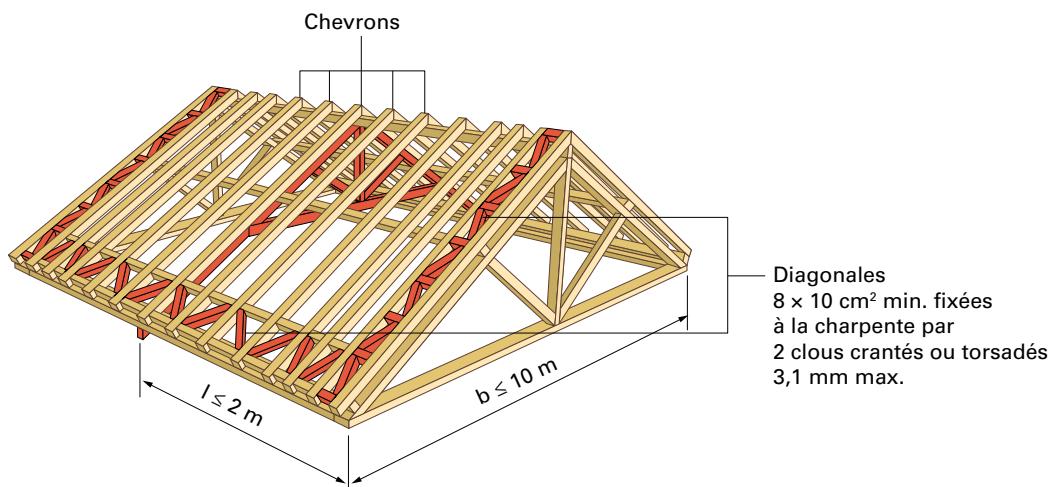


Figure 12 : Exemple de diagonales mises en œuvre entre chevrons

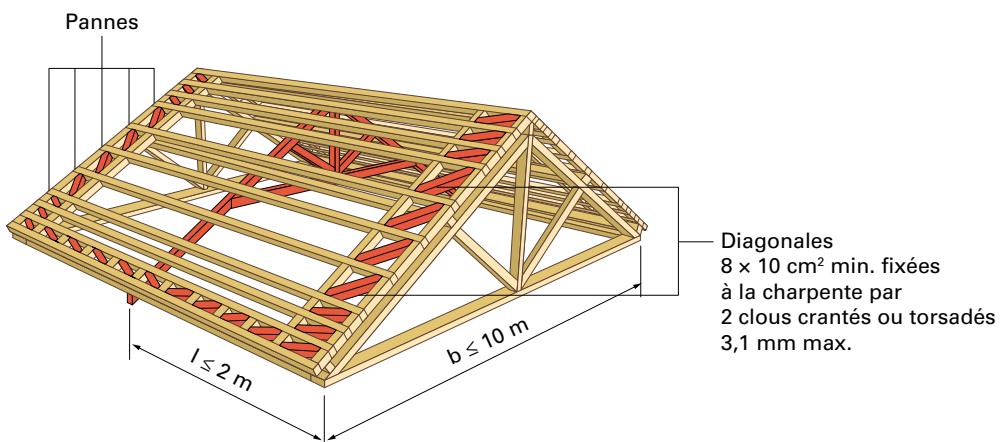


Figure 13 : Exemple de diagonales mises en œuvre entre pannes

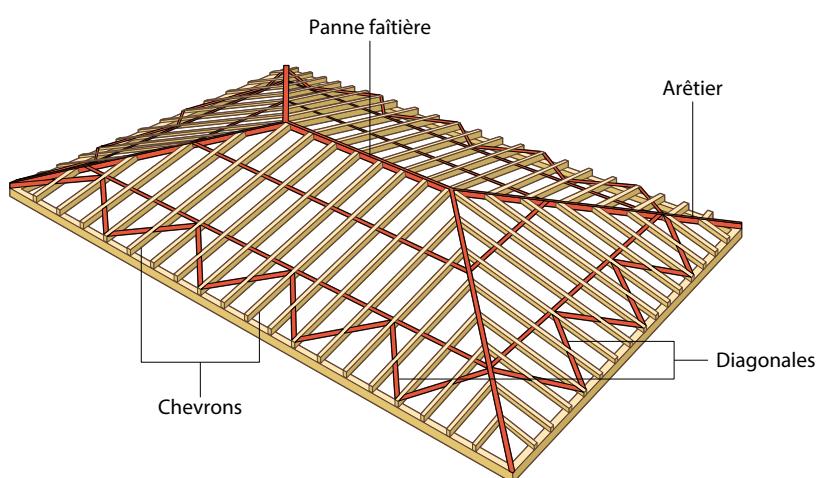


Figure 14 : Exemple de diagonales mises en œuvre pour une charpente à 4 versants

■ Diaphragme ou poutre au vent au niveau des entrants

Le contreventement horizontal de la charpente est réalisé dans le plan horizontal des entrants par la pose d'éléments de triangulation en bois de section minimale $8 \times 10 \text{ cm}^2$ créant des poutres au vent. Un diaphragme complet noyé dans le plancher peut également jouer le rôle de contreventement horizontal.

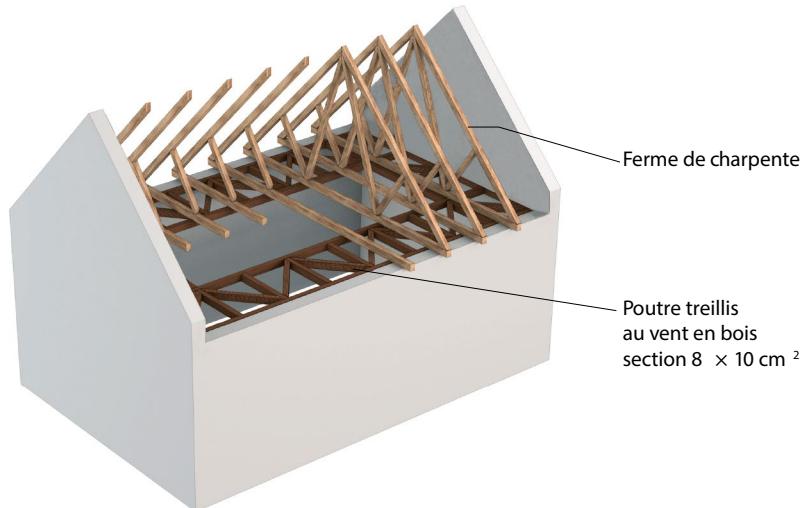


Figure 15 : Exemple de contreventement d'une charpente à 2 versants par poutres au vent horizontales dans le plan des entrants



Figure 16 : Exemple de contreventement d'une charpente à 4 versants par poutres au vent horizontales dans le plan des entrants (certains éléments de la charpente ne sont pas représentés pour mieux visualiser les poutres au vent)

De manière générale, le diaphragme horizontal relie les différents murs primaires comportant les éléments de contreventement et est mis en œuvre dans un plan général unique.

3.3 Assemblages

■ Assemblages entre éléments de charpente

Les assemblages structuraux réalisés au moyen d'éléments métalliques sont soumis à un marquage CE, à une évaluation technique européenne et à un cahier des charges technique du fournisseur.

Les clous, même s'ils sont torsadés, ne sont pas utilisés dans les assemblages soumis à la traction. Les assemblages travaillant à la traction sont réalisés avec des tire-fonds ou boulons éventuellement combinés avec des plats ou cornières.

Les assemblages de charpentiers (embrèvements, enfourchements, tenons-mortaises, etc.), qui fonctionnent essentiellement par contact, ne sont pas utilisés pour assembler des éléments principaux participant au contreventement, sauf à fournir une justification particulière. Ces assemblages sont associés à des assemblages métalliques complémentaires. Il pourra s'agir de tiges métalliques (éclisses, boulons, vis, etc.), éventuellement associées à des équerres et sabots.

