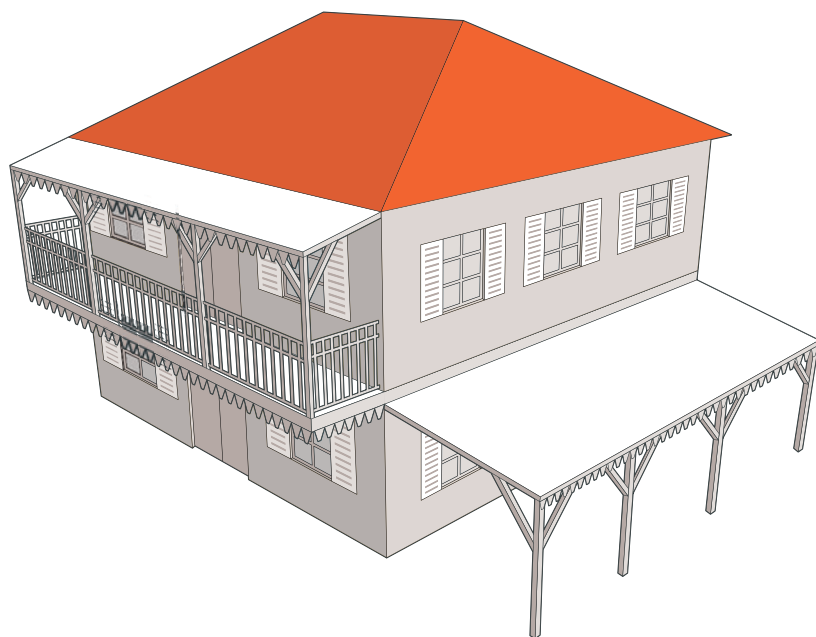




CHARPENTE EN BOIS



Professionnels

Sommaire

Avant-propos	4
Modes de rupture sous l'effet du vent et du séisme	5
Choix des matériaux	10
Éléments principaux d'une charpente.....	12
Renforcement des fixations de la charpente.....	16
Contreventement par des plaques à base de bois	23
Contreventement par des diagonales en bois	25
Entretien.....	27
Stockage	28
Lexique.....	29
Références	29

AVANT-PROPOS

La présente fiche pratique 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 et aux effets sismiques. Les détails de mise en œuvre vis-à-vis des autres exigences d'une charpente en bois ne sont pas traités.



Figure 1 : Charpentes en site exposé ayant résisté

MODES DE RUPTURE SOUS L'EFFET DU VENT ET DU SÉISME

Si elles ne sont pas correctement conçues, les charpentes en bois présentent trois modes de rupture possibles sous l'effet du vent et du séisme.

■ Rupture des éléments structuraux affaiblis ou trop sollicités

Les éléments structuraux sont cassés. Cela peut être dû à une conception inadaptée, une utilisation des matériaux non résistants ou un mauvais dimensionnement.

- ✓ *Veiller à choisir une conception adaptée, notamment le dimensionnement des éléments.*



Figure 2 : Section insuffisante



Figure 3 : Espacement des pannes trop important



Figure 4 : Absence de contreventement

■ Arrachement ou rupture des assemblages

Les éléments d'assemblage sont arrachés ou déchirés. Cela peut être dû à un mode d'assemblage inadapté ou un défaut de mise en œuvre.

- ✓ *Veiller à choisir un élément d'assemblage adapté et contrôler la mise en œuvre.*



