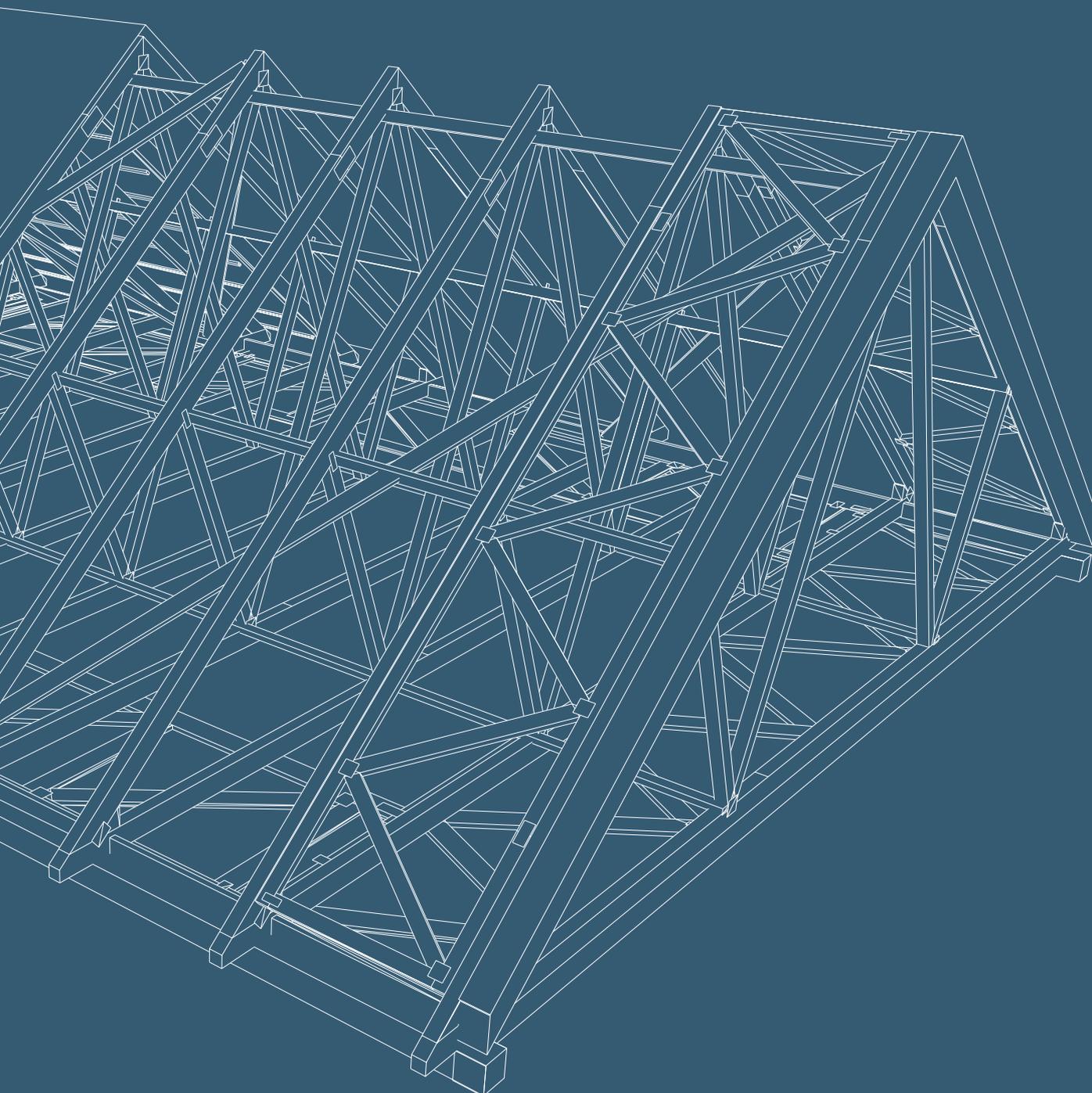


LA CHARPENTE INDUSTRIALISÉE EN BOIS

édition 2024

LES GUIDES TECHNIQUES



PRÉFACE

La charpente industrialisée en bois. Un ensemble à bien concevoir et bien mettre en œuvre.

Sur tout type de construction, la charpente industrialisée, ou charpente fermette, a su s'imposer comme un ouvrage fiable, économique et facile à mettre en œuvre. Cette réussite a été rendue possible grâce au retour d'expérience et à la constante amélioration des règles de l'art, partagés dès 1998 au sein du guide technique "La charpente industrialisée en bois. Un ensemble à bien concevoir et bien mettre en œuvre.", réactualisé en 2016.

Réalisée en partenariat avec les fabricants de charpente industrielle de l'UICB (Union des Industriels et Constructeurs Bois), cette troisième édition intègre les dernières évolutions des normes et pratiques, tout en conservant son caractère pédagogique et en attirant l'attention sur les points sensibles, de la conception à la livraison.

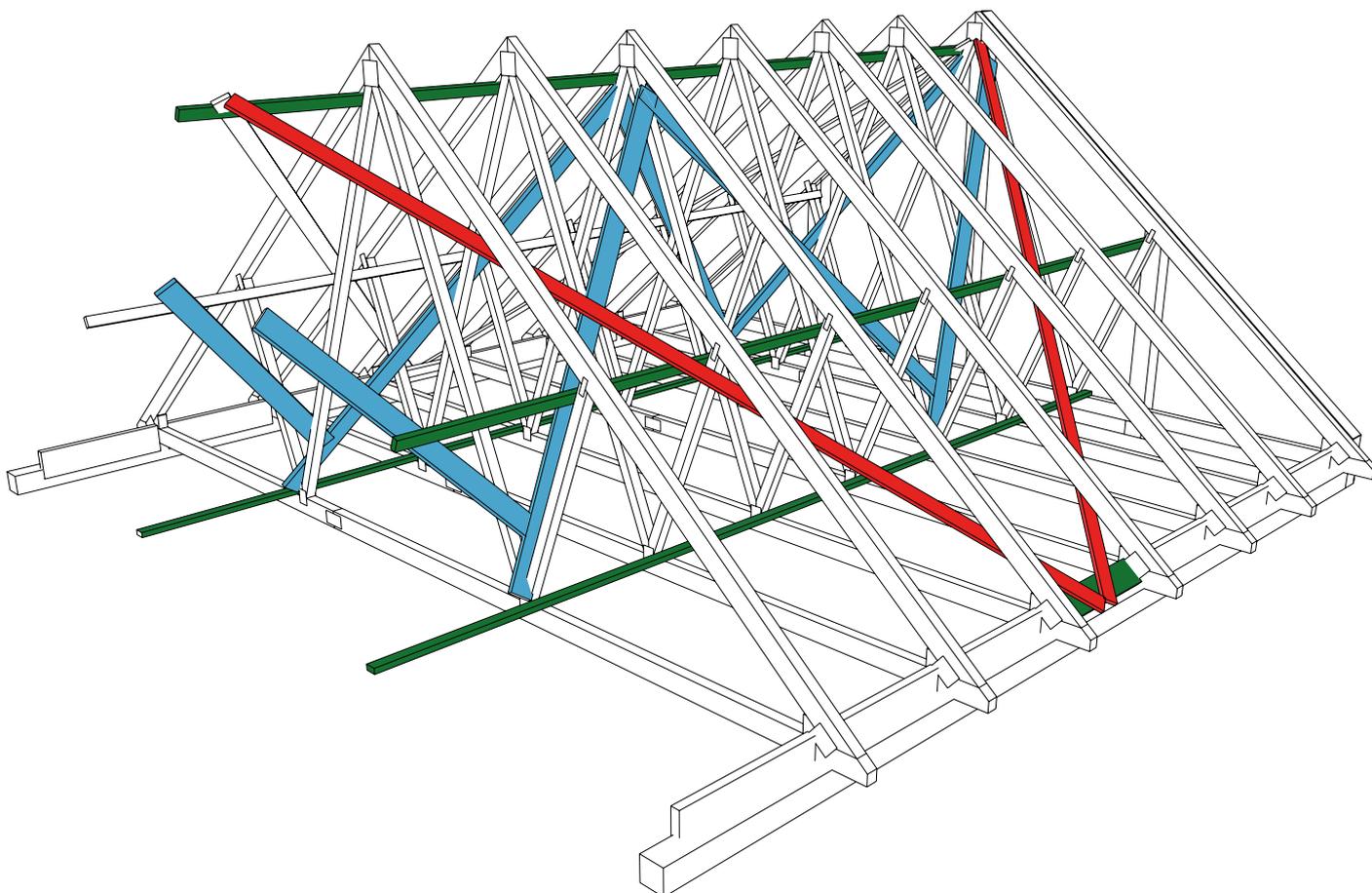
Destiné aux bureaux d'études et aux poseurs, mais aussi aux fabricants et aux maîtres d'œuvre, ce guide se veut utile et facile d'emploi. Et entend contribuer à l'amélioration de l'ensemble des compétences collectives, seule garante de la progression des métiers.

