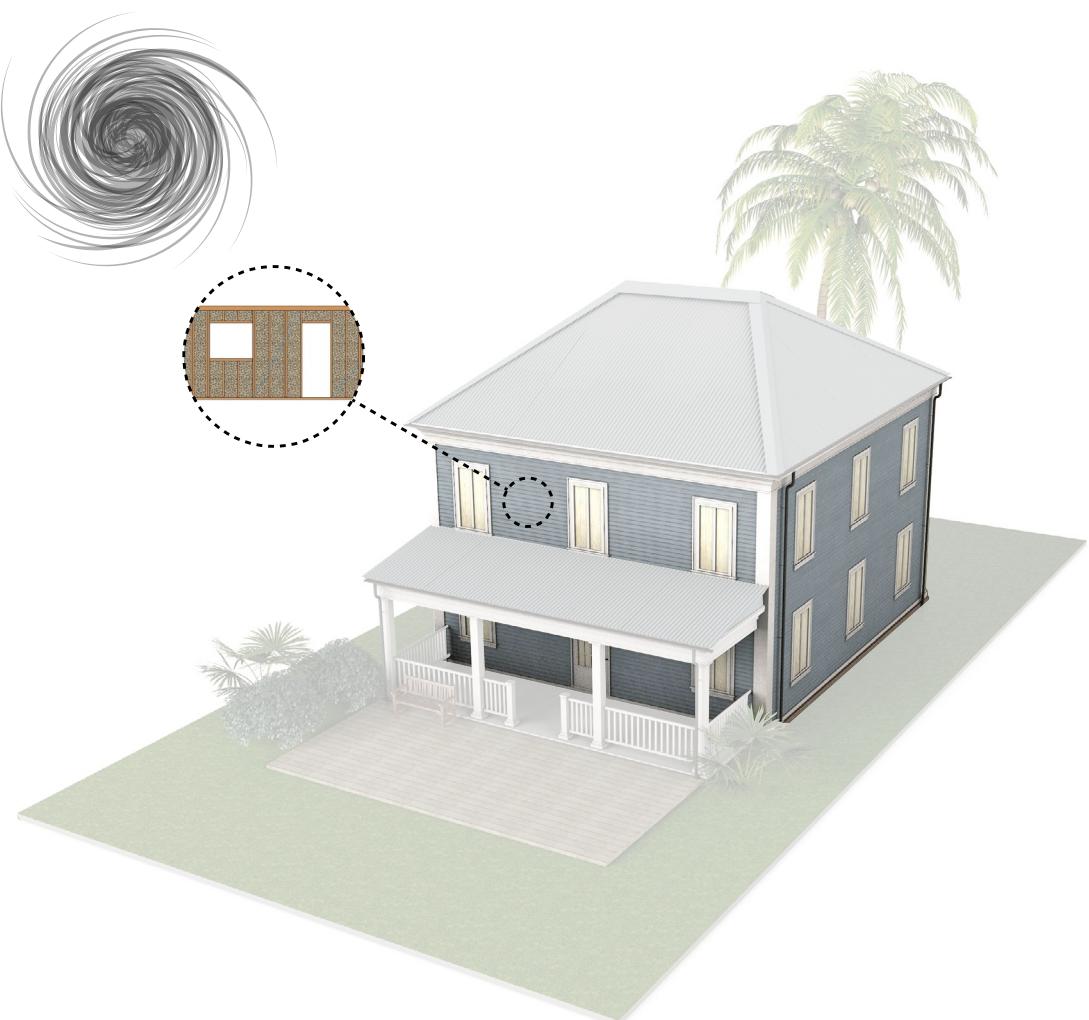


Points clés de construction paracyclonique d'une maison

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
6	2.2 Assemblages métalliques
7	2.3 Ouvrages en béton armé
7	3. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES
7	3.1 Conception des contreventements
12	3.2 Assemblages
14	3.3 Fixation du plancher sur les murs
14	3.4 Fixation des murs sur les fondations
15	3.5 Exemple du nombre minimal de panneaux de contreventement
15	4. ENTRETIEN ET STOCKAGE
15	4.1 Entretien et inspection
16	4.2 Stockage

1. Introduction

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

Il est bon de rappeler qu'au-delà du respect des règles de construction, la conception doit intégrer d'autres critères relatifs à la qualité d'usage, l'accessibilité, la performance énergétique et tout ce qui a trait aux besoins des occupants.

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-termites. 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. Une exception est faite pour les éléments non structuraux exposés à l'extérieur tels que les bardages qui sont associés à une classe d'emploi 4.

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 Assemblages métalliques

Les systèmes d'assemblage et de fixation de la structure 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.