Figure 5 : Mauvais assemblage

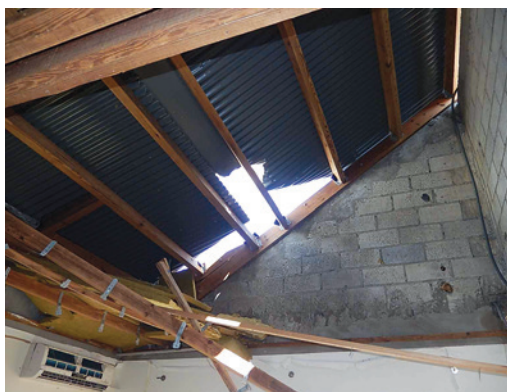


Figure 6 : Mauvaise fixation des tôles aux pannes

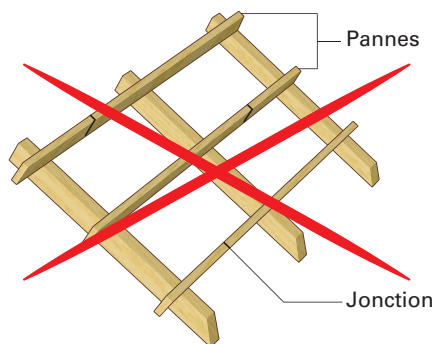


Figure 7 : Jonction hors appuis à éviter

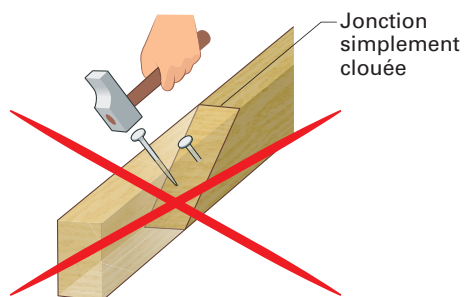


Figure 8 : Jonction simplement clouée à éviter

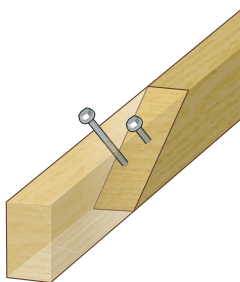


Figure 9 : Jonction vissée

■ Arrachement ou rupture des ancrages

Lorsque la fixation n'est pas adaptée au support, il est possible qu'elle soit arrachée en même temps que les éléments d'ossature.

✓ Choisir une fixation adaptée au support.



Figure 10 : Mauvaise fixation de la charpente au chaînage



Figure 11 : Mauvaise fixation (plats mal ancrés)



Figure 12 : Mauvais entretien



Figure 13 : Mauvais assemblage à la maçonnerie et absence de contreventement pour une charpente à 4 versants

CHOIX DES MATÉRIAUX

Le choix des matériaux et produits de construction a une importance essentielle pour la sécurité et la durabilité des bâtiments. La présente fiche indique des critères de choix qui permettent de sélectionner les produits. Les performances répondant aux critères doivent être indiquées par le fabricant et se retrouvent directement sur le produit ou sur l'étiquette qui l'accompagne. Pour que ces informations soient utilisables, il est nécessaire qu'elles soient indiquées dans un format bien précis : celui lié au marquage CE.



Figure 14 : Logo devant apparaître sur un produit marqué CE

■ Bois

Compte tenu de l'ambiance marine de l'île de Saint-Martin, pour les éléments structuraux, on utilisera exclusivement :

- des bois résineux ;
- des bois feuillus tropicaux,

dont la limite d'humidité est inférieure ou égale à 20 %. Ce choix a une influence considérable sur la durabilité de la charpente.

Les bois utilisés pour des éléments structuraux doivent répondre aux exigences d'un classement 4 (selon NF EN 1995-1 et AN) et disposer d'une protection anti-termite.

Les bois utilisés pour des éléments non structuraux doivent répondre aux exigences d'un classement 3 (selon NF EN 1995-1 et AN) (par durabilité naturelle ou par traitement).



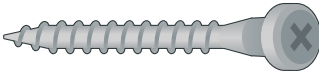

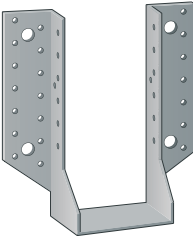
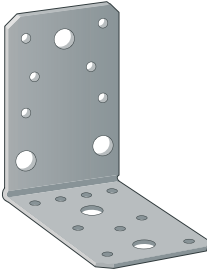
L'utilisation de panneaux contreplaqués type EN 636-2, de panneaux de particules type P5 et P7 et de panneaux de fibres n'est pas acceptée pour une fonction structurale.

■ Couverture

La couverture est constituée de tôle métallique (voir la fiche « couverture métallique »).

■ Assemblages métalliques

Les systèmes d'assemblage et de fixation de la structure bois sont en acier avec revêtement zingué validé pour une utilisation en classe de service 2 : revêtement de type Z275. Il est à noter que l'utilisation d'assemblages en acier inoxydable permet une meilleure durabilité.

Choix des matériaux	
<p>Boulon tête hexagonale</p> <p>Domaines d'application : sabots de charpente, équerres mixtes renforcées, pieds de poteau.</p>	
<p>Goujon d'ancrage</p> <p>Domaines d'utilisation : fixation dans un chaînage.</p>	
<p>Vis</p> <p>Domaine d'utilisation : sabot de charpente.</p>	
<p>Vis à bois structurale</p> <p>Domaine d'application : assemblage d'éléments en bois.</p>	
<p>Sabot à ailes extérieures inox</p> <p>Domaines d'utilisation : solives, pannes, poutres lisses, butées de chevrons.</p>	
<p>Équerre structurale</p> <p>Domaines d'utilisation : pannes, chevrons.</p>	

ÉLÉMENTS PRINCIPAUX D'UNE CHARPENTE

L'ossature de charpente est constituée de :

- fermes ;
- chevrons ou pannes.