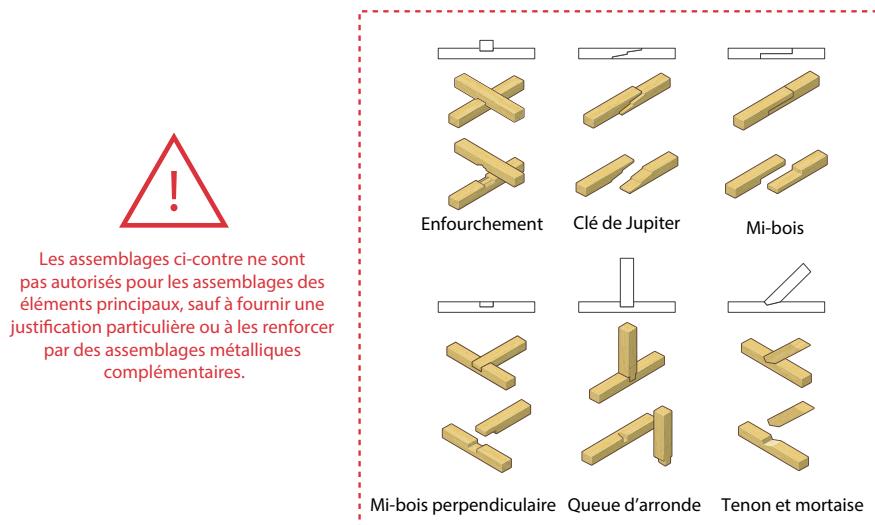


Figure 17 : Exemple d'assemblages de charpentiers nécessitant des dispositifs assurant leur maintien en position, même avec une inversion des efforts

■ Assemblage des éléments de la ferme

Les assemblages pour constituer une ferme sont :

- (1) assemblage arbalétrier – poinçon ;
- (2) assemblage contrefiche – poinçon ;
- (3) assemblage entrail moisé – arbalétrier ;
- (4) assemblage entrail moisé – poinçon.

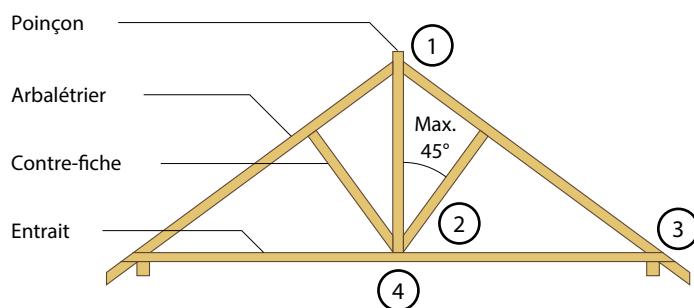


Figure 18 : Exemple d'assemblages des éléments de la ferme

(1) L'assemblage arbalétrier – poinçon est réalisé par un embrèvement avec tenon, renforcé par un boulon horizontal de diamètre de 10 mm.

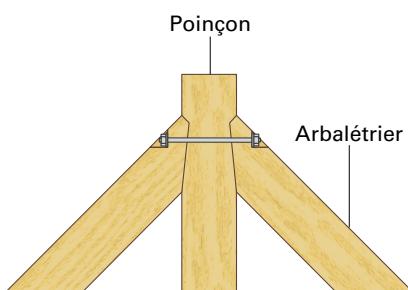


Figure 19 : Exemple d'assemblage arbalétrier-poinçon par un boulon

(2) L'assemblage contrefiche – poinçon est réalisé par un embrèvement, renforcé par un boulon de diamètre de 8 mm.

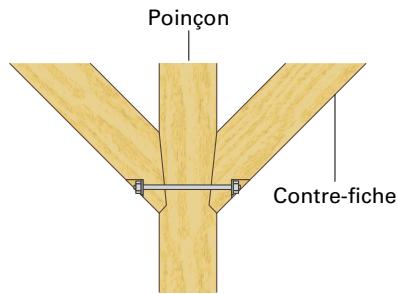


Figure 20 : Exemple d'assemblage contrefiche – poinçon par un boulon

(3) L'assemblage entrait moisé – arbalétrier est réalisé par un embrèvement avec tenon, renforcé par un boulon vertical de diamètre de 10 mm, ou dans le cas d'un entrait moisé par assemblage avec 2 boulons de diamètre de 8 mm.