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

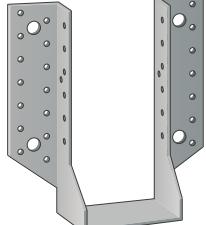
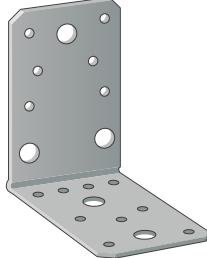
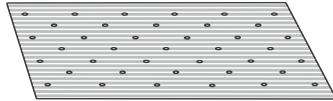
Composant	Domaine d'application	Figure
Boulon tête hexagonale	Sabots de charpente, équerres mixtes renforcées, pieds de poteau	
Goujon d'ancrage inox	Fixation dans un chaînage	
Vis	Sabot de charpente	
Vis à bois structurale	Assemblage d'éléments en bois	
Sabot à ailes extérieures	Solives, pannes, poutres lisses, butées de chevrons	
Équerre structurale	Pannes, chevrons	
Plaque perforée	Assemblage ou renfort des assemblages	
Ancre des poteaux de murs à ossature bois « Hold Down »	Ancre des poteaux de murs à ossature bois « Hold Down »	

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

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.

2.3 Ouvrages en béton armé

La structure en bois repose sur des ouvrages en béton armé (fondations, dalle du plancher bas, etc.) définis dans les NF DTU correspondants. Il est important de s'assurer que ces ouvrages ne présentent pas de désordres importants (notamment fissurations et corrosion visible des armatures).

3. Dispositions constructives

Dans cette fiche, les maisons sont à RDC ou à R+1. Leurs caractéristiques principales sont les suivantes :

- La longueur et la largeur ne dépassent pas 10 m ;
- La hauteur de faîte ne dépasse pas la longueur et la largeur ;
- La hauteur d'étage ne dépasse pas 3 m ;
- La toiture est une charpente légère avec une structure à 2 ou 4 versants, dont la pente varie entre 8,5° et 30°.

3.1 Conception des contreventements

■ 3.1.1 Contreventement des murs

Le contreventement des murs est réalisé en utilisant des panneaux de contreventement : des voiles travaillants ou des palées de stabilité triangulées. Seul un type homogène de panneaux de contreventement est utilisé dans une maison, sans mélange de types de panneaux de contreventement différents.

✓ 3.1.1.1 *Implantation minimale des panneaux de contreventement*

Les panneaux de contreventement sont impérativement installés dans les murs porteurs (façades ou refends), avec une distance maximale de 5 m entre deux murs porteurs parallèles. L'implantation minimale des panneaux de contreventement est définie comme suit :

- En façade : au moins 2 panneaux de contreventement sont disposés par façade et par direction, placés aux extrémités de la façade.
- À l'intérieur (dans un refend) : au moins 1 panneau de contreventement par direction est disposé perpendiculairement à chaque façade. Ce panneau est placé contre la façade et situé dans le tiers central de celle-ci.

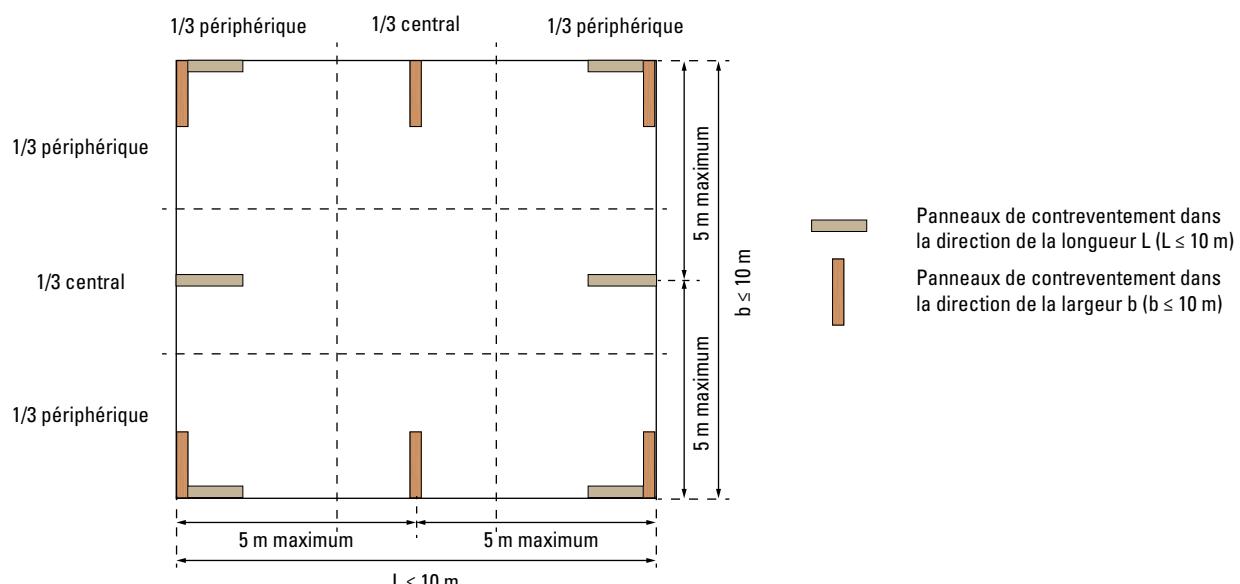


Figure 1 : Exemple d'implantation minimale des panneaux de contreventement dans chaque direction de la maison

Le nombre de panneaux de contreventement est identique dans les deux directions de la longueur et de la largeur de la maison. Le nombre minimal de panneaux de contreventement dans chaque direction est déterminé en fonction de l'effort du vent et de la résistance au contreventement des panneaux de contreventement utilisés. Ce nombre est supérieur ou égal au nombre requis pour l'implantation minimale des panneaux de contreventement.