Pour assurer une rigidité suffisante à la charpente, il est nécessaire de respecter les caractéristiques suivantes :

- Les fermes ont une portée maximale de 10 m et sont espacées de 3 m maximum.
- Les éléments constituant une ferme respectent les dimensions suivantes :
 - les poinçons sont de section 15 x 15 cm minimum ;
 - les arbalétriers sont de section 8 x 25 cm minimum ;
 - les contrefiches sont de section 8 x 15 cm minimum ;
 - les entrails sont de section 2*5 x 15 cm minimum ;
 - les contrefiches font un angle de 45° maximum par rapport au poinçon.

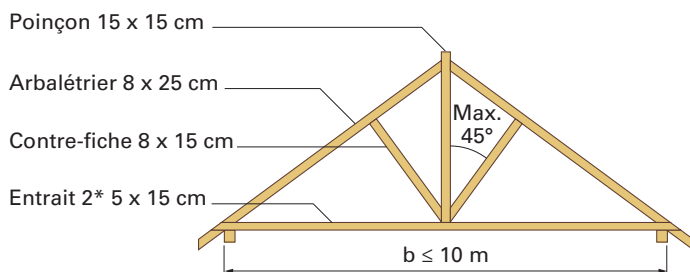


Figure 15 : Composants d'une ferme courante

- La distance entre l'assemblage entrain-arbalétrier et l'appui est inférieure ou égale à un tiers de celle entre l'assemblage poinçon-arbalétrier et l'appui.

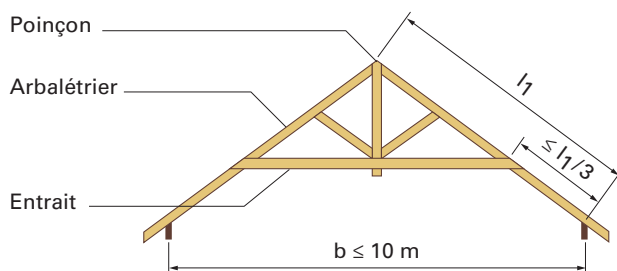


Figure 16 : Exemple d'une ferme retroussée

- Les pannes sont espacées de 0,8 m maximum. L'espacement est réduit de moitié aux extrémités pour les 4 premières pannes.

Pannes espacées 0,8 m

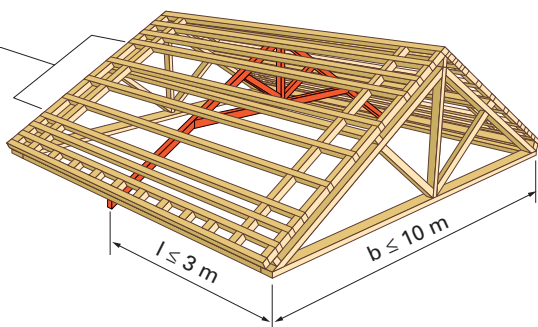


Figure 17 : Espacement des pannes courantes

4 pannes d'extrémité
espacées 0,4 m

4 pannes d'extrémité
espacées 0,4 m

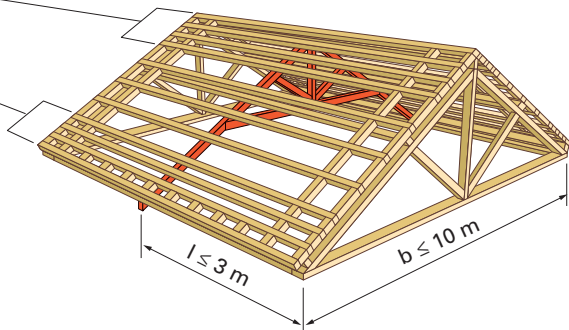


Figure 18 : Espacement des 4 premières pannes d'extrémité

- Les chevrons sont espacés de 0,6 m maximum. L'espacement est réduit de moitié aux extrémités pour les 4 premiers chevrons.

