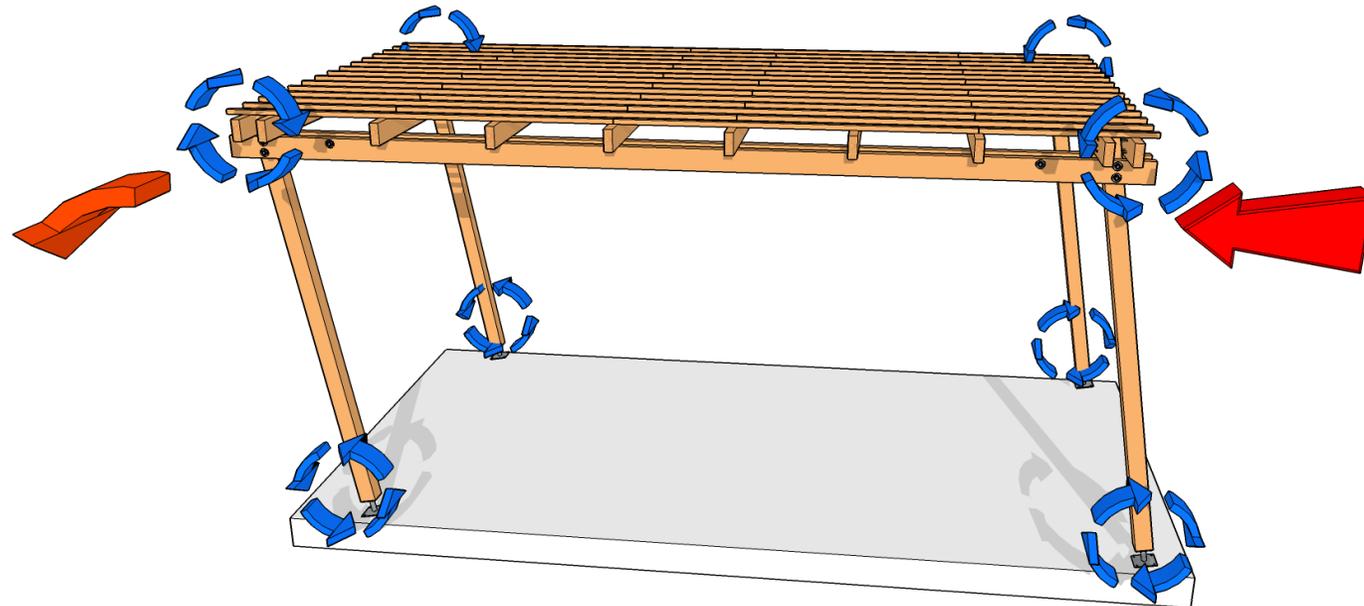


CYCLE MASTER S7/S8 – CT SCULPTURE TECTONIQUE



ST1-C8 : Le contreventement des structures bois
Pourquoi et comment contreventer une structure bois ?

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

1. INTRODUCTION

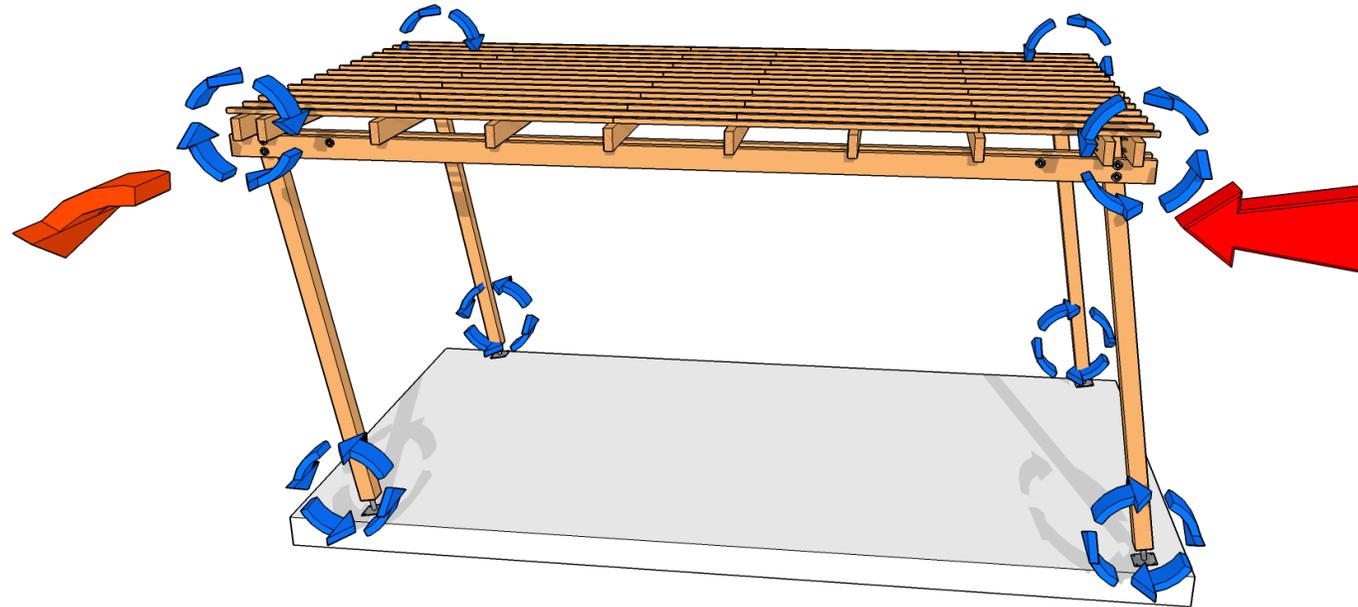
1. Introduction 10'

2. Cours 50'

- Voiles travaillants
- Palées triangulées
- Bras de contreventement

3. Discussion 10'

Pourquoi contreventer ?



Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

En cas d'**actions horizontales** (vent, séisme, etc.), une structure mal contreventée peut se déformer excessivement, voire perdre sa stabilité et s'effondrer comme un château de carte.

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

1. INTRODUCTION

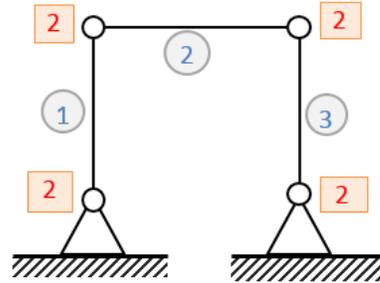
1. Introduction 10'

2. Cours 50'

- a. Voiles travaillants
- b. Palées triangulées
- c. Bras de contreventement

3. Discussion 10'

Pourquoi contreventer ?

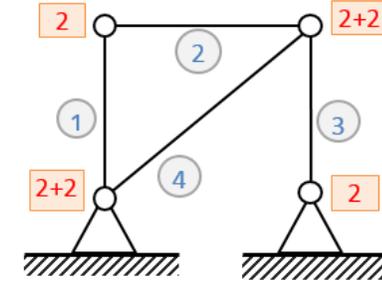


4 rotules

3 barres

$$\rightarrow i = 4 \times 2 = 8 \text{ inc.} \quad \rightarrow n = 3 \times 3 = 9 \text{ eq.}$$

$$h = 8 - 9 = -1 : \text{hypostatique}$$

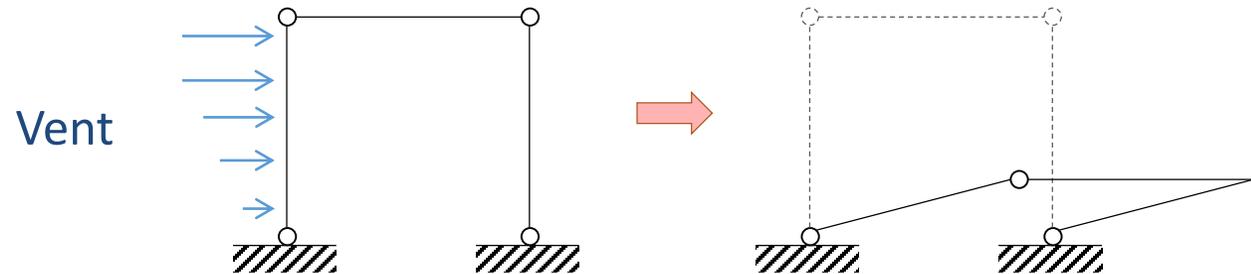


6 rotules

4 barres

$$\rightarrow i = 6 \times 2 = 12 \text{ inc.} \quad \rightarrow n = 4 \times 3 = 12 \text{ eq.}$$

$$h = 12 - 12 = 0 : \text{isostatique}$$



Une structure non contreventée est hypostatique : elle a un degré de liberté, celui-ci étant sensible aux actions horizontales.

1. Introduction 10'

2. Cours 50'

- a. Voiles travaillants
- b. Palées triangulées
- c. Bras de contreventement

3. Discussion 10'

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

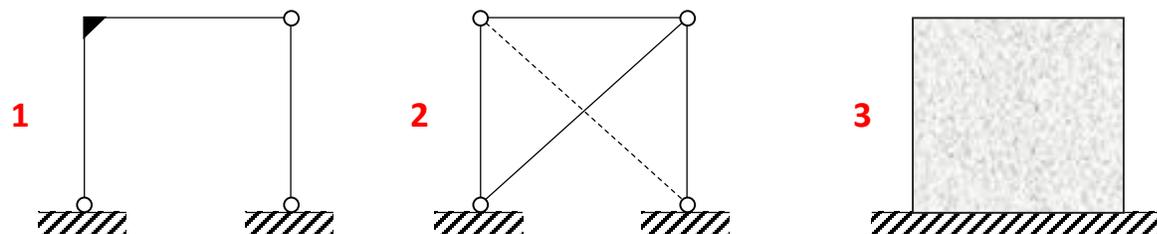
1. INTRODUCTION

Comment contreventer ?

Il est impératif de rajouter des éléments pour **ajouter un hyperstatisme résistant aux efforts horizontaux**.

Ces éléments peuvent être :

1. Un encastrement à une liaison ou un appui (\approx élément « ponctuel »)
2. Une ou plusieurs barres de contreventement (élément linéique)
3. Un voile ou un noyau de contreventement (élément(s) surfacique(s))



Cela est valable dans le cas général, maintenant voyons **ce qu'il en est de la construction en bois**.