Pour le cas des maisons à R+1, les panneaux de contreventement des deux niveaux sont superposés et leur nombre est identique à l'étage et au RDC.

✓ 3.1.1.2 Contreventement des murs par voiles travaillants

Un voile travaillant est constitué d'une ossature composée d'une lisse basse, d'une lisse ou traverse haute, de deux montants d'extrémité, ainsi qu'un ou plusieurs montants intermédiaires. Ces éléments forment une structure sur laquelle des panneaux à base de bois (en contreplaqué, OSB/3 ou OSB/4) sont fixés par vissage ou clouage. Les montants d'extrémité et les lisses de l'ossature sont en bois massif ou en bois massif reconstitué.

Un voile travaillant peut être constitué de plusieurs panneaux à base de bois cloués ou vissés sur une ossature unique ou plusieurs structures distinctes liaisonnées entre elles.

Les bois résineux sont employés dans la fabrication des voiles travaillants, tandis que les bois feuillus ne sont pas utilisés.

Les caractéristiques principales des voiles travaillants sont les suivantes :

- La hauteur varie de 2,7 à 3 m tandis que la largeur varie de 1,2 à 4 m ;
- L'épaisseur minimale des panneaux à base de bois est de 12 mm pour le contreplaqué et de 13 mm pour l'OSB/3 ou l'OSB/4 (seul le contreplaqué est employé en classe de service 3) ;
- Les panneaux à base de bois ne présentent pas d'ouverture, de trou, de défectuosité ou de défaut ;
- Les panneaux à base de bois sont fixés sur l'ossature par vissage ou clouage ;
- Les vis ou clous fixant les panneaux à base de bois sur les montants d'extrémité sont espacés régulièrement de 150 mm maximum. Cet espacement est doublé pour les vis ou clous fixant les panneaux à base de bois sur les montants intermédiaires ;
- Les vis ou clous sont de diamètre de 3,1 mm et de longueur de 65 mm minimum. Ils sont placés à une distance de 20 mm minimum des bords ;
- Les lisses ont la même largeur que les montants.

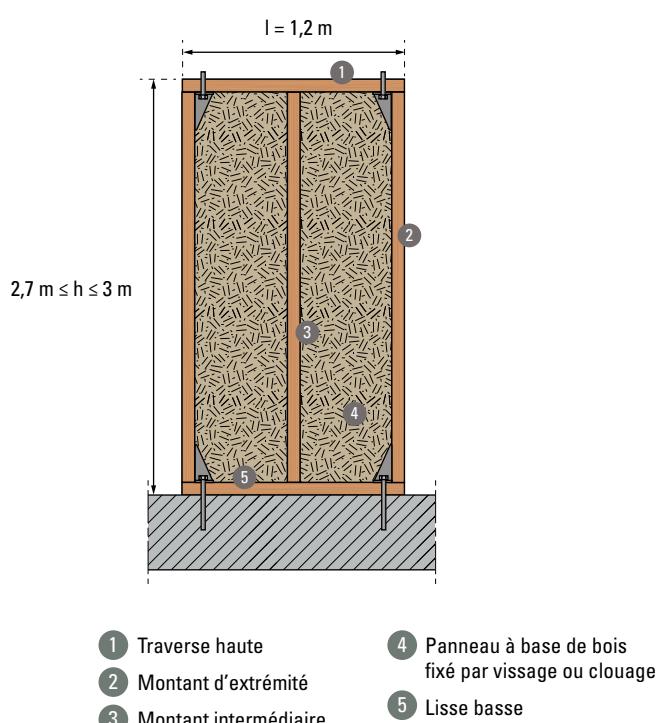


Figure 2 : Exemple d'un voile travaillant constitué d'un seul panneau à base de bois fixé sur une ossature unique

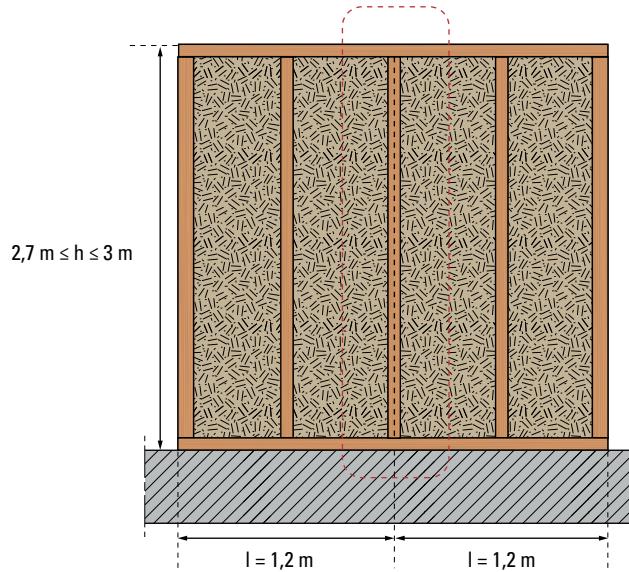


Figure 3 : Exemple d'un voile travaillant constitué de deux panneaux à base de bois vissés ou cloués sur une ossature unique