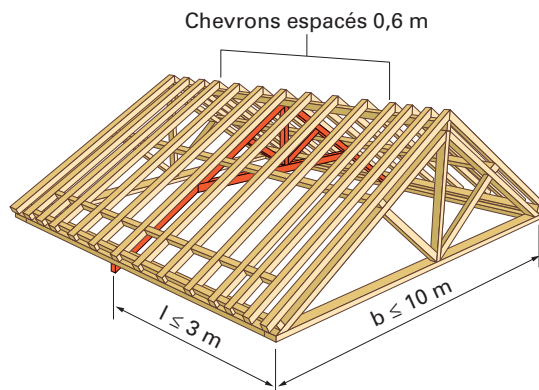


Figure 19 : Espacement des chevrons courants d'extrémité

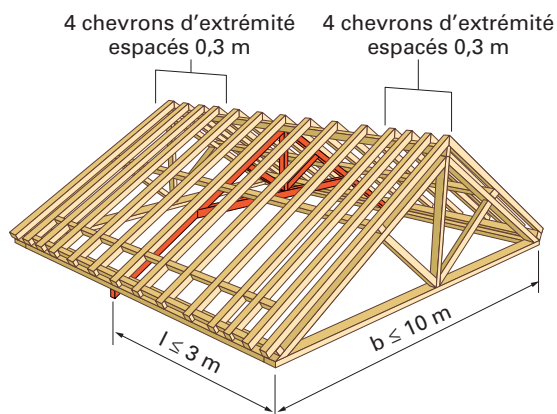


Figure 20 : Espacement des 4 premiers chevrons d'extrémité

Les charpentes à 4 versants sont généralement plus stables, mais plus chers à bâtir que celles à deux versants.

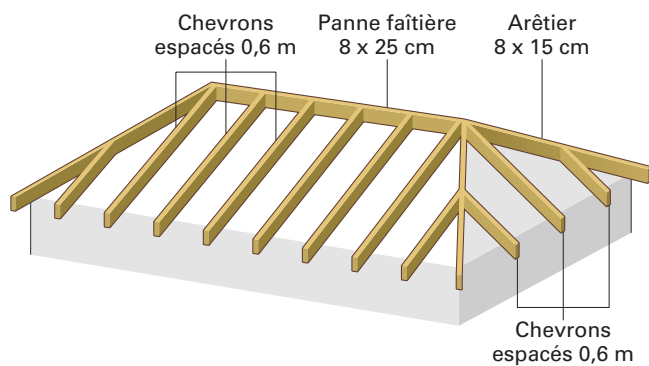


Figure 21 : Exemple d'une charpente à 4 versants

RENFORCEMENT DES FIXATIONS DE LA CHARPENTE

■ Généralité

Les assemblages structuraux réalisés par des organes métalliques doivent faire l'objet d'un marquage CE, d'une évaluation technique européenne et d'un cahier des charges techniques du fournisseur.

L'utilisation de clous, même torsadés, travaillant en traction est à proscrire. Les assemblages travaillant à la traction peuvent être 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, sont interdits pour assembler des éléments principaux participant au contreventement. Ces assemblages doivent être associés à des assemblages métalliques complémentaires. Il pourra s'agir de tiges métalliques (éclisses, boulons, vis, etc.), éventuellement associées à des équerrres et sabots.

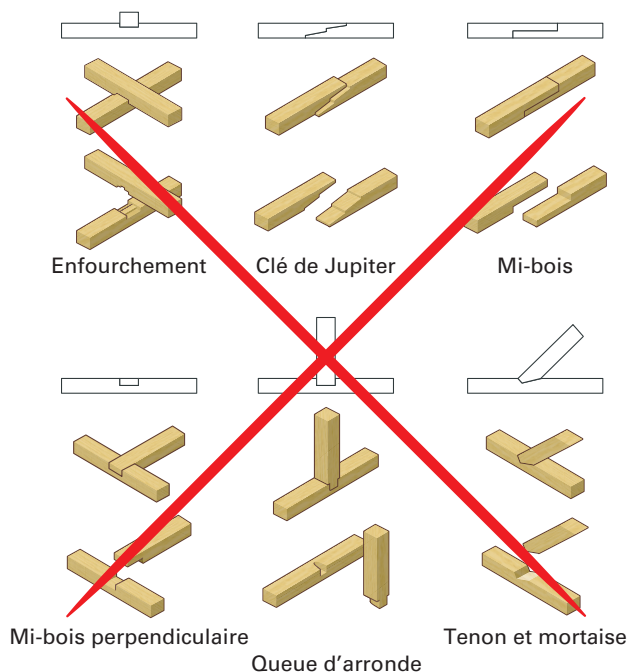


Figure 22 : Exemples d'assemblages de charpentiers nécessitant des dispositifs assurant leur maintien en position, même avec une inversion des efforts

■ Assemblage des éléments de la ferme

Les assemblages nécessaires pour constituer une ferme courante sont :

- ① Assemblage arbalétrier - poinçon
- ② Assemblage contrefiche - poinçon
- ③ Assemblage entrain moisé - arbalétrier
- ④ Assemblage entrain moisé - poinçon