Bonne lecture !

Bertrand Minot,
Vice-Président de l'UICB

L'ensemble du comité de lecture de ce guide tient à remercier Gilles de Zutter (MiTek) pour la réalisation des vues 3D représentées dans cet ouvrage.





**LE CODE COULEUR MIS AU POINT PAR LA PROFESSION
A ÉTÉ UTILISÉ DANS CET OUVRAGE :**

- | | |
|---------------------------------------|---|
| Pièces du dispositif d'antiflambement |  |
| Pièces du système de contreventement |  |
| Pièces filantes parallèles au faîtage |  |

Pour des raisons de lisibilité, les schémas au sein de ce guide ont parfois été simplifiés. Ils ne peuvent donc en aucun cas se substituer aux plans fournis par les fabricants.

SOMMAIRE

1	Qu'est-ce qu'une charpente fermette ou industrialisée ?	P 6
2	Les différents types de charpentes industrialisées	P 8
3	Les dispositifs d'antiflambement	P 16
4	Le système de contreventement	P 26
5	Les points sensibles au niveau des assemblages, des ancrages & de la pose	P 29
6	Le plan de pose, aide indispensable	P 33
7	Les points sensibles selon les types de fermes	P 34
8	Les points sensibles selon les particularités de l'ouvrage	P 41
9	Les points sensibles dus aux cheminées, lucarnes, escaliers...	P 50
10	Les points sensibles lors de la réception des pièces sur chantier	P 52
11	Quelques chiffres à respecter	P 56
12	Dispositions constructives vis-à-vis de la sécurité incendie	P 58
13	Lexique de la charpente industrialisée	P 68

1 QU'EST-CE QU'UNE CHARPENTE INDUSTRIALISÉE ?

I.1. LES ÉLÉMENTS D'UNE CHARPENTE INDUSTRIALISÉE

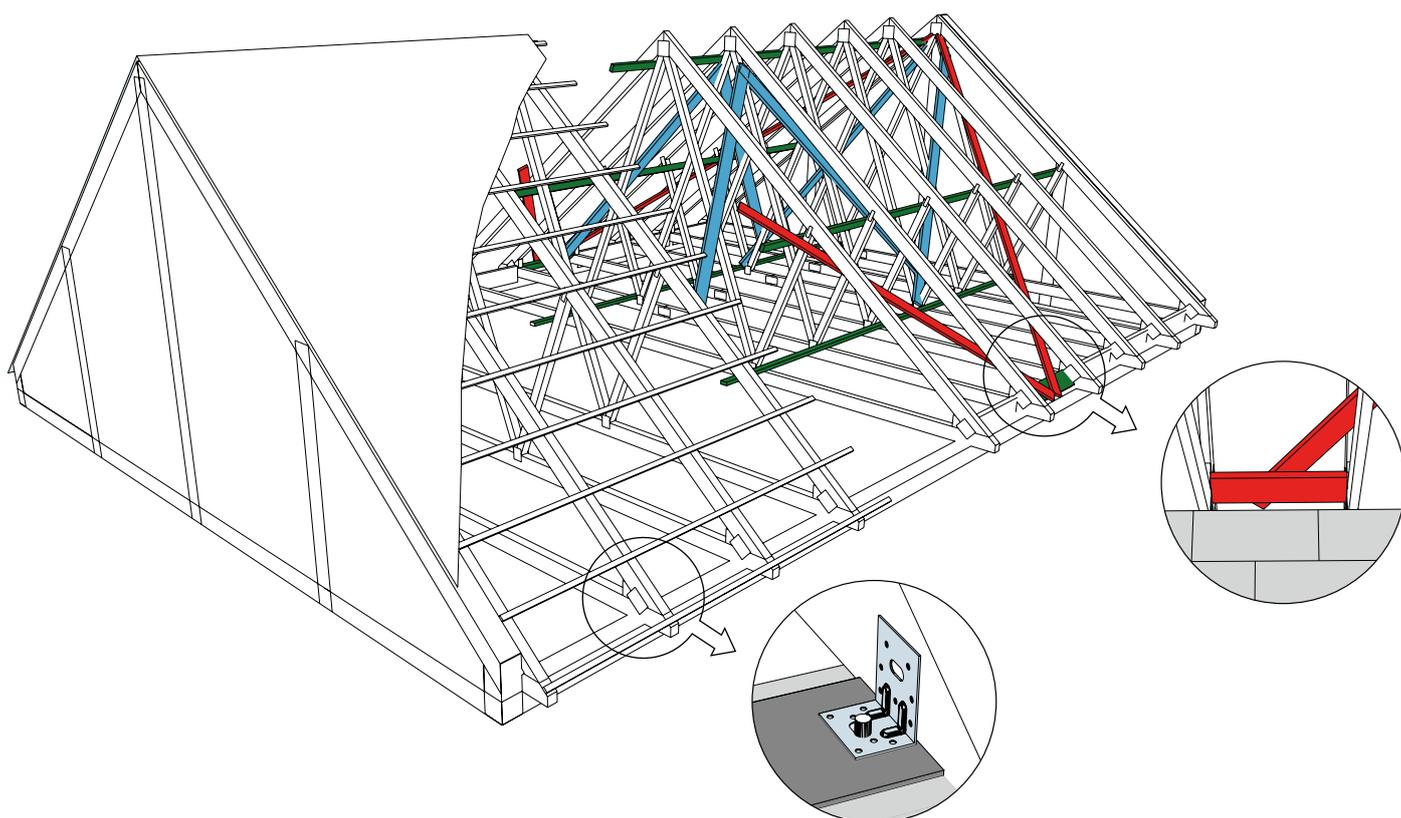
Une charpente industrialisée est un ensemble d'éléments tous aussi importants les uns que les autres. Une charpente industrialisée ou fermette se compose :

- **De fermes à faible espacement** (en général inférieur à 1,10 m), composées d'**éléments en bois de structure classés (C24)** et d'**éléments d'assemblages** (connecteurs métalliques ou goussets en contreplaqué) qui supportent le plafond et l'isolation et reçoivent directement la couverture. Ces fermes permettent l'économie des solives, des pannes et des chevrons.
- **D'éléments d'ancrage et de fixation.**
- **D'éléments transversaux** : lisses, chevêtres, entretoises, destinés à maintenir l'écartement entre les fermes.
- **D'éléments de stabilisation** : pièces de bois, feuillards en acier, poutres, panneaux de support de couverture, qui forment les dispositifs d'antiflambement et le système de contreventement.