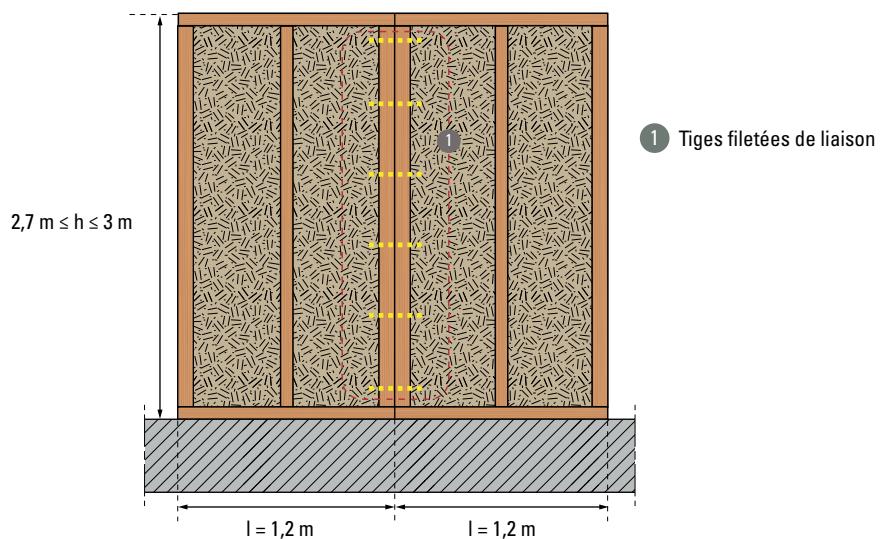


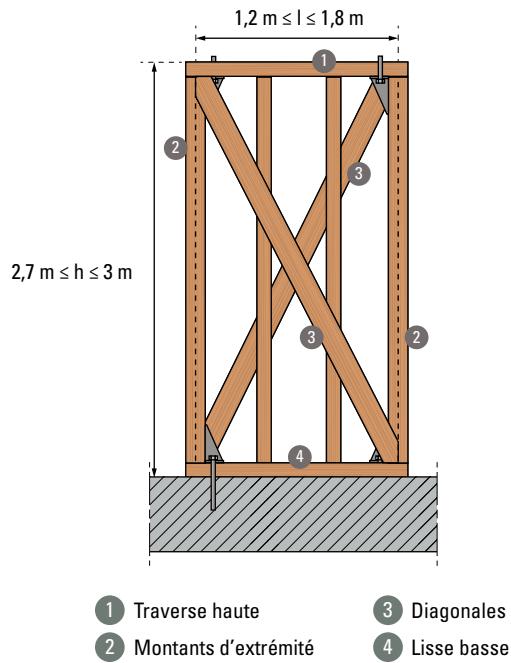
Figure 4 : Exemple d'un voile travaillant constitué de deux structures distinctes liaisonnées entre elles

✓ 3.1.1.3 Contreventement des murs par palées de stabilité triangulées

Une palée de stabilité triangulée est constituée d'une ossature composée d'une lisse basse, d'une lisse ou traverse haute, de deux montants d'extrémité, un ou plusieurs montants ou lisses intermédiaires ainsi que des diagonales. Les montants d'extrémité et les lisses de l'ossature sont en bois massif ou en bois massif reconstitué.

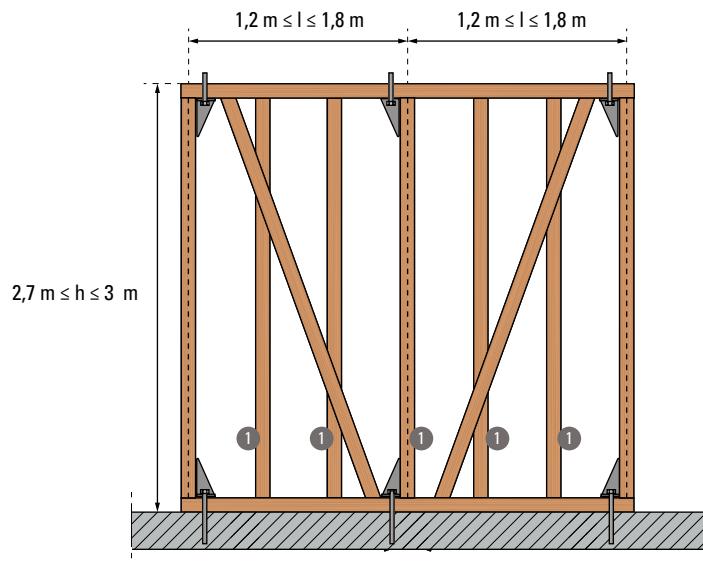
Les caractéristiques principales des palées de stabilité triangulées sont les suivantes :

- La hauteur varie de 2,7 à 3 m ;
- La largeur mesurée entre axes des montants aux extrémités des diagonales varie de 1,2 à 1,8 m ;
- Les montants intermédiaires ont une épaisseur minimale de 5 cm ;
- Les lisses ont la même largeur que les montants.