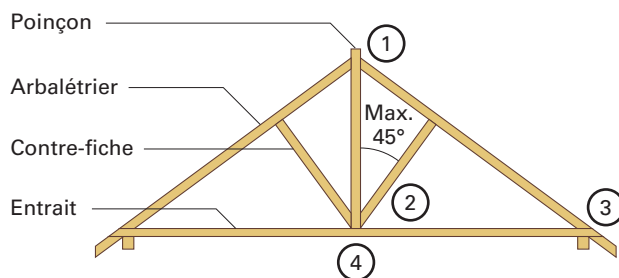


Figure 23 : Assemblages des éléments de la ferme

- ① L'assemblage arbalétrier - poinçon est réalisé par un emboîtement avec tenon, renforcé par un boulon horizontal de diamètre de 10 mm

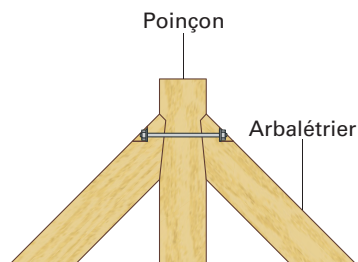


Figure 24 : Fiabilisation d'assemblage poinçon-arbalétrier par un boulon

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

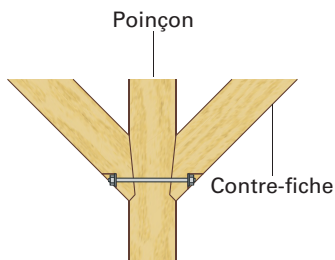


Figure 25 : Fiabilisation d'assemblage contre-fiche - poinçon par un boulon

- ③ L'assemblage entrain 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 entrain moisé par assemblage avec 2 boulons de diamètre de 8 mm.

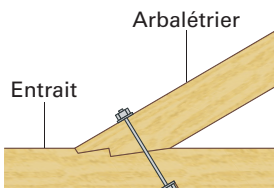


Figure 26 : Fiabilisation d'assemblage entrain - arbalétrier par un boulon

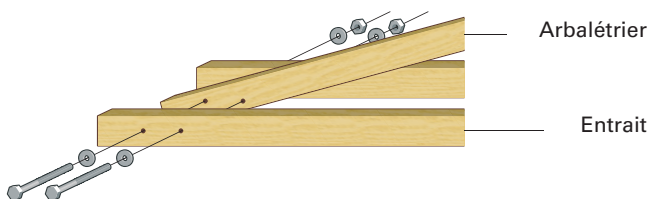


Figure 27 : Fiabilisation d'assemblage entrain moisé - arbalétrier par 2 boulons

- ④ L'assemblage entrain moisé - poinçon est assuré par réalisation d'un embrèvement simple, renforcé par 2 boulons de diamètre de 8 mm.

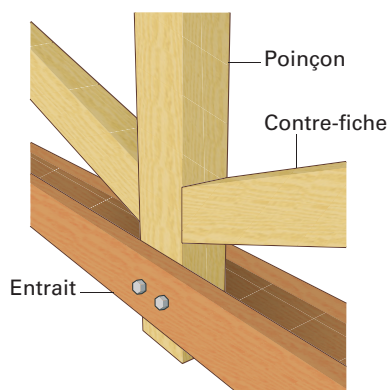


Figure 28 : Fiabilisation d'assemblage entrain moisé - poinçon par 2 boulons

■ Fixation des pannes sur l'arbalétrier de la ferme

La fixation des pannes sur l'arbalétrier de la ferme peut être renforcée par la mise en œuvre des sabots métalliques, des équerres, cornières métalliques renforcées.