Une charpente est dite "industrialisée" parce qu'elle est **préfabriquée** en usine et livrée prête à être montée (figure 1).

FIGURE 1

Un ensemble d'éléments préfabriqués



1.2. LES INTERVENANTS

LA MAÎTRISE D'OEUVRE (ARCHITECTE, ENSEMBLIER OU CONSTRUCTEUR)

Elle définit l'ensemble du projet de construction et choisit le type de charpente et de structure qui la supportera.
Elle doit veiller à ce que l'une soit adaptée à l'autre.

L'ENTREPRISE DE POSE

Elle procède à la mise en œuvre.
Elle doit vérifier, lors de la réception, que toutes les pièces de la charpente lui ont été livrées. Elle doit posséder les compétences requises pour comprendre l'ouvrage à réaliser et mettre en œuvre la charpente conformément aux règles de l'art. Le poseur et le fabricant peuvent être regroupés au sein de la même entreprise.

LE FABRICANT

Son bureau d'études définit et calcule tous les éléments de la charpente à partir des informations fournies par la maîtrise d'œuvre. Il doit veiller à ne négliger aucune pièce, particulièrement celles du dispositif d'antiflambement.

Son usine fabrique, marque et livre les différents éléments. Le fabricant doit veiller à mettre à la disposition de l'entreprise un lot complet de pièces, accompagné du plan de pose. C'est lui qui garantit la qualité des matériaux et de la fabrication.

UNE CHAÎNE DE COMPÉTENCES

où 3 intervenants se passent le relais

- Une charpente industrialisée ne doit en aucun cas être modifiée sans une étude adaptée réalisée par un professionnel.
- Parfois négligés, les documents-papiers sont pourtant les seuls à garantir la bonne transmission des informations entre les intervenants.

2

LES DIFFÉRENTS TYPES DE CHARPENTES INDUSTRIALISÉES

Il existe 3 familles de charpentes industrialisées :

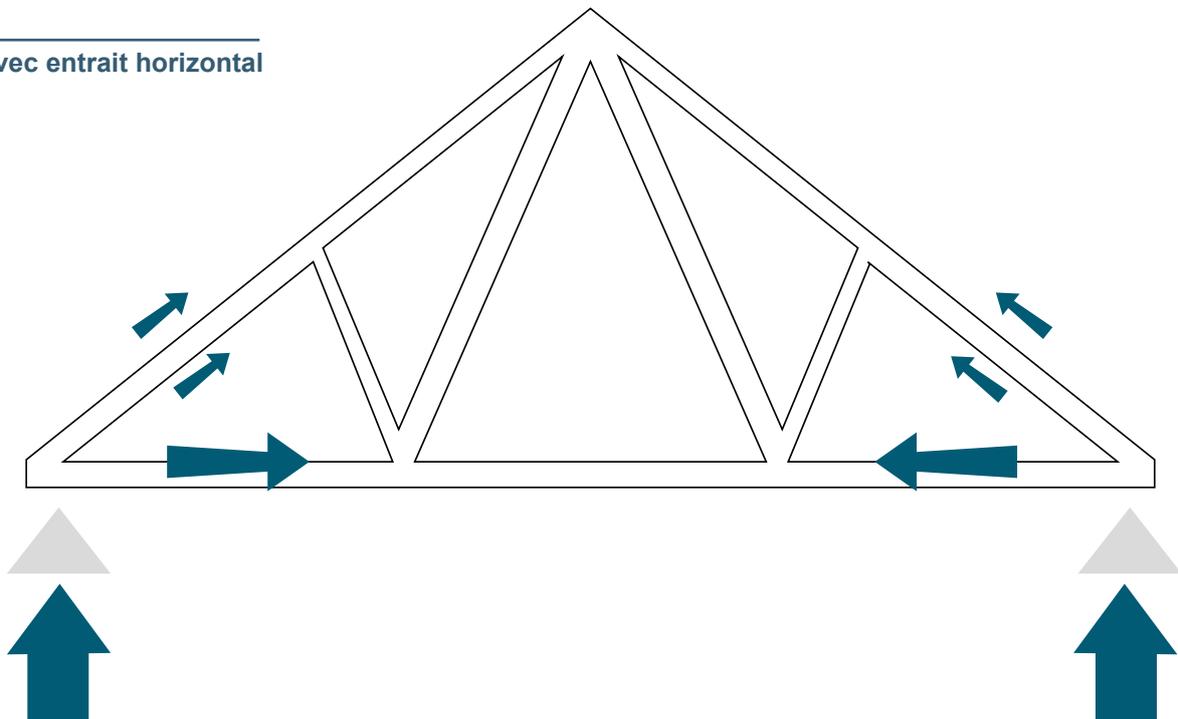
- Combles perdus
- Combles habitables à entrants porteurs
- Combles sur dalle

De plus, on distingue les conceptions en fonction de la présence (figure 2) ou de l'absence (figure 18) d'un entrant horizontal sur les fermes.

2.1. FERMES POUR COMBLES PERDUS

FIGURE 2

Ferme avec entrant horizontal



L'entrant a pour conséquence de "refermer" les forces sur la ferme. Elle transmet des efforts horizontaux réduits à ses appuis et facilite donc l'étude et la réalisation des ancrages.

TYPES COURANTS DE FERMES POSSÉDANT UN ENTRAIT ET DONT LA MISE EN OEUVRE PRÉSENTE DONC PEU DE DIFFICULTÉS

FIGURE 3

Ferme "en W" : la plus courante

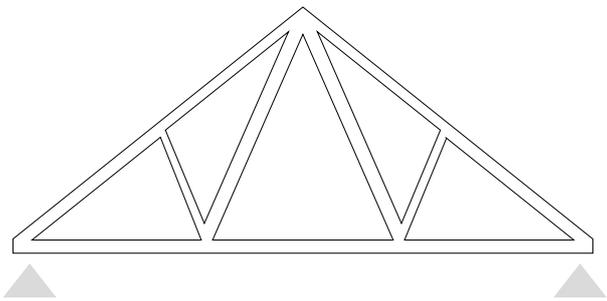


FIGURE 4

Ferme "en double W"

Elle est équilibrée et convient aux grandes portées et aux charges importantes.