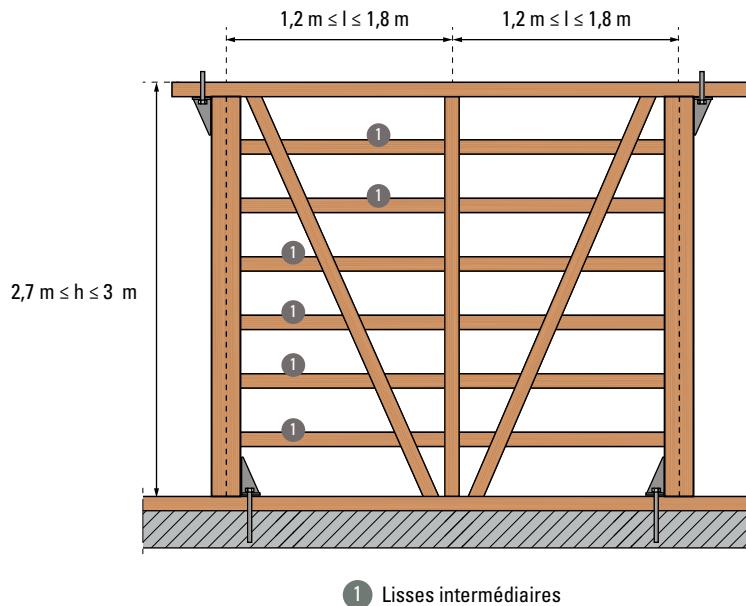
- 1 Traverse haute
- 2 Montants d'extrême
- 3 Diagonales
- 4 Lisse basse

Figure 5 : Exemple d'une palée de stabilité triangulée avec deux diagonales croisées



- 1 Montants intermédiaires

Figure 6 : Exemple d'une palée de stabilité triangulée avec deux diagonales non-croisées et des montants intermédiaires



1 Lisses intermédiaires

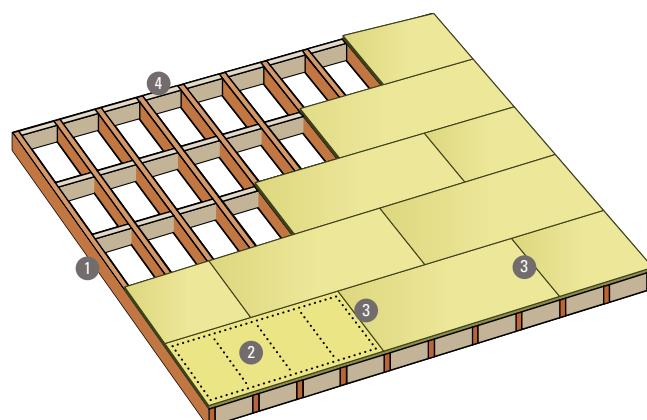
Figure 7 : Exemple d'une palée de stabilité triangulée avec deux diagonales non-croisées et des lisses intermédiaires

■ 3.1.2 Contreventement du plancher

Le plancher est stabilisé dans son plan par la mise en œuvre, sur les solives, de **panneaux à base de bois** (en contreplaqué, OSB/3 ou OSB/4) couvrant toute la surface du plancher.

Pour assurer une rigidité suffisante du plancher, il est nécessaire de respecter les caractéristiques suivantes :

- L'épaisseur minimale des panneaux à base de bois est de 15 mm pour le contreplaqué et de 18 mm pour l'OSB/3 ou l'OSB/4 ;
- Les dimensions des panneaux à base de bois sont égales ou supérieures à $120 \times 240 \text{ cm}^2$ en partie courante ;
- Les panneaux à base de bois ne présentent pas d'ouverture, de trou, de défectuosité ou de défaut ;
- Les panneaux à base de bois sont disposés en quinconce, sans alignement des joints ;
- Les panneaux à base de bois sont fixés par vissage ou clouage sur tout leur pourtour. Les vis ou clous sont espacées de 150 mm maximum et placées à une distance de 10 à 15 mm des bords ;
- La largeur des joints entre les panneaux à base de bois est d'environ 1 mm/m de longueur de panneau ;
- Les solives et entretoises ont une épaisseur minimale de 5 cm.



1 Solive ép. ≥ 5 cm

2 Panneau à base de bois vissé ou cloué :
– 150 mm max entre vis (ou clous)
– Vis (ou clous) distants de 10 à 15 mm du bord

3 Espace de 1 mm / m de panneau

4 Entretoise ép. ≥ 5 cm

Figure 8 : Exemple de contreventement du plancher par des panneaux à base de bois

3.2 Assemblages

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 lisses 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.

■ *Liaisons de murs*

La liaison entre les montants et la traverse haute ou la lisse basse est réalisée par la mise en place d'une plaque métallique avec des vis.

Aux angles :

- La liaison entre deux murs est réalisée par la mise en place d'un lien en bois ;
- La liaison entre deux traverses hautes ou deux lisses basses est réalisée par la mise en œuvre d'une plaque métallique avec des vis.