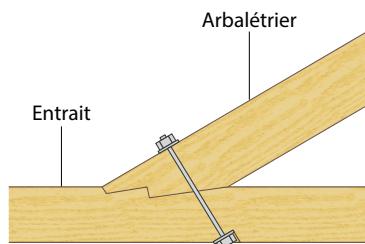


Figure 21 : Exemple d'assemblage entrait – arbalétrier par un boulon

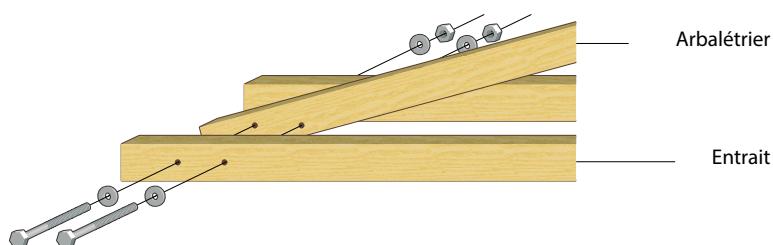


Figure 22 : Exemple d'assemblage entrait moisé – arbalétrier par 2 boulons

(4) L'assemblage entrait moisé – poinçon est assuré par réalisation d'un embrèvement simple, renforcé par 2 boulons de diamètre de 8 mm.

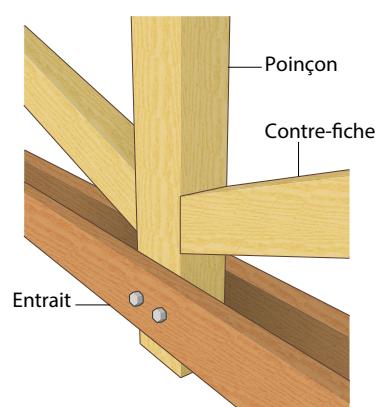


Figure 23 : Exemple d'assemblage entrait moisé – poinçon par 2 boulons

■ Fixation des pannes sur l'arbalétrier de la ferme

La fixation des pannes sur l'arbalétrier de la ferme est réalisée par la mise en œuvre de sabots métalliques, d'équerres et/ou de cornières métalliques renforcées.

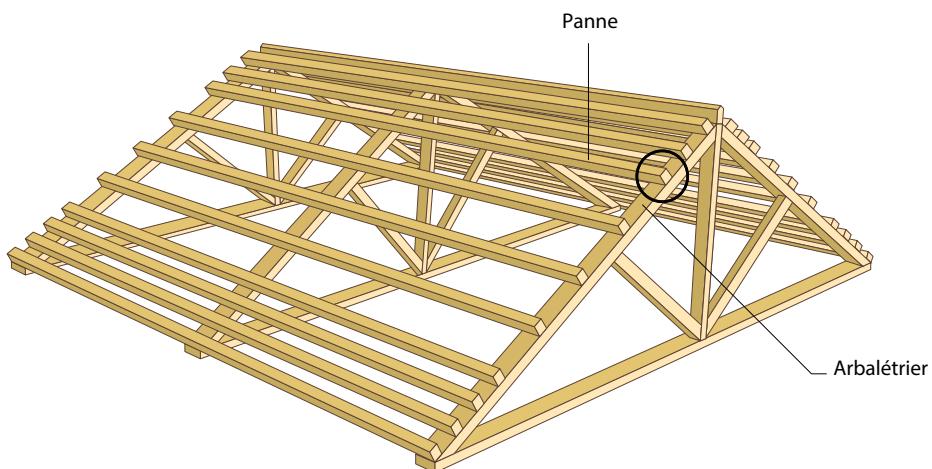


Figure 24 : Exemple de fixation des pannes sur l'arbalétrier

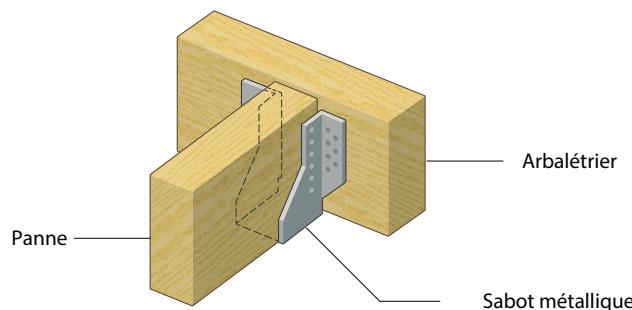


Figure 25 : Exemple de fixation des pannes sur l'arbalétrier par des sabots métalliques