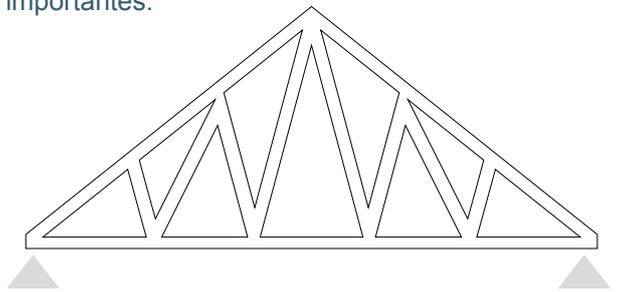


FIGURE 5

Ferme monopente

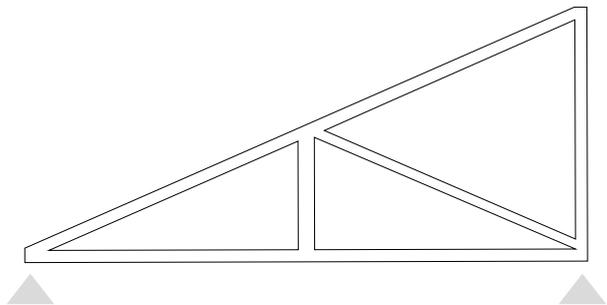


FIGURE 6

Ferme "en M"

Elle convient aux plafonds lourds et aux couvertures légères.

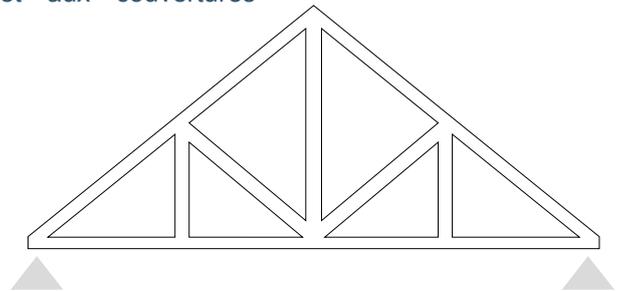
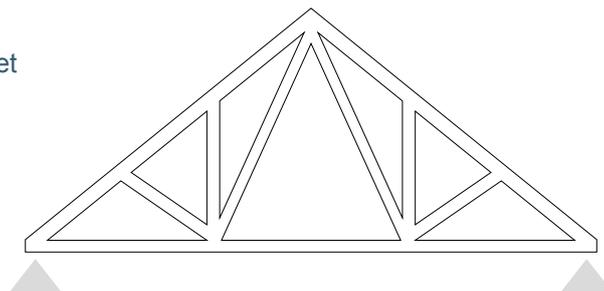


FIGURE 7

Ferme en éventail

Elle convient aux plafonds légers et aux couvertures lourdes.



2.1. FERMES POUR COMBLES PERDUS (suite)

FIGURE 8

Ferme avec joint de transport horizontal

En général, ce sont des fermes à forte pente qu'il faut séparer en 2 pour en faciliter le transport.

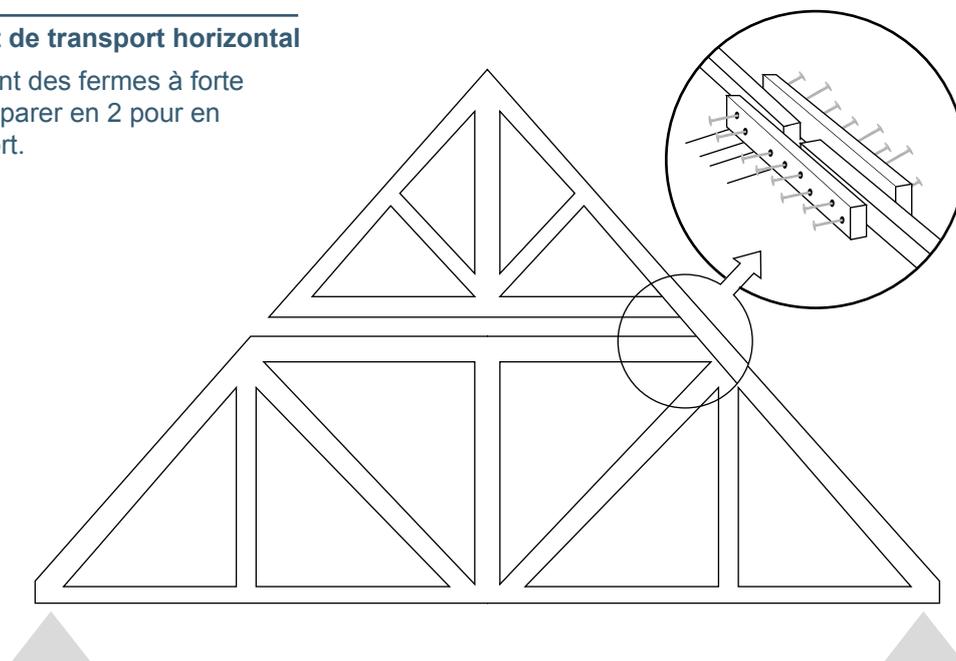
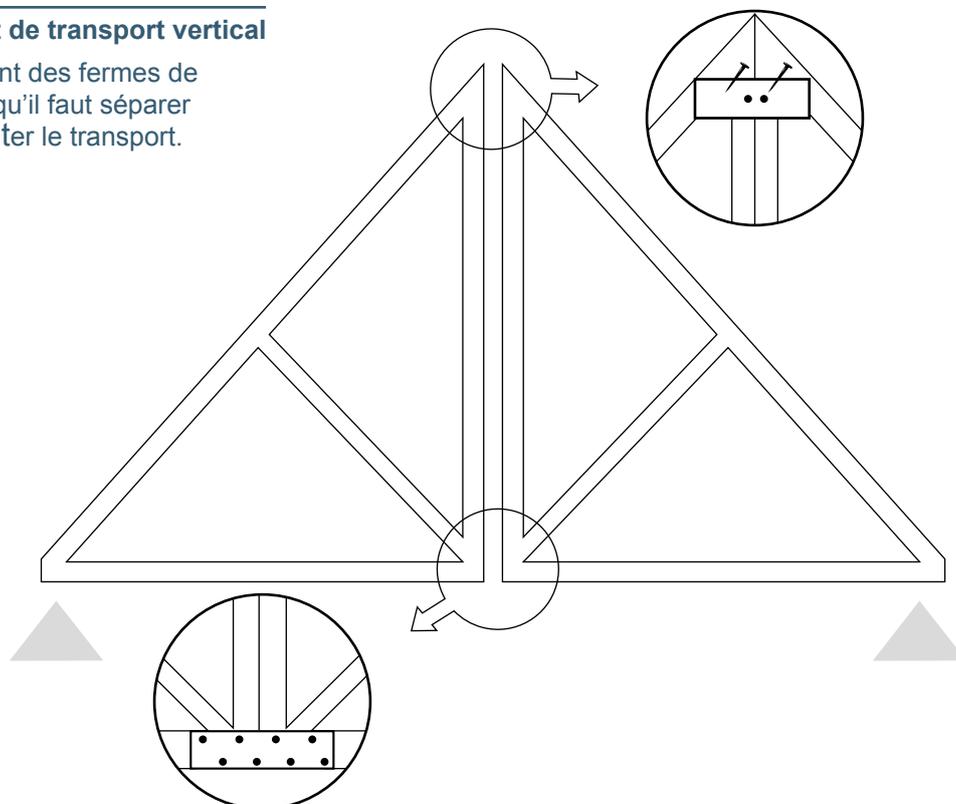


FIGURE 9

Ferme avec joint de transport vertical

En général, ce sont des fermes de grande longueur qu'il faut séparer en 2 pour en faciliter le transport.



NOTA : dans ces 2 cas, les moises peuvent être en différents matériaux (bois massif, contreplaqué, panneaux, lamibois, etc.).

FIGURE 10

Ferme tronquée horizontale

Pour la réalisation de croupes.