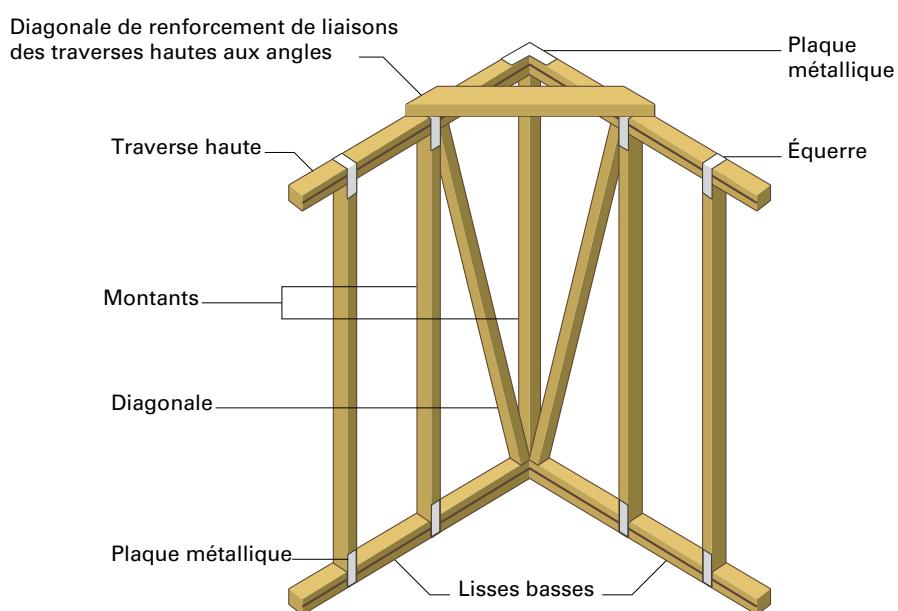


Figure 9 : Exemple de liaisons de murs

La jonction entre la traverse haute et les montants est réalisée par des équerres métalliques et des tire-fonds (ou alternativement des vis lardées pour des efforts faibles). La jonction pour assurer la continuité des traverses hautes ou des lisses basses est réalisée au droit des montants au moyen de vis et d'une ou deux plaques métalliques identiques situées de part et d'autre des montants.

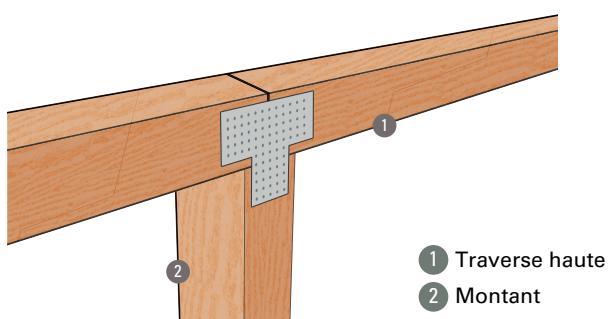


Figure 10 : Exemple de jonctions au droit des montants

Pour le cas des palées de stabilité triangulées avec deux diagonales croisées :

- La liaison des diagonales avec des montants d'extrémité est réalisée par un embrèvement simple maintenu par 2 clous lardés de dimensions de 3,1 × 70 mm ;

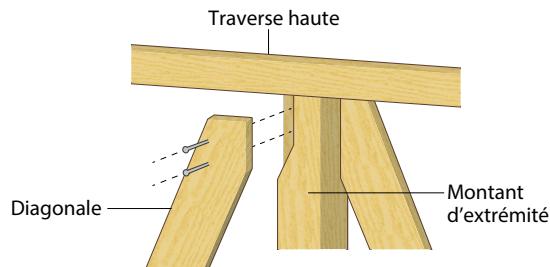


Figure 11 : Exemple de liaison diagonale –
montant d'extrémité pour le cas des palées de stabilité triangulées avec deux diagonales croisées

- La liaison des diagonales avec des montants intermédiaires est réalisée par une découpe simple dans le montant et 2 clous torsadés ou crantés de dimensions 6×100 mm. Un feuillard métallique et 2 vis de diamètre de 5 mm sont mis en place pour renforcer le montant.

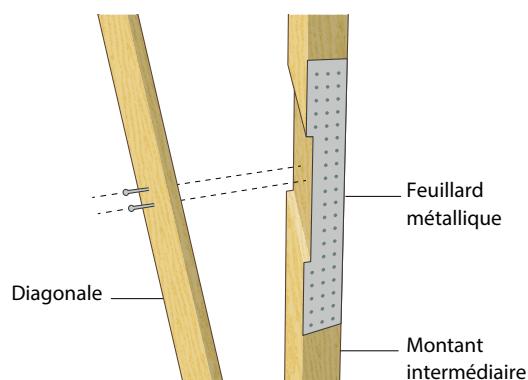


Figure 12 : Exemple de liaison diagonale –
montant intermédiaire pour le cas des palées de stabilité triangulées avec deux diagonales croisées

Pour le cas des palées de stabilité triangulées avec deux diagonales non croisées :

- La liaison des diagonales avec des montants d'extrémité est réalisée par un embrèvement double (avec butée avant dans la traverse haute et la lisse basse) maintenu par 2 vis de dimensions 6×120 mm ;