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

1. INTRODUCTION

1. Introduction 10'

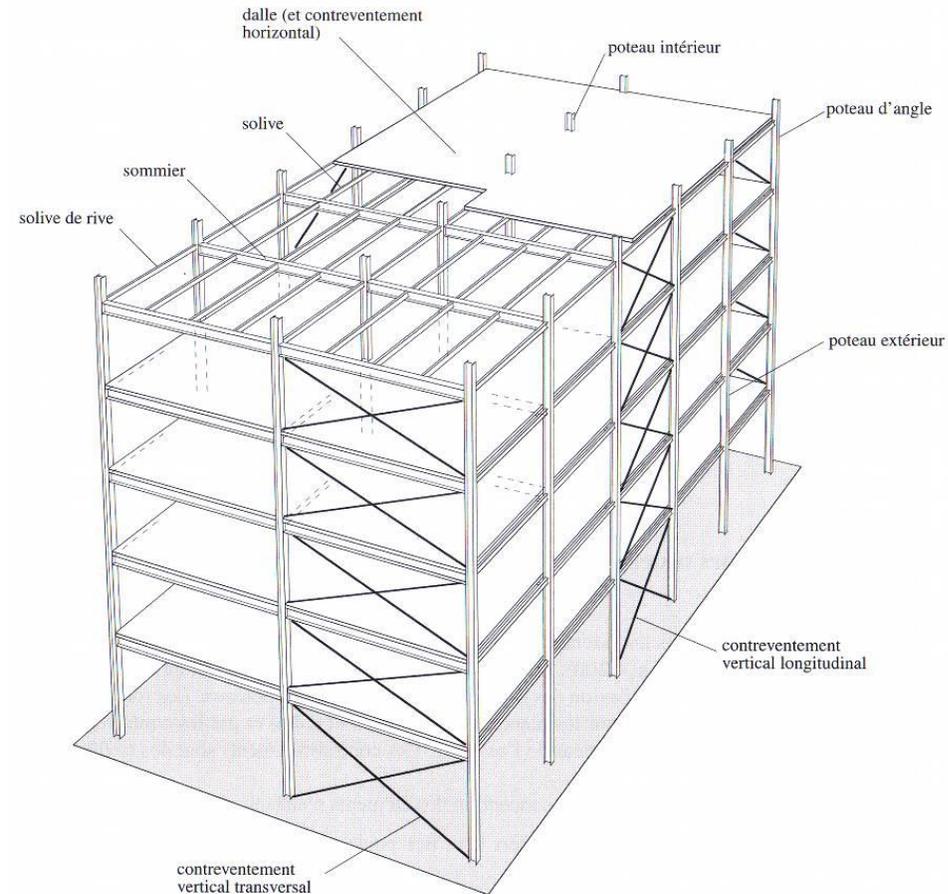
2. Cours 50'

- Voiles travaillants
- Palées triangulées
- Bras de contreventement

3. Discussion 10'

Comment contreventer ?

Il faut contreventer les **3 plans de l'espace**.



1. Introduction 10'

2. Cours 50'

- a. Voiles travaillants
- b. Palées triangulées
- c. Bras de contreventement

3. Discussion 10'

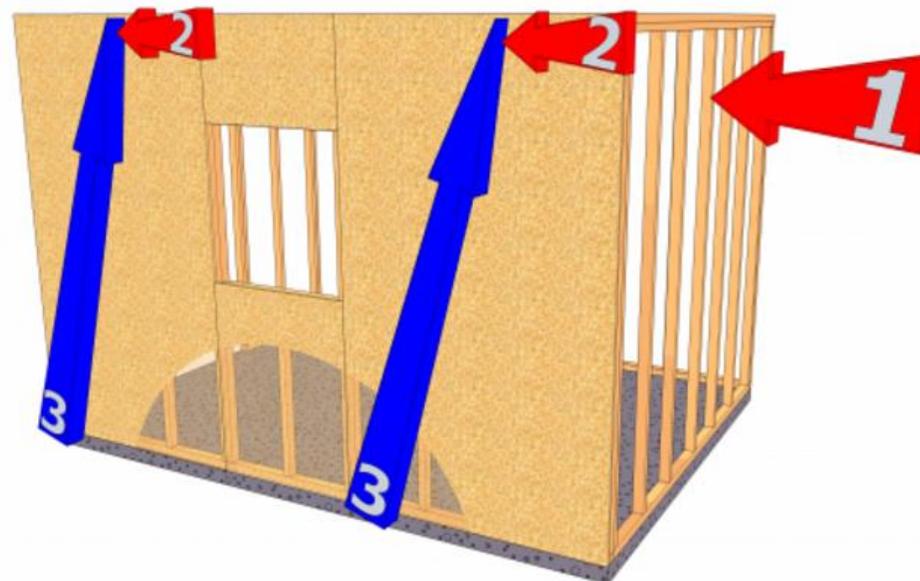
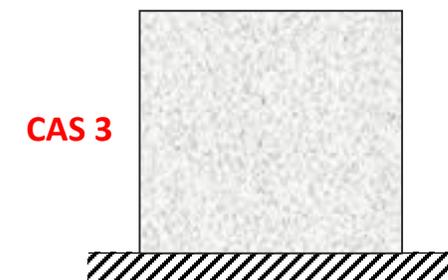
05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

2.a VOILES TRAVAILLANTS

Contreventer avec des voiles travaillants

Définition : Les voiles travaillants sont des éléments des murs qui assurent le contreventement et qui sont constitués par de panneaux (contreplaqué, OSB, aggloméré, CLT) cloués ou vissés sur l'ossature de bois. Ces voiles conviennent pour des ossatures-bois en plateforme

Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>



Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

1. Introduction 10'
2. Cours 50'
 - a. Voiles travaillants
 - b. Palées triangulées
 - c. Bras de contreventement
3. Discussion 10'

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

2.a VOILES TRAVAILLANTS

Voiles travaillants : les panneaux utilisables

Panneau de grandes particules orientées, ou pressées (OSB)

Un panneau de lamelles minces, longues et orientées ou OSB (*Oriented Strand Board*) est composé de plusieurs couches de copeaux de bois (95%) orientés dans des directions spécifiques collés ensemble par une résine et de la cire (5%). Avantage : son coût peu élevé.

- Épaisseur : 6 à 25 mm
- Densité : 600-700 kg/m³



Panneaux de particules non orientées (aggloméré)

Fabriqués par pressage de petits copeaux de bois avec des colles ou des liants minéraux. Les caractéristiques mécaniques (résistance) de ce panneau sont relativement homogène dans ses deux directions. Avantages : léger et peu onéreux.

- Densité : 700 à 720 kg/m³



1. Introduction 10'

2. Cours 50'

- a. Voiles travaillants
- b. Palées triangulées
- c. Bras de contreventement

3. Discussion 10'

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

2.a VOILES TRAVAILLANTS

Voiles travaillants : les panneaux utilisables

Panneau contreplaqué

Il est obtenu en superposant à fil croisé d'un nombre impair de plaques de bois (les plis), encollés et pressés à chaud. Ils sont ensuite mis à dimension et éventuellement poncés. Essences : peuplier, bouleau, résineux, keruing...