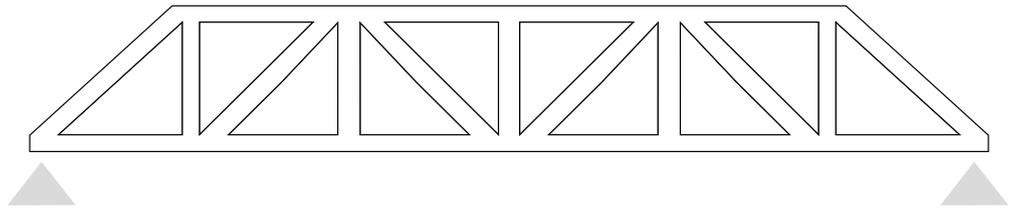


FIGURE 11

Ferme tronquée verticale

Pour décrochement de façade.

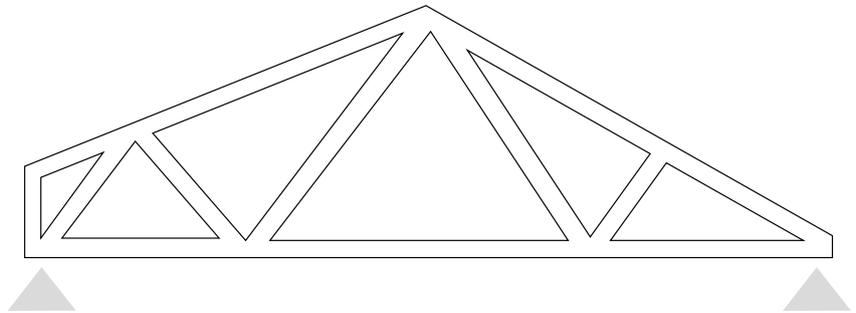
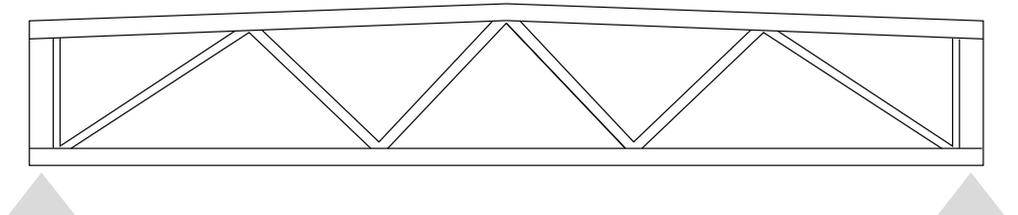


FIGURE 12

Ferme pour toiture terrasse

Une hauteur minimale en pied est nécessaire.



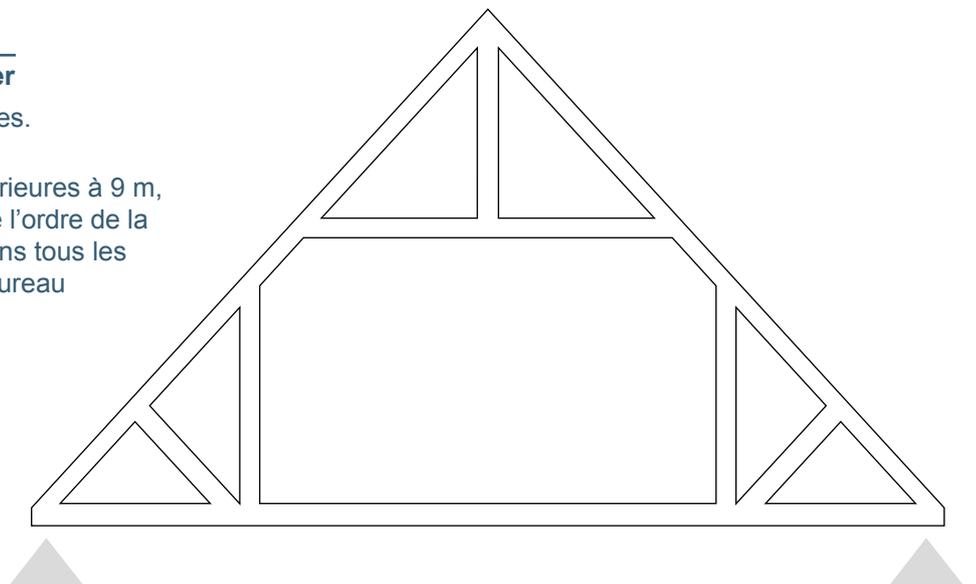
2.2. FERMES POUR COMBLES HABITABLES À ENTRAITS PORTEURS

FIGURE 13

Ferme à entrain porteur de plancher

Pour réalisation de combles habitables.

À titre indicatif, pour des portées inférieures à 9 m, la largeur du tunnel est en général de l'ordre de la moitié de la portée (sans refend). Dans tous les cas, celle-ci doit être validée par le bureau d'études du fabricant.



2.3. FERMES SUR DALLE

FIGURE 14

Ferme de combles habitables "en A"

Ce type de ferme soumet le plancher à une légère traction et nécessite des appuis bloqués.

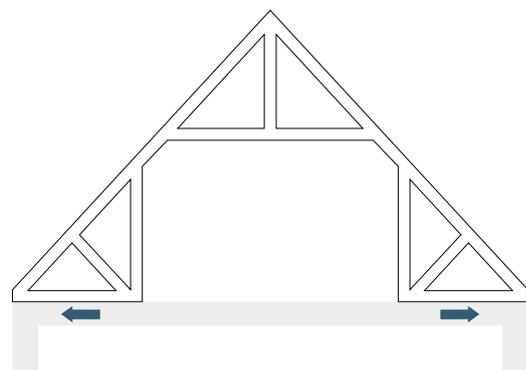
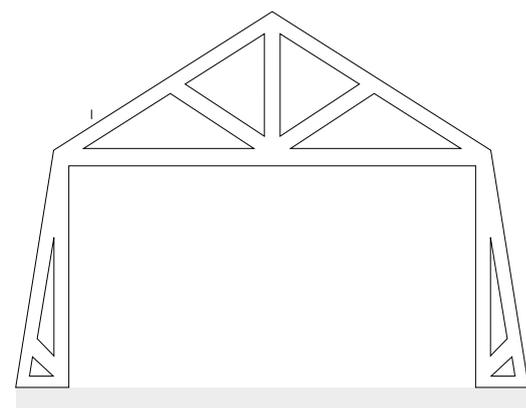
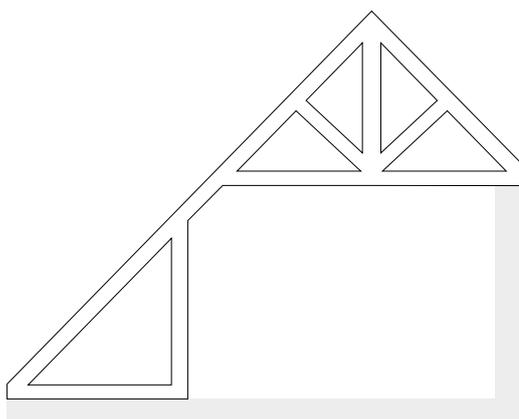
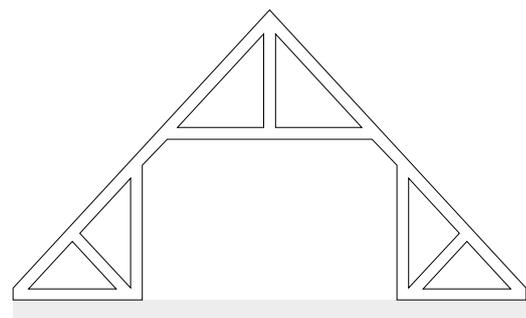
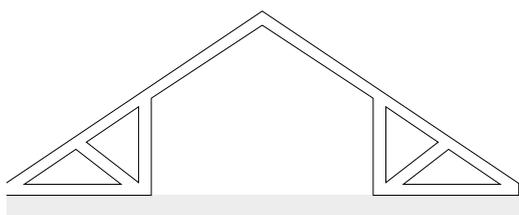


FIGURE 15

Autres types de fermes sur dalle



2.4. FERMES NÉCESSITANT UNE ATTENTION PARTICULIÈRE

Une attention particulière doit être portée à l'utilisation de ce type de fermes ainsi qu'à la réalisation de leurs appuis. Les points sensibles de mise en œuvre sont développés dans les chapitres 5 et 7.