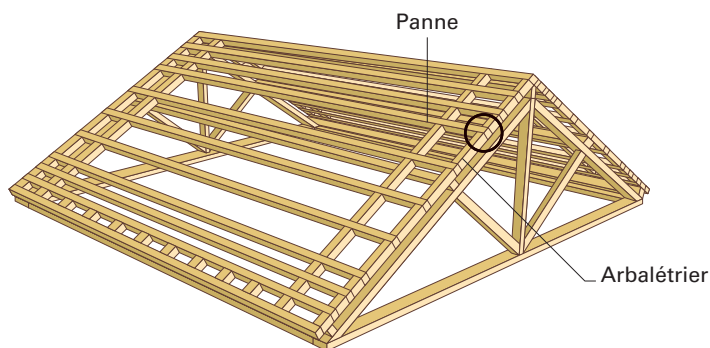


Figure 29 : Fixation des pannes sur l'arbalétrier

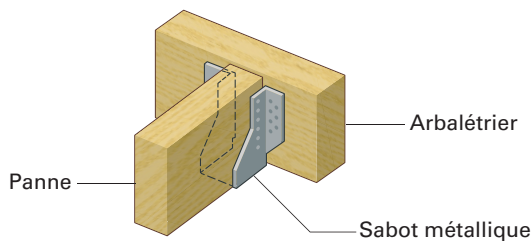


Figure 30 : Fixation des pannes sur l'arbalétrier par des sabots métalliques

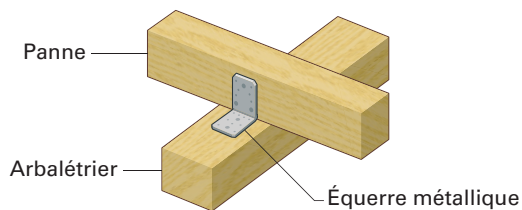


Figure 31 : Fixation des pannes sur l'arbalétrier par des équerres métalliques

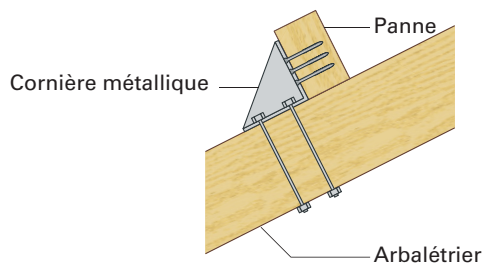


Figure 32 : Fixation des pannes sur l'arbalétrier par des cornières métalliques

La jonction simplement clouée des pannes en cours de portée est à proscrire. Cette jonction, si nécessaire, doit être réalisée sur appuis.

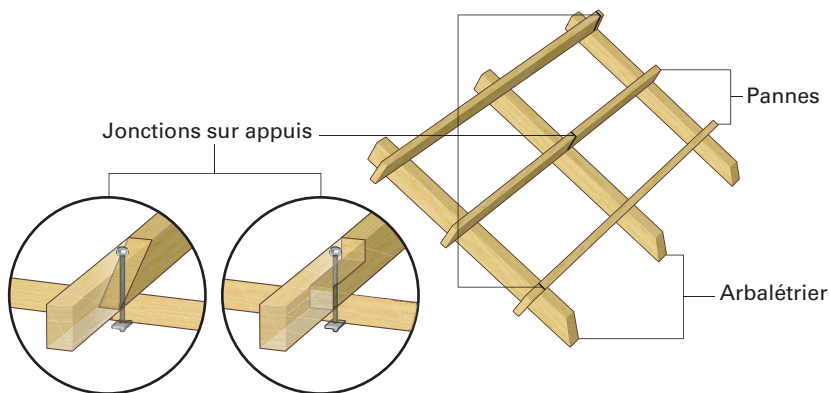


Figure 33 : Jonction éventuelle des pannes sur appuis à réaliser

■ Ancrage de la charpente aux murs

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

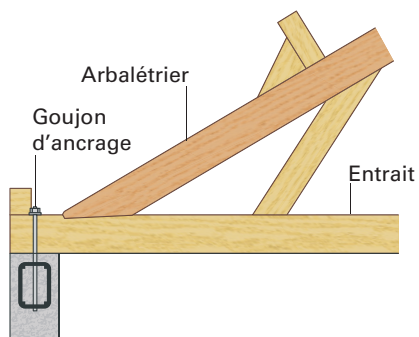


Figure 36 : Ancrage de la charpente dans le béton par goujon d'ancrage

CONTREVENTEMENT PAR DES PLAQUES À BASE DE BOIS

La charpente peut être stabilisée dans le plan horizontal par la mise en œuvre sur les chevrons ou pannes de plaques en contreplaqué ou plaques de sous-toiture hydrofuge couvrant toute la surface des versants.

Pour assurer une rigidité suffisante à la charpente, il est nécessaire de respecter les caractéristiques suivantes :

- l'épaisseur est de 10 mm minimum pour les plaques en contreplaqué et de 14 mm pour les plaques de sous-toiture hydrofuge ;
- les dimensions des plaques sont supérieures ou égales à 120 x 240 cm en partie courante ;
- les plaques ne comportent aucune ouverture, trou ou défectuosité / défaut ;
- les plaques sont disposées en quinconce (pas d'alignement des joints) ;
- les plaques sont vissées 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 plaques est d'environ 1 mm/m de longueur de plaques ;
- les liteaux de section 50 x 80 mm sont fixés par le dessus sur les plaques, au droit des joints de plaques. Les vis sont espacées de 15 cm maximum.