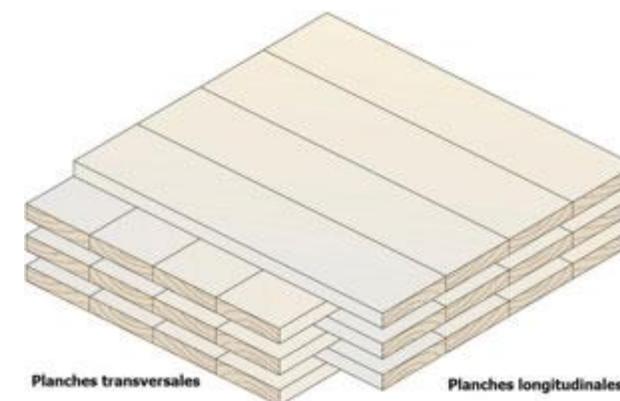
- Épaisseurs : 4 / 6.5 / 9 / 12 / 15 / 18 / 21 / 24 / 27 / 30 / 35 / 40 / 45 / 50 mm
- Densité : 400-500 (peuplier) / 500-620 (résineux) / 620-680 (bouleau) / 820-850 (keuing) en kg/m³

Panneau en bois lamellé-croisé (CLT)

Les panneaux CLT (*cross-laminated timber*) nous viennent d'Autriche et d'Allemagne depuis le début des années 1990. Il est possible aujourd'hui de construire jusqu'à 8 étages avec ce matériau (ex. Timber Tower).

Il sont composés de séries de couches (3, 5 ou 7, rarement plus) de planches de bois empilées perpendiculairement et reliées entre elles à l'aide d'adhésifs structuraux ou de goujons.

- Épaisseur : 78 à 381 mm
- Largeur : 600 mm à 2,4 m
- Longueur : jusqu'à 19,5 m



Images : FPInnovations

Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

1. Introduction 10'
2. Cours 50'
 - a. Voiles travaillants
 - b. Palées triangulées**
 - c. Bras de contreventement
3. Discussion 10'

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

2.a VOILES TRAVAILLANTS

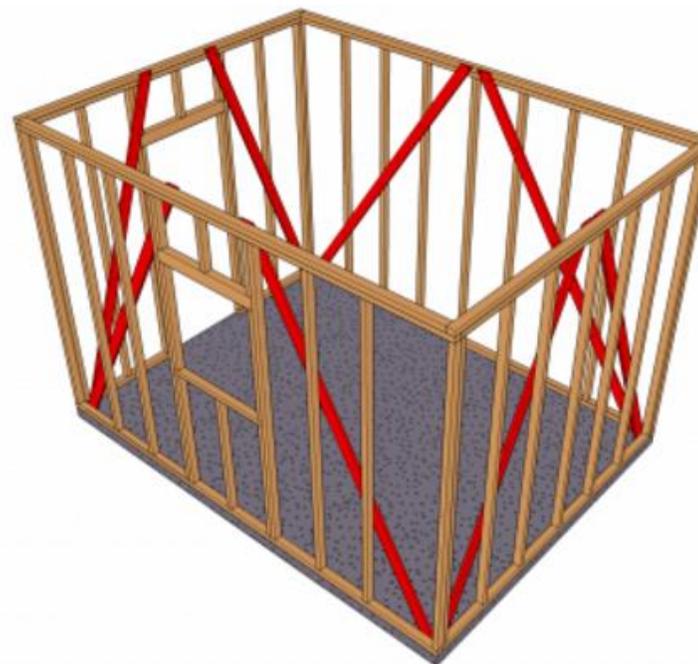
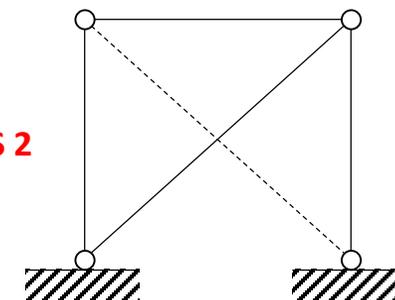
Contreventer avec des palées triangulées

Concept : les écharpes solidarisent les parties verticales et horizontales de la structure. (...)

Une autre manière de voir les choses : les écharpes dévient les forces horizontales (ex. sur la lisse haute) vers des points capables de s'opposer à elles (ex. la dalle ou la lisse basse).

Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

CAS 2



1. Introduction 10'

2. Cours 50'

- a. Voiles travaillants
- b. Palées triangulées**
- c. Bras de contreventement

3. Discussion 10'

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

2.a VOILES TRAVAILLANTS

Palées triangulées : écharpes en applique

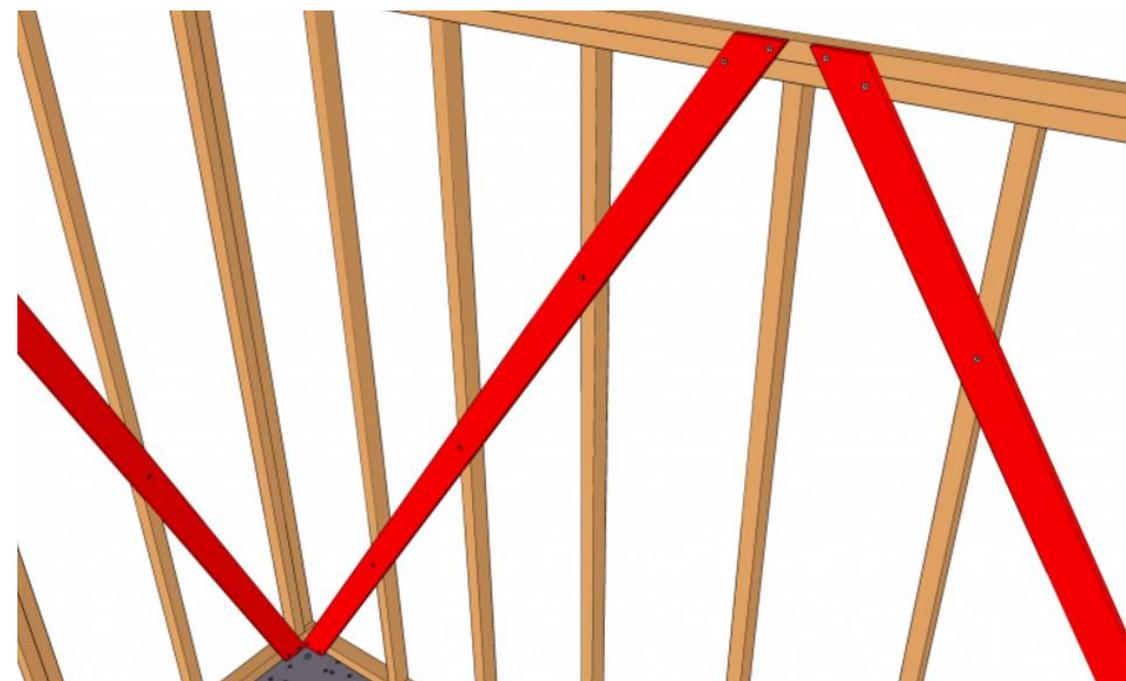
Les écharpes sont fixées sur l'ossature, du côté intérieur.

Les avantages :

- Mise en œuvre facile,
- qui peut être réalisée a posteriori,
- les montants ne sont pas fragilisés.

Les inconvénients :

- emprise sur le volume intérieur,
- difficulté pour fixer au mur ensuite (étagères, etc.),
- difficulté pour mettre un revêtement intérieur (lambris, placo, etc.).



Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

1. Introduction 10'

2. Cours 50'

- a. Voiles travaillants
- b. Palées triangulées**
- c. Bras de contreventement

3. Discussion 10'

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

2.a VOILES TRAVAILLANTS

Palées triangulées : écharpes incrustées

Sur les montants, du côté extérieur du mur, on pratique des encoches pour recevoir les écharpes. L'écharpe est insérée dans les encoches. La partie supérieure de l'écharpe est fixée SOUS la lisse haute, et la partie inférieure SUR la lisse basse, avec des équerrres.

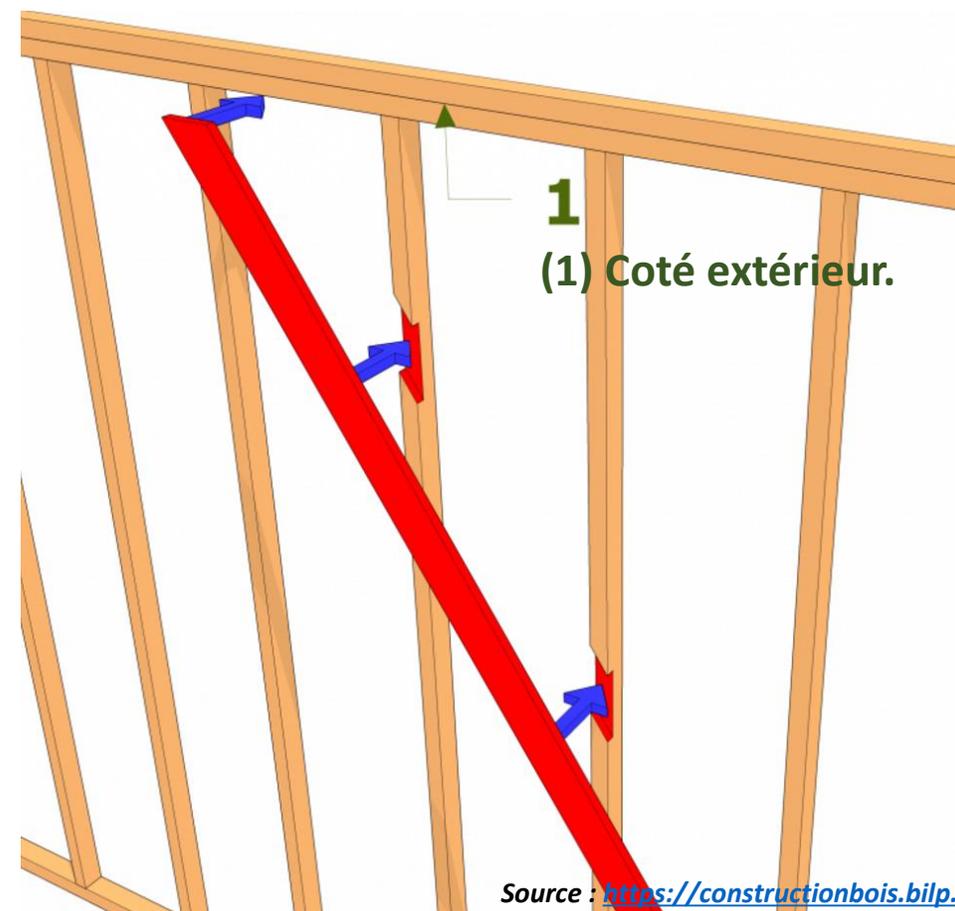
Les avantages :

- Fixation solide car les écharpes sont bloquées dans les encoches,
- Pas d'emprise sur le volume intérieur.

Les inconvénients :

- Réalisation difficile pour les encoches en biais,
- Légère fragilisation des montants car on diminue localement leur épaisseur,
- Emprise sur le volume du mur, cela peut être gênant pour la mise en place d'isolants en panneau rigide.

Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>



Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

1. Introduction 10'

2. Cours 50'

a. Voiles travaillants

b. Palées triangulées

c. Bras de contreventement

3. Discussion 10'

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

2.a VOILES TRAVAILLANTS

Palées triangulées : écharpes intégrées

Les écharpes sont réalisées dans la même section que les montants. Elles sont placées à 45° entre les montants et fixées avec de grandes vis D6.

Les avantages :

- Réalisation facile,
- peut être réalisée avec des chutes de montant,
- pas d'emprise sur le volume intérieur de la structure

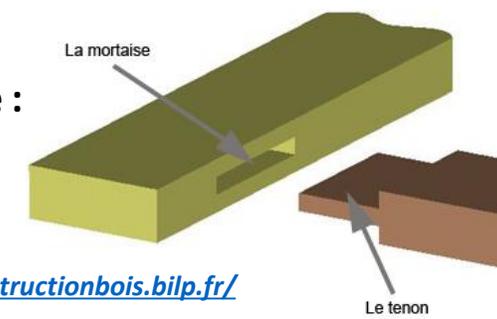
Les inconvénients :

- pas la méthode la plus fiable, car la fixation aux montants est fragile, à moins de réaliser un assemblage tenon-mortaise*,
- La pose d'isolant peut s'en trouver un peu plus compliquée par les coupes en diagonale

Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>



*assemblage tenon-mortaise :



Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

1. Introduction 10'

2. Cours 50'

- a. Voiles travaillants
- b. Palées triangulées
- c. Bras de contreventement

3. Discussion 10'

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

2.a VOILES TRAVAILLANTS

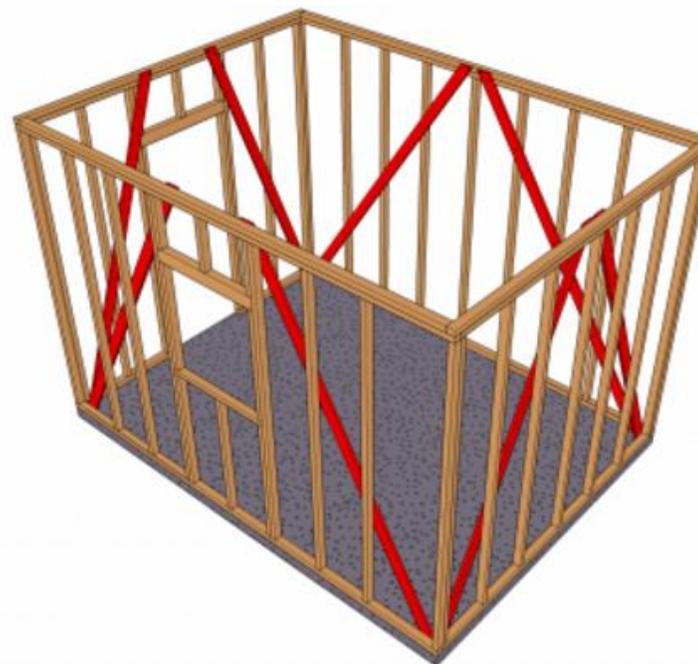
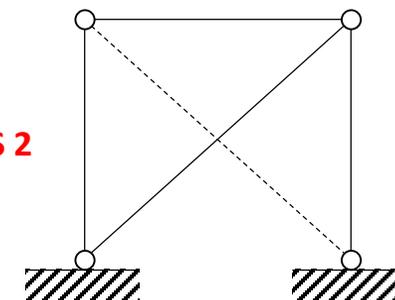
Contreventer avec des palées triangulées

Concept : les écharpes solidarisent les parties verticales et horizontales de la structure. (...)

Une autre manière de voir les choses : les écharpes dévient les forces horizontales (ex. sur la lisse haute) vers des points capables de s'opposer à elles (ex. la dalle ou la lisse basse).

Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

CAS 2



1. Introduction 10'

2. Cours 50'

a. Voiles travaillants

b. Palées triangulées

c. Bras de contreventement

3. Discussion 10'

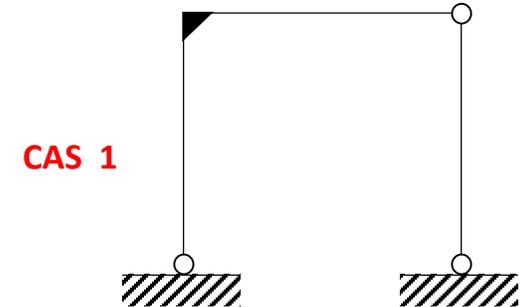
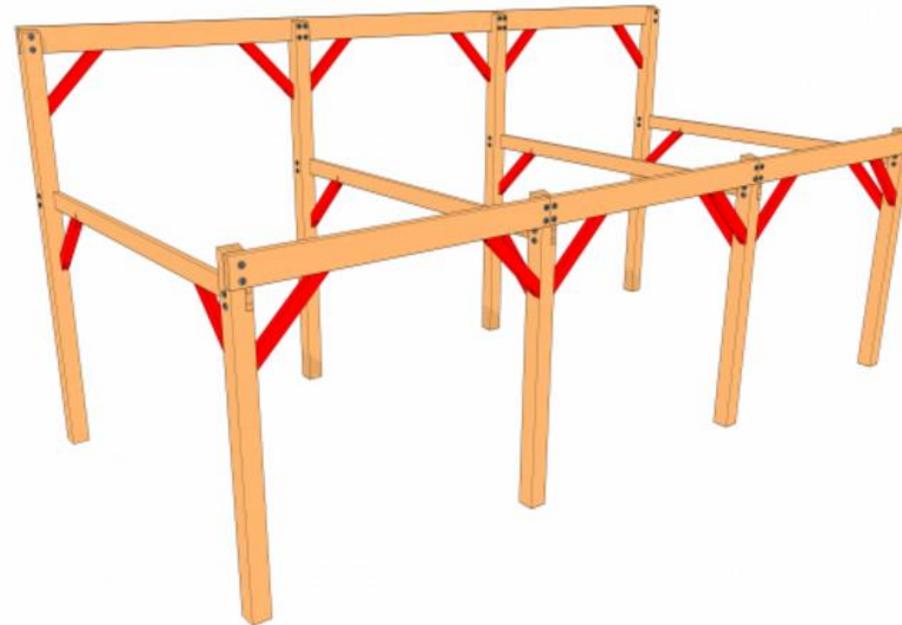
05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