FIGURE 16

Ferme de combles habitables à encuvement

Ce type de ferme soumet la maçonnerie à une traction considérable. Il leur faut des ancrages très résistants (chevilles à expansion) fixés sur un support renforcé.

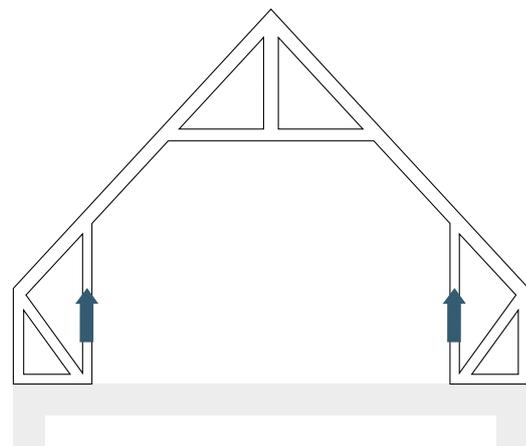


FIGURE 17

Ferme "boiteuse" pour chiens assis

Le mur soutenant l'appui supérieur de la ferme ne peut généralement pas encaisser à lui seul la poussée horizontale importante de ce type de ferme. Une poutre de poussée est généralement nécessaire.

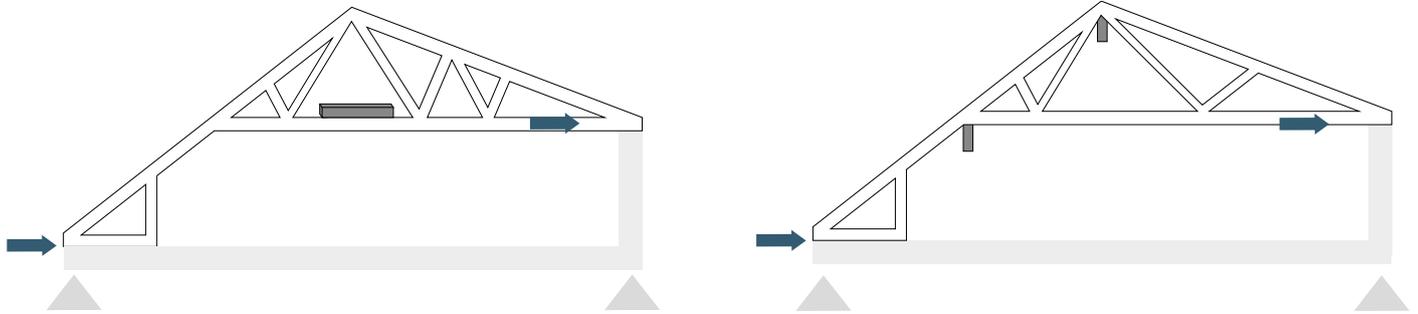


FIGURE 18

Ferme ciseau et Polonceau

Si ces fermes fonctionnent par arc-boutement, il faut que leurs ancrages et la maçonnerie soient très résistants. Si elles fonctionnent en simple flexion, elles doivent avoir au moins un appui glissant librement sur la maçonnerie. Remarque : les équerres du commerce ne sont pas adaptées aux appuis glissants (jeu > 6 mm).

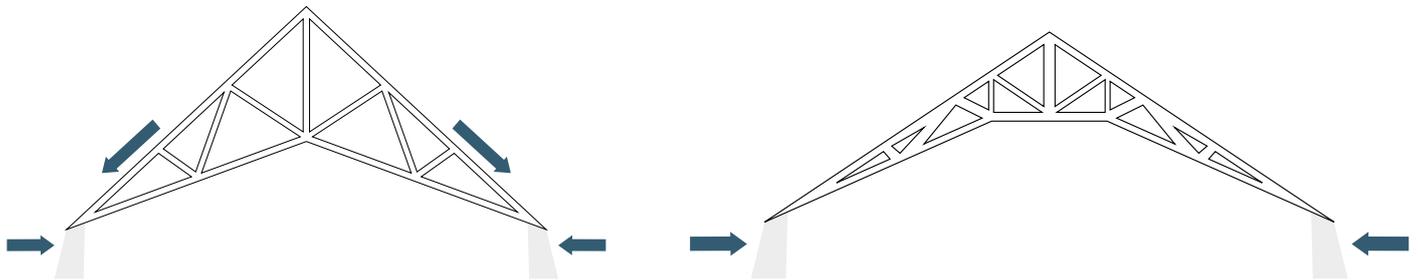
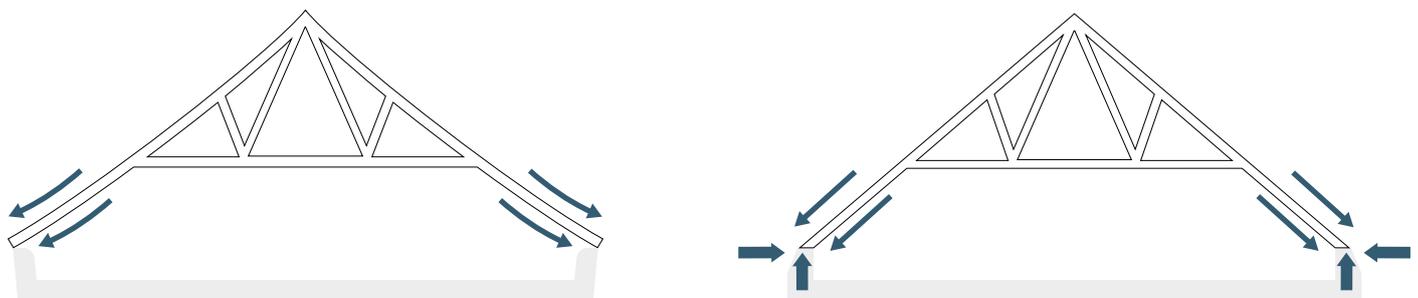


FIGURE 19

Ferme en arc

L'emploi de ce type de ferme est à réserver à des cas très particuliers et nécessite une conception, des calculs et une réalisation très soignés (voir chapitre 7).