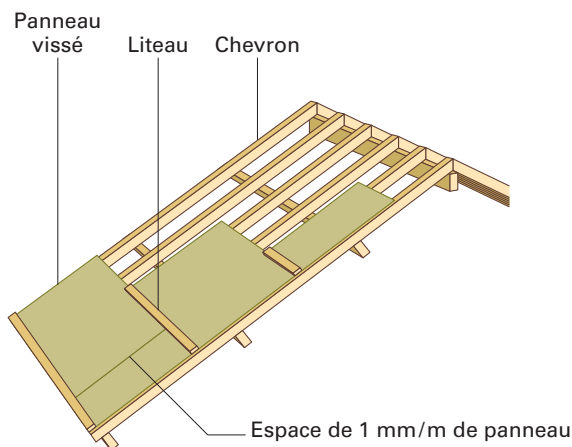


Figure 37 : Contreventement par des plaques à base de bois

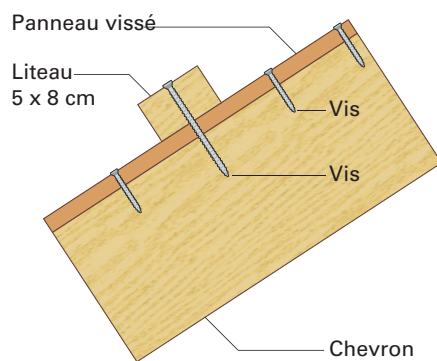


Figure 38 : Fixation de liteau sur le chevron au travers de la plaque

CONTREVENTEMENT PAR DES DIAGONALES EN BOIS

La charpente peut également être stabilisée dans le plan horizontal par la mise en œuvre des diagonales entre chevrons ou pannes.

Pour assurer une rigidité suffisante à la charpente, il est nécessaire de respecter les caractéristiques suivantes :

- la section des diagonales est de 8 x 10 cm minimum ;
- la liaison entre les diagonales et des éléments de la charpente est réalisée par 2 clous crantés ou torsadés de diamètre de 3,1 mm maximum.