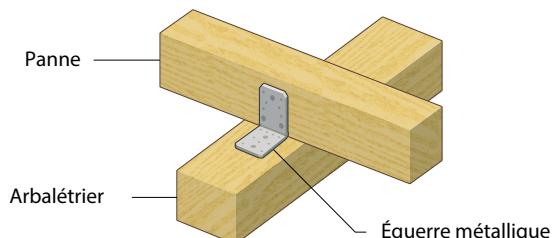


Figure 26 : Exemple de fixation des pannes sur l'arbalétrier par des équerres métalliques
(une équerre raidie ou deux équerres symétriques de part et d'autre de la panne)

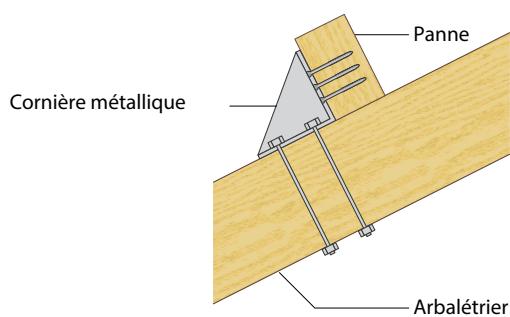


Figure 27 : Exemple de fixation des pannes sur l'arbalétrier par des cornières métalliques

La jonction des pannes en cours de portée est à éviter. Cette jonction est réalisée sur appuis.

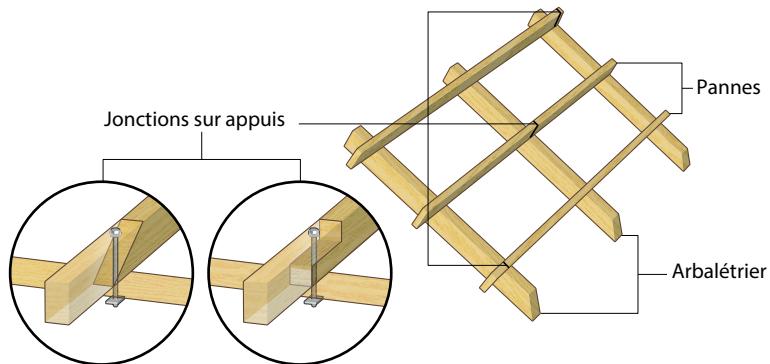


Figure 28 : Exemple de jonction éventuelle des pannes sur appuis

■ Fixation des chevrons sur la panne faîtière

La fixation des chevrons sur la panne faîtière est réalisée par la mise en œuvre d'un boulon traversant, ou d'un tire-fond de diamètre de 8 mm.

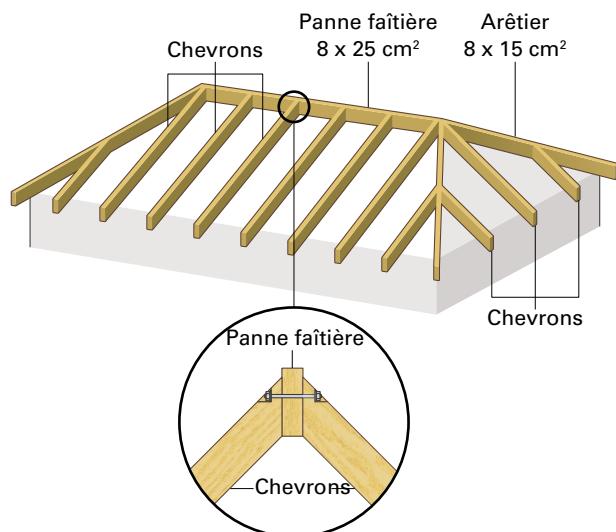


Figure 29 : Exemple de fixation des chevrons sur la panne faîtière par un boulon

■ Fixation des chevrons sur l'arêtier

La fixation des chevrons sur l'arêtier est réalisée par la mise en œuvre d'un tire-fond de diamètre de 8 mm ou de 2 vis 6 x 120 mm.