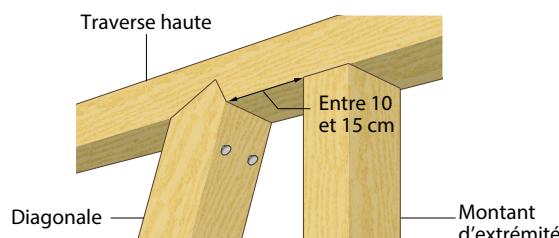


Figure 13 : Exemple de liaison diagonale – montant d'extrémité
pour le cas des palées de stabilité triangulées avec deux diagonales non croisées

- La liaison des diagonales avec des montants intermédiaires est réalisée par la mise en œuvre de 2 vis de dimensions 6×120 mm.

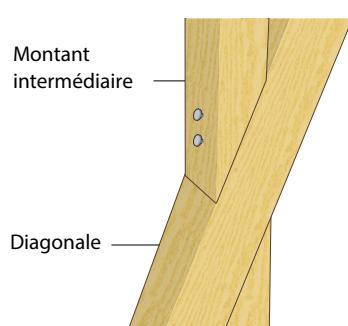


Figure 14 : Exemple de liaison diagonale – montant intermédiaire
pour le cas des palées de stabilité triangulées avec deux diagonales non croisées

3.3 Fixation du plancher sur les murs

Les entretoises sont fixées aux solives du plancher par 2 vis.

Les solives du plancher sont fixées sur la traverse haute des murs du niveau inférieur par des équerres d'épaisseur de 2,5 mm minimum. Alternativement, il est possible d'utiliser des sabots métalliques d'épaisseur de 2,5 mm minimum et des tire-fonds (ou des vis lardées pour des efforts faibles).

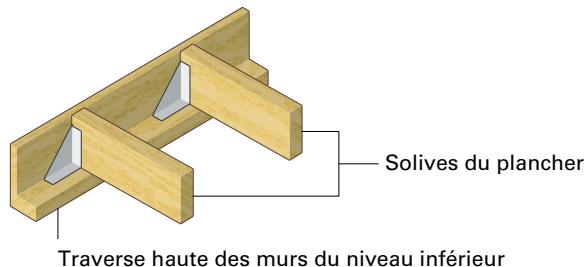


Figure 15 : Exemple de pose des solives sur la traverse haute des murs du niveau inférieur

3.4 Fixation des murs sur les fondations

Les ancrages des montants d'extrémité des voiles travaillants ou des palées de stabilité triangulées sont réalisés à l'aide de boîtiers d'ancrage (équerres ou sabots métalliques) d'une épaisseur minimale de 3 mm. Ces boîtiers d'ancrage sont fixés :

- Sur la face verticale intérieure des montants d'extrémité : à l'aide de clous ou de boulons ;
- Dans le chaînage en béton armé : au moyen de chevilles métalliques d'un diamètre maximal de 16 mm traversant la lisse basse. La longueur d'ancrage se situe au minimum sous les armatures horizontales hautes et au mieux sous les armatures basses.

Les ancrages de la lisse basse sont réalisés à l'aide de chevilles d'ancrage ou de tiges d'ancrage avec rondelle ou crosse à l'extrémité. Les ancrages sont répartis tous les 60 cm maximum sur toute la longueur de la lisse basse. Les ancrages par scellement chimique doivent être réalisés dans des trous préalablement dépoussiérés. Les tiges d'ancrage avec rondelle ou crosse à l'extrémité doivent être scellées dans le béton avant le coulage.