2.5. CROUPES, PÉNÉTRATIONS ET ARÊTIER-NOUE

CROUPES

- Fermes arêtières
- Fermes empannons
- Fermes porteuses

FIGURE 20

1^{ère} solution pour réaliser une croupe "à empannons porteurs"

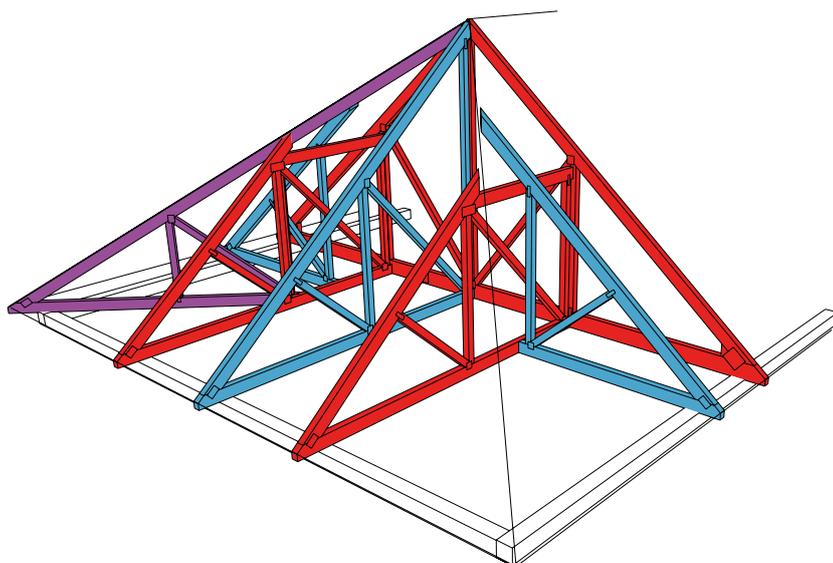


FIGURE 21

2^e solution pour réaliser une croupe "à fermes tronquées"

Pour ce type de croupe, attention aux flèches différentielles des fermes tronquées.

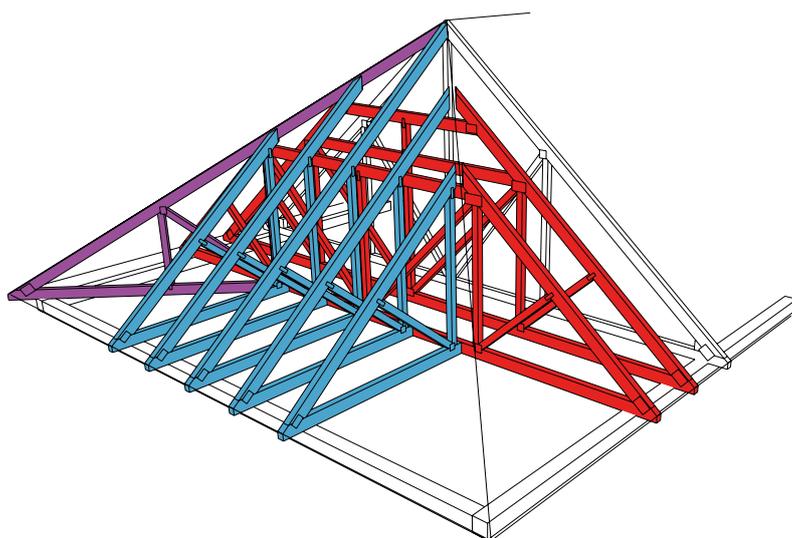
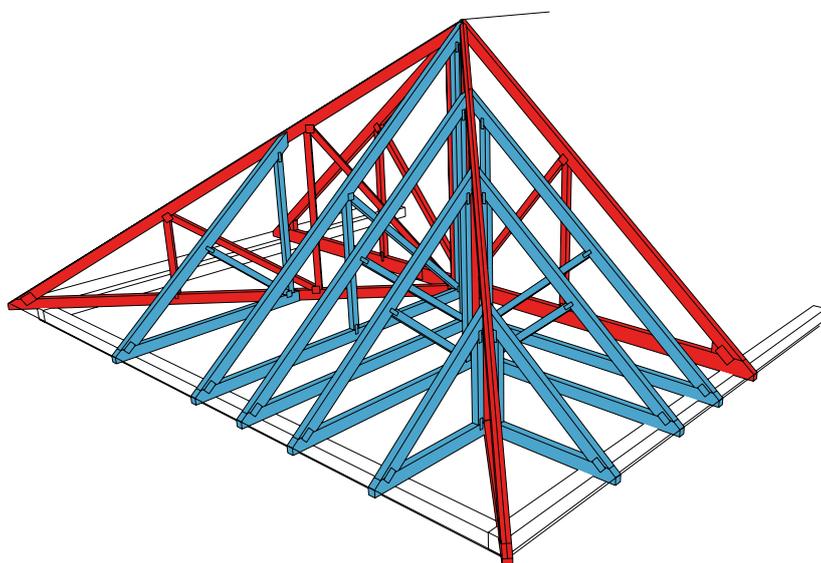


FIGURE 22

3^e solution pour réaliser une croupe "à fermes d'arêtier"

Attention : il convient de gérer les flèches différentielles dans les croupes.

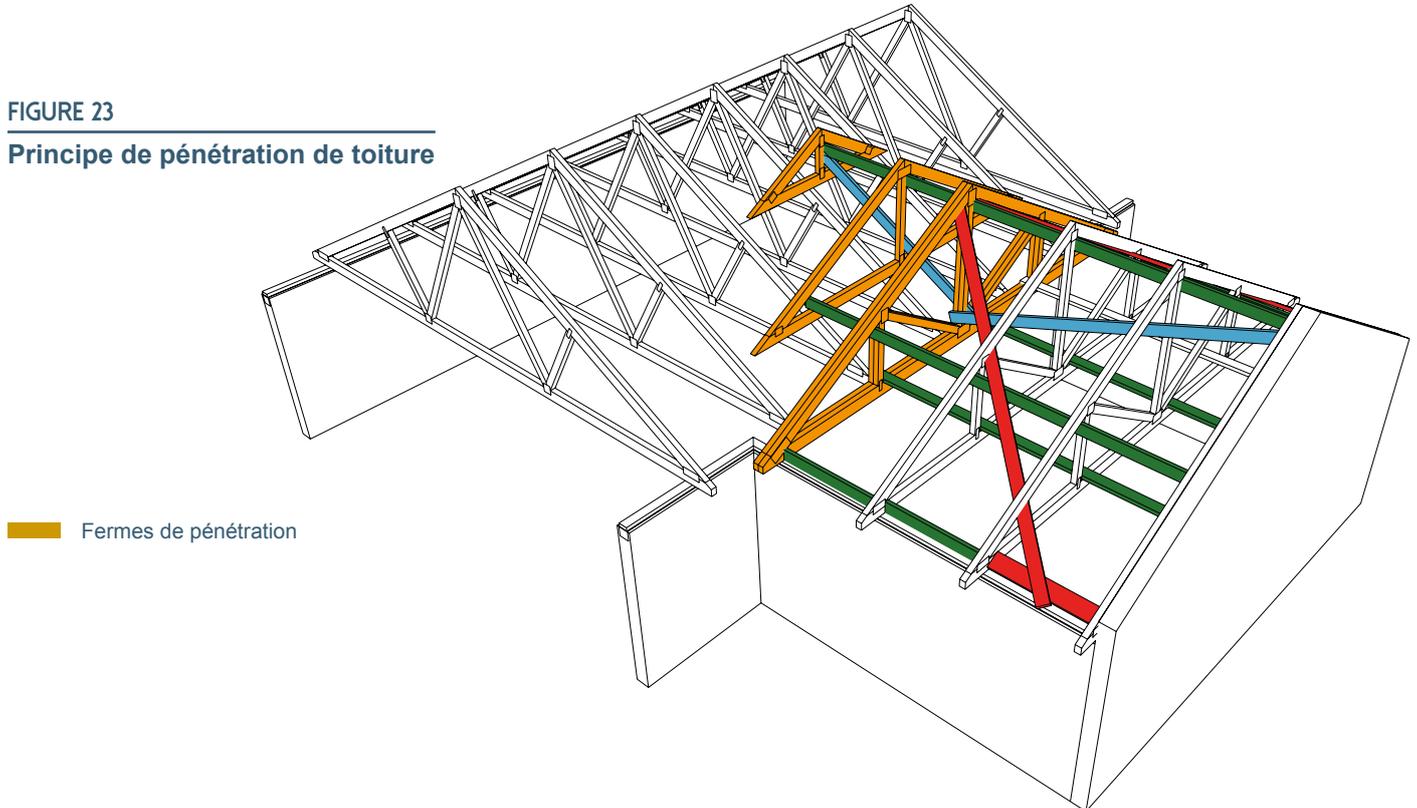


PÉNÉTRATIONS

Les pénétrations de toiture font l'objet de conceptions particulières. Les renforts et contreventements sont précisés sur le plan de pose. Voir aussi la gestion des points sensibles et d'autres types de pénétrations au chapitre 9.