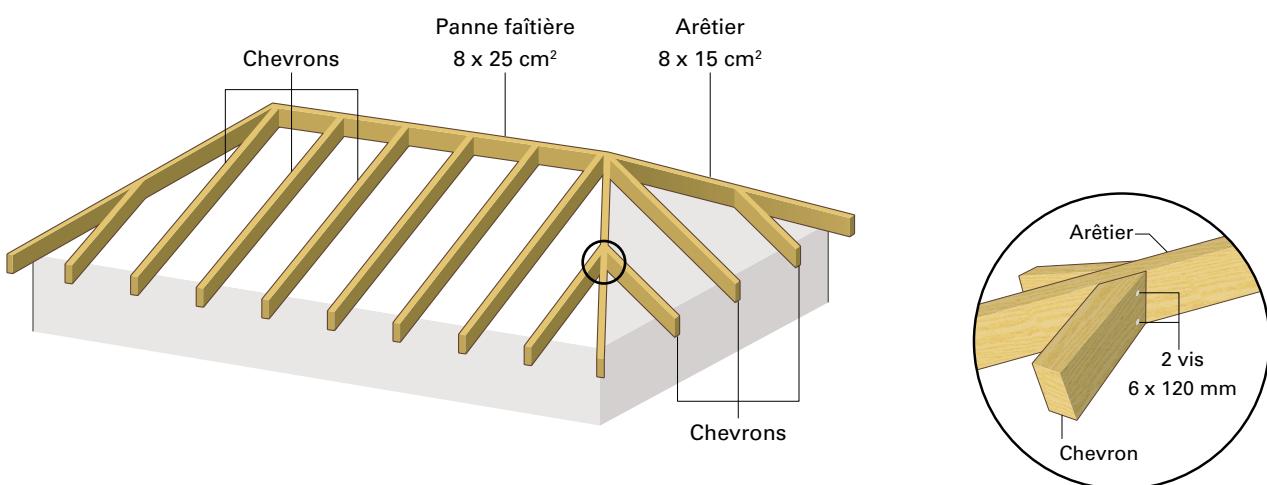


Figure 30 : Exemple de fixation des chevrons sur un arêtier

■ Assemblage entre charpente et structure en béton armé ou chaînage de maçonnerie

La charpente est appuyée sur les chaînages horizontaux en tête de mur. Les ancrages de la charpente en bois dans le béton sont réalisés par des goujons d'ancrage.

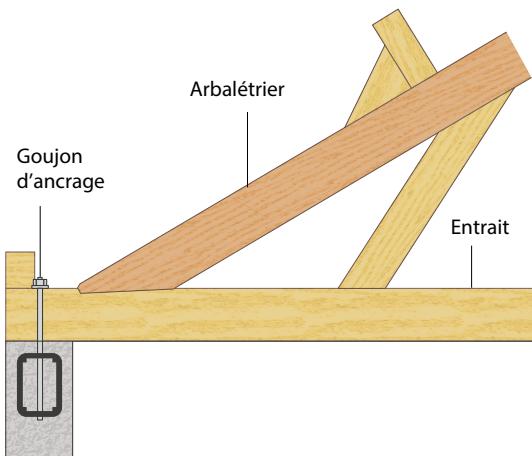


Figure 31 : Exemple d'ancrage de la charpente dans le béton par goujon d'ancrage

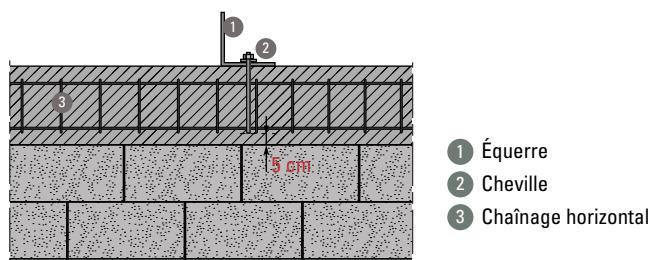


Figure 32 : Exemple de fixation dans un chaînage horizontal

Les chevilles utilisées ont une longueur suffisante pour être ancrées dans le volume des chaînages, à savoir la hauteur du chaînage à laquelle on retranche 5 cm. Les chevilles sont positionnées au milieu des chaînages.

■ Assemblage entre charpente et structure à ossature en bois

La charpente est fixée sur une ossature en bois par des équerres renforcées comme sur un chaînage horizontal.