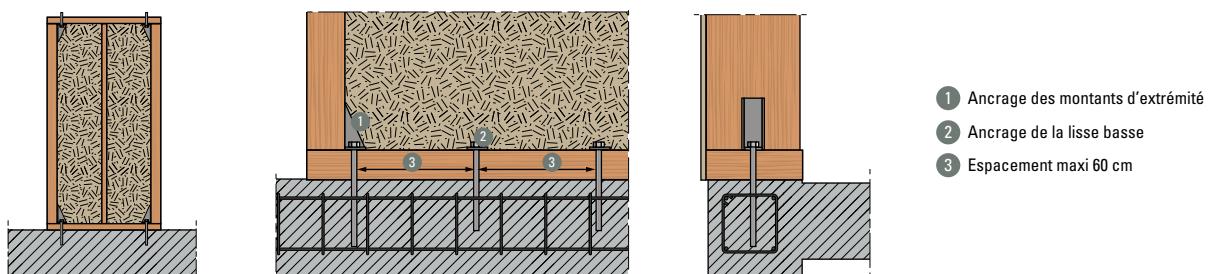


Figure 16 : Exemple d'ancrages d'un voile travaillant

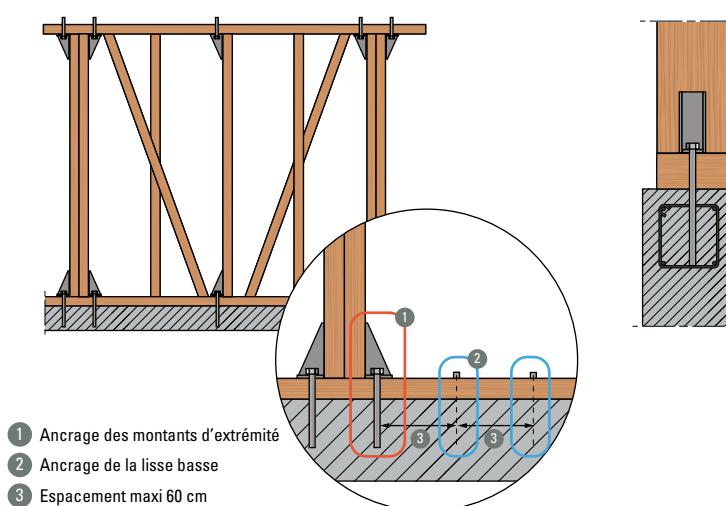


Figure 17 : Exemple d'ancrages d'une palée de stabilité triangulée

3.5 Exemple du nombre minimal de panneaux de contreventement

NOTE

Il est rappelé que tout élément structural en bois (dont la lisse basse, ou à défaut la traverse basse) d'une façade à ossature en bois doit se situer au minimum à une distance de 200 mm au-dessus du sol fini extérieur. De plus, une barrière d'étanchéité doit être ménagée sous la lisse basse pour interrompre les remontées capillaires ou toute autre infiltration d'eau.

À titre d'exemple, pour une maison à R+1 avec une charpente à deux versants dont la pente est de 15°, les panneaux de contreventement retenus sont des palées de stabilité triangulées avec deux diagonales croisées. Chaque palée de stabilité triangulée présente les caractéristiques suivantes :

- Dimensions : largeur de 120 cm et hauteur de 300 cm ;
- Montants d'extrémité : deux montants, section de $15 \times 15 \text{ cm}^2$;
- Montants intermédiaires : trois montants, section de $8 \times 15 \text{ cm}^2$;
- Entraxes : 30 cm entre un montant d'extrémité et un montant intermédiaire, ou entre deux montants intermédiaires ;
- Diagonales croisées : deux diagonales, section de $4,6 \times 15 \text{ cm}^2$;
- Lisse basse : section de $8 \times 15 \text{ cm}^2$;
- Traverse haute : section de $8 \times 15 \text{ cm}^2$;
- Bois : classe de résistance C24, classe de service 3 ;
- Ancrages : chaque palée de stabilité triangulée est ancrée par deux ancrages aux montants d'extrémité et deux autres ancrages à la lisse basse.

Le nombre minimal de panneaux de contreventement est de 16 panneaux par niveau dans chaque direction. Les ancrages des montants d'extrémité sont choisis pour résister à des efforts verticaux de soulèvement de 122 kN minimum par ancrage et les ancrages de la lisse basse sont choisis pour résister à des efforts horizontaux de cisaillement de 17 kN minimum par ancrage.

4. Entretien et stockage

4.1 Entretien et inspection



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

Pour les parties exposées de la structure en bois, l'entretien consiste à :

- Éliminer les parties dégradées en surface (moisissures, 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 prématuée.



Inspection complète² de la structure en bois **tous les 5 ans et à la suite d'un cyclone**

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

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 (pieds 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 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.

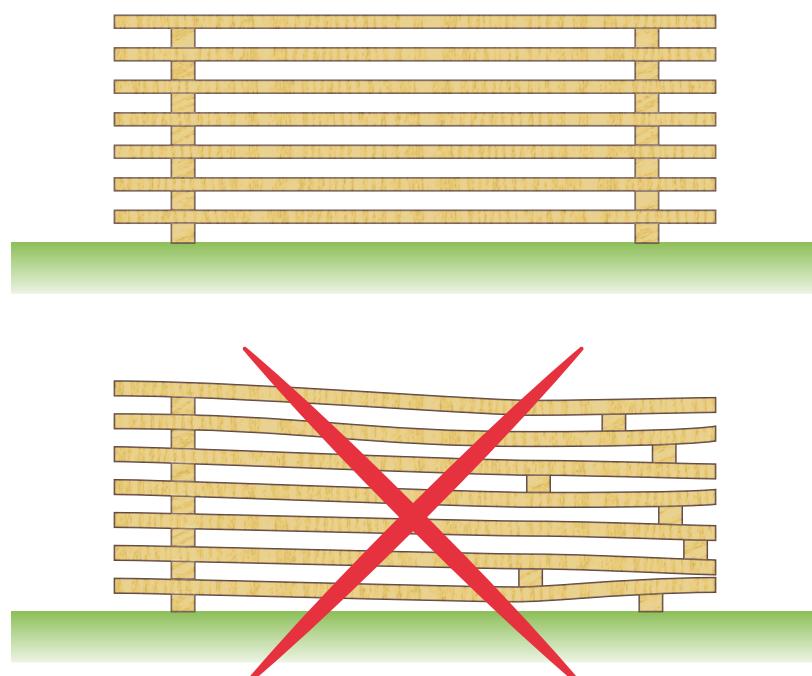


Figure 18 : Exemple de stockage des éléments en bois