2.a VOILES TRAVAILLANTS

Contreventer avec des bras

Concept : Les bras de contreventement sont utilisés pour des structures à poteaux (...). Ils sont fixés directement sur deux éléments importants de la structure : poteaux et pannes, poteaux et chevrons, poteaux et traverses, poteaux et tirants.

Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>



1. Introduction 10'

2. Cours 50'

a. Voiles travaillants

b. Palées triangulées

c. Bras de contreventement

3. Discussion 10'

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

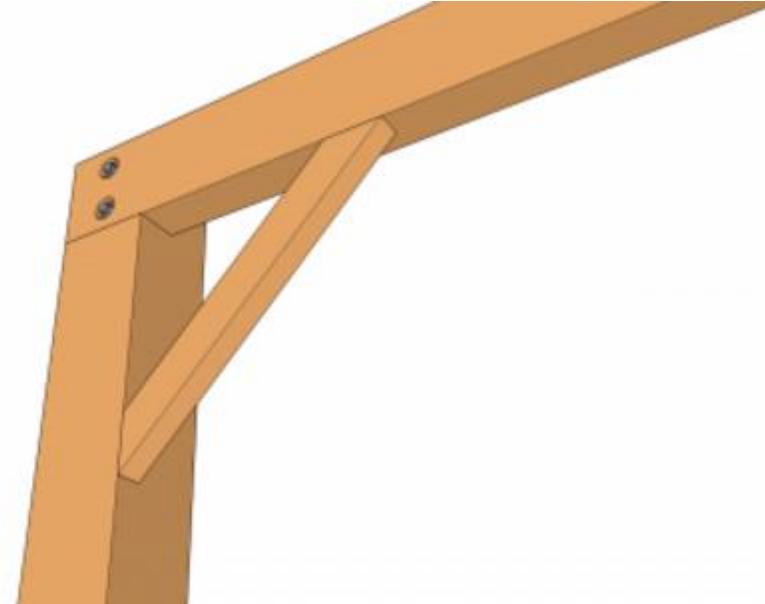
2.a VOILES TRAVAILLANTS

Bras de contreventement : méthodes d'assemblages

Bras de contreventement sur la face d'un poteau et sous la face d'une panne (ou d'un chevron)

Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

On est face à ce cas pour une panne simple reposant sur l'encoche d'un poteau.



1. Introduction 10'

2. Cours 50'

a. Voiles travaillants

b. Palées triangulées

c. Bras de contreventement

3. Discussion 10'

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

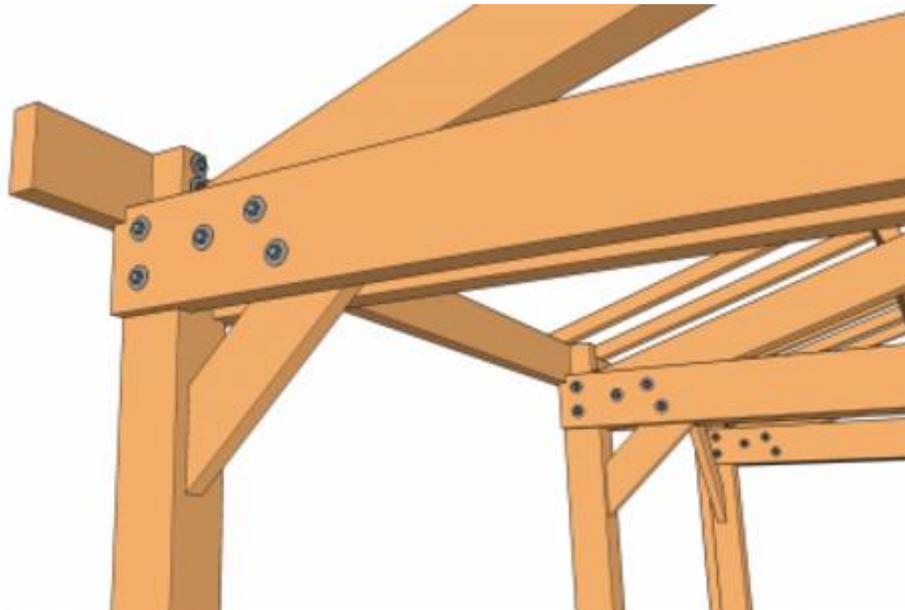
2.a VOILES TRAVAILLANTS

Bras de contreventement : méthodes d'assemblages

Bras de contreventement entre un poteau et un moisage

Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

Dans le cas d'un moisage* de la panne, il est préférable de fixer le haut de la jambe entre les pannes moisées pour retenir en même temps ces deux éléments



*Moisage :



Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

1. Introduction 10'

2. Cours 50'

- a. Voiles travaillants
- b. Palées triangulées
- c. Bras de contreventement

3. Discussion 10'

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

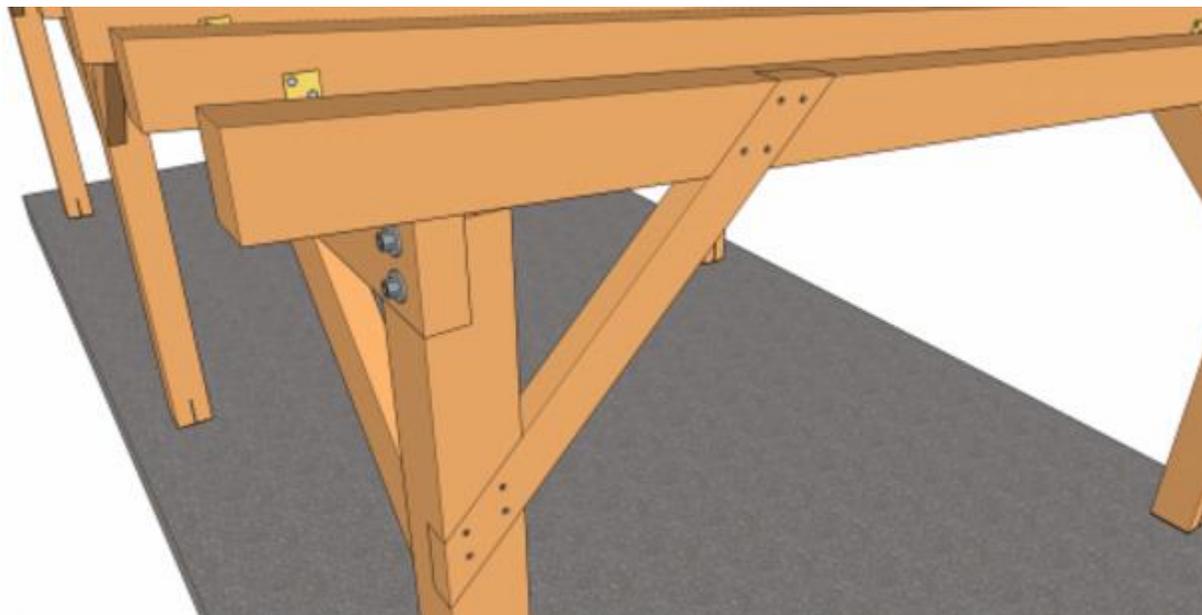
2.a VOILES TRAVAILLANTS

Bras de contreventement : méthodes d'assemblages

Bras de contreventement à l'extérieur de la structure sous encoches

Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

Cette technique n'apporte pas un plus au niveau de l'esthétique de l'ouvrage mais est efficace car le bras a une bonne surface de contact sur les éléments de fixation. De plus, elle est favorisée par l'ancrage dans les encoches.



Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

1. Introduction 10'

2. Cours 50'

- a. Voiles travaillants
- b. Palées triangulées
- c. Bras de contreventement

3. Discussion 10'

05 LE CONTREVENTEMENT DES STRUCTURES BOIS

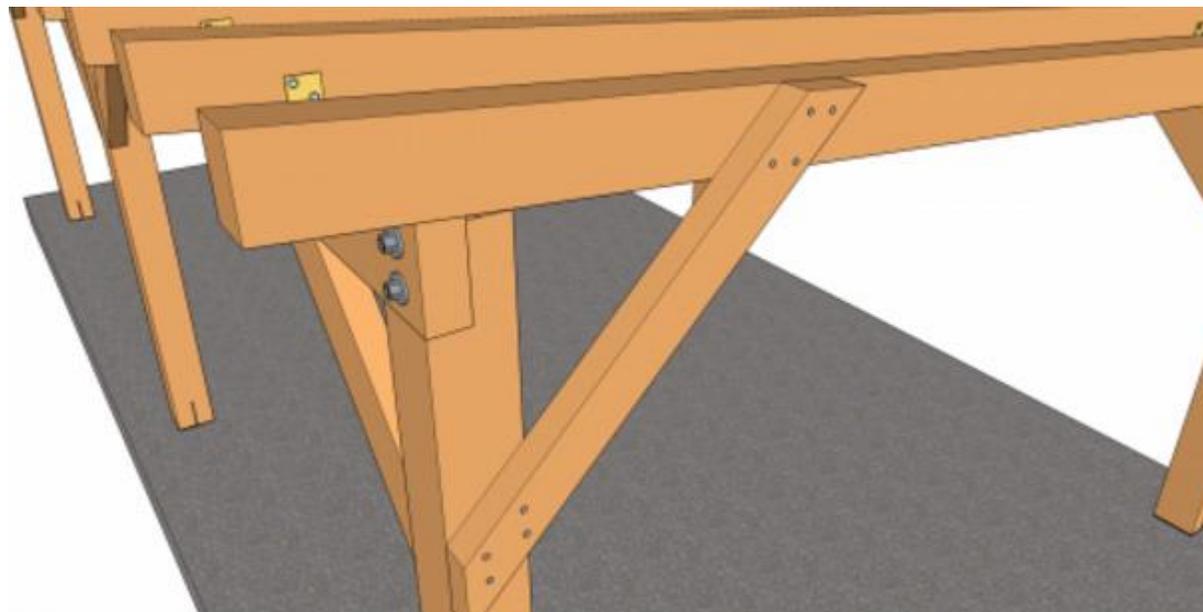
2.a VOILES TRAVAILLANTS

Bras de contreventement : méthodes d'assemblages

Bras de contreventement à l'extérieur de l'ouvrage

Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

Par rapport à la technique précédente, il n'y a pas d'encoches sur les éléments. Les accessoires de fixation doivent donc supporter les forces de cisaillement. Les vis sont alors proscrites car trop fragiles.



Source : <https://constructionbois.bilp.fr/>

1. Introduction 10'

2. Cours 50'

- a. ESQ
- b. AVP (APS/APD)
- c. PRO/DCE
- d. EXE

3. Discussion 10'

00 LES FORCES

3. BILAN

Qu'a t-on appris aujourd'hui?

**A LA SEMAINE
PROCHAINE !**

Pavillon Hermès
Toyo Ito
Baselworld
2013