4. Entretien et stockage

4.1 Entretien et inspection



Entretien une fois par an à l'approche de la saison cyclonique

L'entretien consiste à :

- Éliminer les parties dégradées en surface (moisisseures, saletés...) par brossage ou ponçage ;
- Rincer à l'eau claire dans le cas où un produit nettoyant est utilisé ;
- Appliquer une protection contre l'humidité adaptée à l'environnement du lieu ;
- Si nécessaire, appliquer un traitement fongicide ou anti-xylophage ;
- En cas de problème détecté, ne pas hésiter à changer les fixations, voire l'élément en bois si besoin.

À cette occasion, une inspection visuelle sommaire est réalisée pour s'assurer qu'il n'y a pas de dégradation prémature.



Inspection complète² de la charpente en bois tous les 3 ans et à la suite d'un cyclone

Une inspection est réalisée pour s'assurer qu'il n'y a pas de dégradation prématuée :

- Vérifier que les éléments en bois ne présentent pas de trace d'humidité et de dégradation (champignons ou insectes xylophages), surtout dans les parties les plus humides (assemblages avec plusieurs pièces de bois en contact, etc.) ;
- Vérifier que les éléments en bois ne présentent pas de désordres importants (déformations, fissurations) ;
- Vérifier que les assemblages et fixations ne présentent pas de corrosion ;
- Vérifier particulièrement la bonne tenue du contreventement de la structure ;
- S'assurer du bon serrage des assemblages (serrage des boulons, pas de têtes de vis ou de pointes apparentes) ;
- En cas de problème détecté, ne pas hésiter à changer les fixations, voire l'élément en bois si besoin.

Ces entretiens et inspections périodiques sont consignés dans **un carnet d'entretien** assorti d'un rapport photographique de l'état de la couverture, de la charpente et de la structure avant et après nettoyage. Contrat d'entretien, rapport et factures sont annexés au carnet d'entretien.

Lorsque l'ouvrage subit au fil du temps une évolution de son contexte entraînant une modification de l'atmosphère ambiante vers des conditions plus agressives (pollutions nouvelles, par exemple), l'adaptation du traitement d'origine doit être réexaminée et le traitement éventuellement adapté à ces nouvelles conditions.

4.2 Stockage

La livraison des marchandises doit garantir l'intégrité des éléments (chocs, déformations, griffures) et assurer une protection contre l'humidité et les intempéries tout au long du transport. Toute anomalie doit être consignée au procès-verbal de réception du transporteur.

Sur chantier, les éléments doivent être empilés et stockés à l'abri de l'humidité (pluie, condensation, etc.). L'idéal est de stocker les éléments inclinés sous un abri ventilé.

Les éléments ne doivent pas être posés directement sur le sol, afin d'éviter les salissures et les reprises d'humidité.

Il est également nécessaire d'avoir des supports adaptés pour éviter les déformations permanentes.

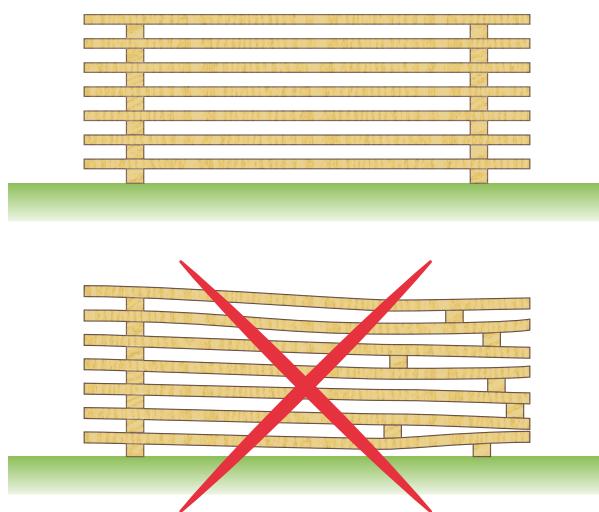


Figure 33 : Exemple de stockage des éléments en bois

² Bien que cette vérification ne soit pas réglementaire, les assurances commencent à conditionner le remboursement à la réalisation périodique de cette vérification.