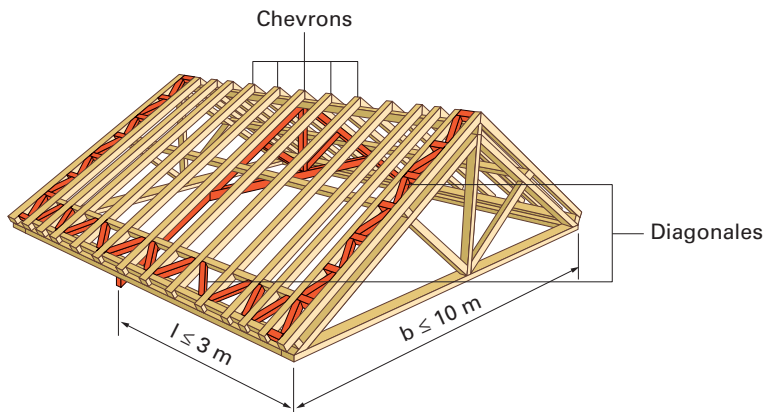


Figure 39 : Diagonales mises en œuvre entre chevrons

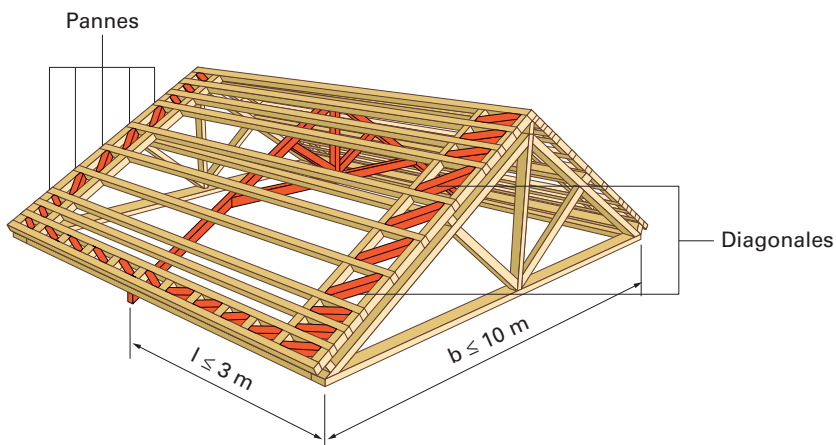


Figure 40 : Diagonales mises en œuvre entre pannes

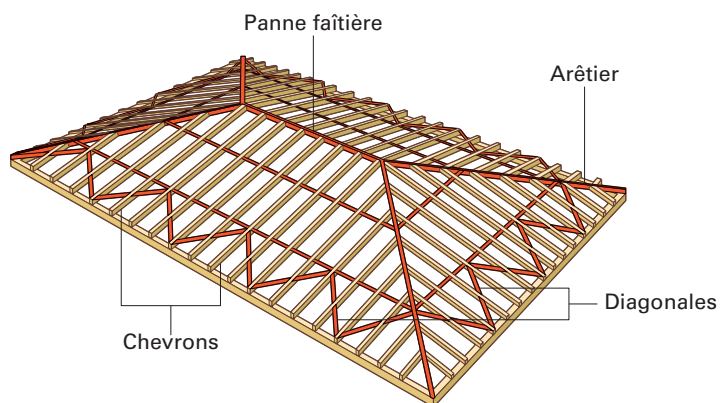


Figure 41 : Diagonales mises en œuvre pour une charpente à 4 versants

ENTRETIEN

L'entretien des éléments de charpente en bois est à réaliser une fois par an, à l'approche de la saison cyclonique. À cette occasion, une inspection peut être réalisée pour s'assurer qu'il n'y a pas de dégradation prématurée.

- Vérifier que les éléments en bois ne présentent pas de trace d'humidité et de dégradation (champignons ou insectes), surtout dans les parties les plus humides (pied de poteau, 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 charpente.
- 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.

STOCKAGE

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 les supports adaptés pour éviter les déformations permanentes.

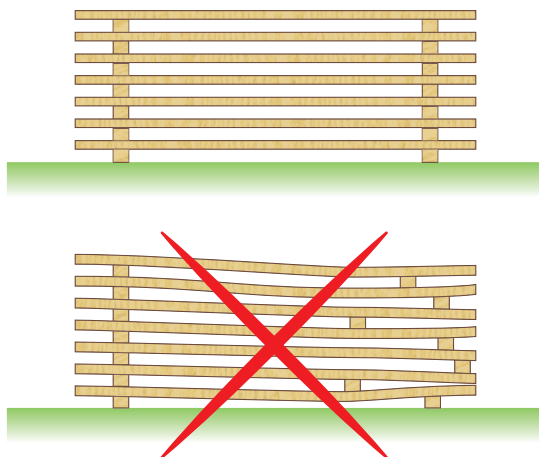


Figure 42 : Stockage des éléments en bois

Lexique

Arbalétrier : pièce rampante principale d'une ferme de charpente, supportant la toiture (pannes+couverture)

Assemblage de charpentier : assemblage traditionnel où les efforts sont transmis par l'intermédiaire de surfaces de contact et sans connecteurs mécaniques (par exemple, embrèvement, tenon).

Contreventement : dispositions constructives assurant la stabilité horizontale de la structure.

Embrèvement : assemblage de deux pièces de bois avec entaille(s).

Entrait : pièce horizontale qui compose la base d'une ferme de charpente et empêche l'écartement des arbalétriers.

Ferme : assemblage de pièces dans un plan vertical, formant l'ossature triangulée d'une charpente : toute charpente est constituée de plusieurs fermes établies perpendiculairement à l'axe du comble. Les fermes supportent les pannes horizontales qui portent les chevrons et la couverture.

Humidité : masse d'eau dans le bois exprimée comme une proportion de sa masse sèche.

Panne : pièce horizontale d'une charpente de comble, en bois ou en métal. La panne repose sur les arbalétriers des fermes, et sert de support aux chevrons, ou aux panneaux rigides de couvertures.

Poinçon : pièce verticale centrale d'une ferme de charpente traditionnelle. À sa base, le poinçon supporte l'entrait.

Références

NF DTU 31.3 (P 21-205) Charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets.
Règles Antilles – révision 1992.

Guide de construction parasismique et paracyclonique de maisons individuelles à structure en bois aux Antilles – Secteur pilote Innovation Outre-Mer, 2011.

ROBIN-CLERC Michèle. *Les leçons du cyclone Irma*. 10^e journées Fiabilité des matériaux et des structures - Bordeaux, 27-28 mars 2018.

Eurocode 5 : Conception et calcul des structures en bois

Eurocode 8 : Calcul des structures pour leur résistance aux séismes.

✓ *Note : toutes les dimensions sont données par défaut.
Un concepteur de structure en bois peut y déroger moyennant
des calculs conformes à l'Eurocode 5 et au NF DTU 31.3.*

Crédit photos :

CAUE Guadeloupe.

DEAL Martinique et Guadeloupe.

Délégation interministérielle pour la reconstruction
des îles de Saint-Barthélemy et Saint-Martin.

Illustrations :

Laurent Stefano



GUIDE DE BONNES PRATIQUES POUR LA CONSTRUCTION ET LA RÉHABILITATION DE L'HABITAT
WWW.SAINT-BARTH-SAINT-MARTIN.PREF.GOUV.FR – WWW.COM-SAINT-MARTIN.FR
PRÉFECTURE : 05 90 52 30 50 – SERVICE URBANISME DE LA COLLECTIVITÉ : 05 90 52 27 30