FIGURE 23

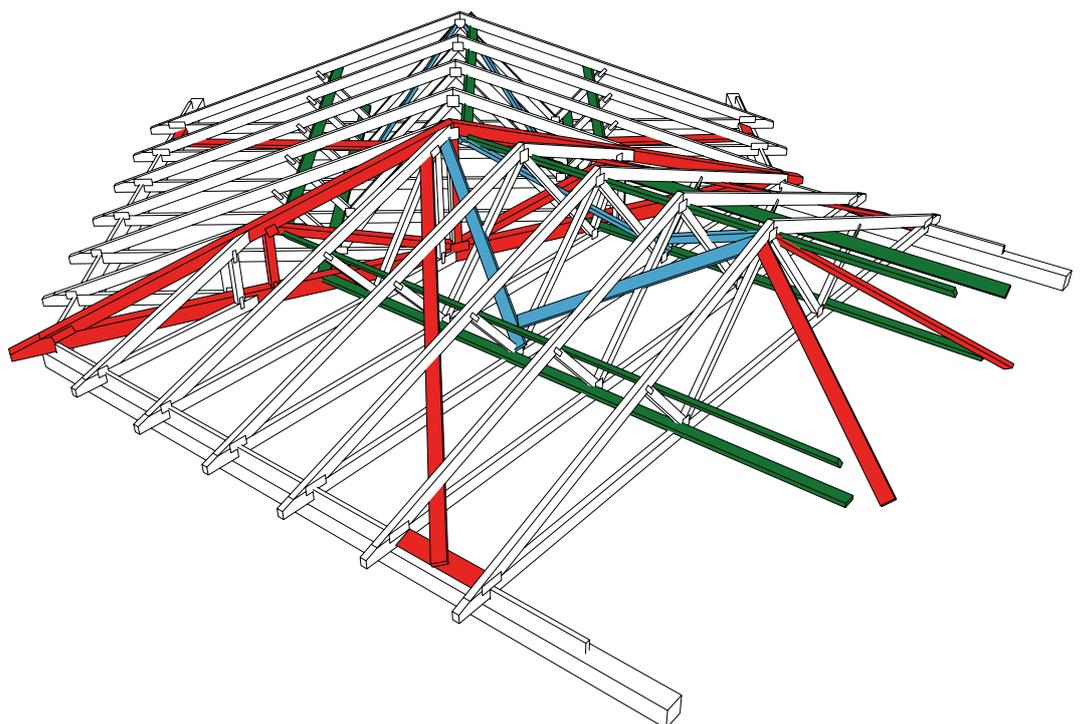
Principe de pénétration de toiture



ARÊTIER-NOUE

FIGURE 24

Exemple d'arêtier-noue



3

LES DISPOSITIFS D'ANTIFLAMBEMENT



L'oubli ou les défauts de mise en œuvre du dispositif d'antiflambement (lors de la conception ou de la pose) sont, de loin, les causes principales des sinistres de charpentes industrialisées.

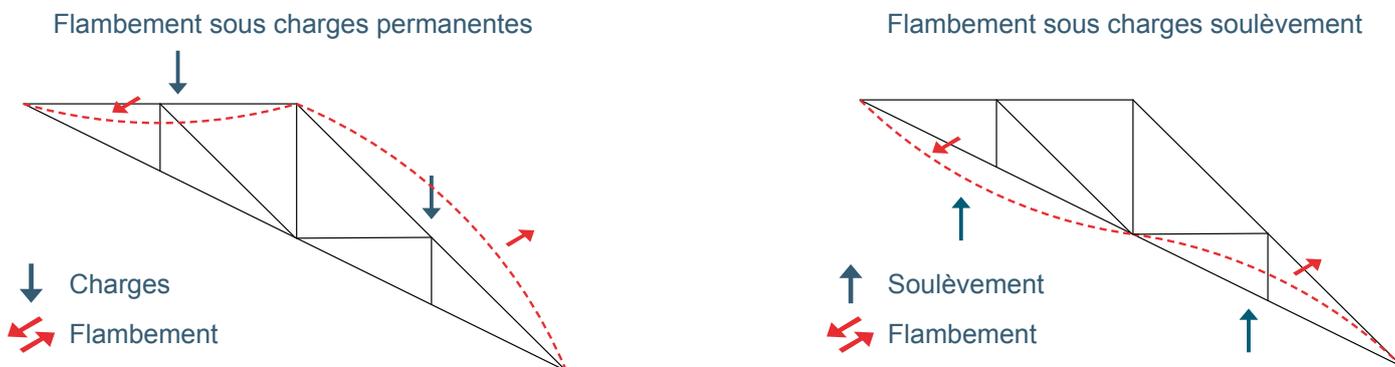
QU'EST-CE QUE LE PHÉNOMÈNE DE FLAMBEMENT ?

Par principe, les fermes d'une charpente industrialisée sont composées de pièces de bois de faible épaisseur : 36 mm jusqu'à 15 m de portée entre appuis consécutifs, 47 mm au-delà. Les parties de ces fermes qui sont comprimées par le poids de la couverture et du plafond (arbalétriers, certaines diagonales) présentent donc le risque permanent de se déformer perpendiculairement à leur plan. On dit alors qu'elles flambent (figure 25).



FIGURE 25

Flambement d'un arbalétrier (comprimé, l'arbalétrier se déforme dans le sens de son épaisseur)



QU'EST-CE QU'UN DISPOSITIF D'ANTIFLAMBEMENT ?

Ce sont des pièces (pièces de bois, feuilards, poutres, panneaux de support de couverture, voliges, pannes, pannelettes, entretoises) dont la pose empêche le flambement des pièces comprimées.

POURQUOI DOIT-IL ÊTRE ÉTUDIÉ ET POSÉ DANS TOUS LES CAS ?

L'emploi de fermes à faible écartement et de section de faible épaisseur n'est possible que sous la condition absolue qu'un dispositif d'antiflambement soit mis en œuvre. En d'autres termes, fermes de faible section et pièces d'antiflambement sont deux éléments indissociables d'une charpente industrialisée. Poser les unes sans les autres, c'est priver le produit d'une de ses deux "jambes".

QUELLE DIFFÉRENCE ENTRE LE DISPOSITIF D'ANTIFLAMBEMENT ET LE SYSTÈME DE CONTREVENTEMENT DE LA CHARPENTE ?

À première vue, la différence n'est pas évidente car les deux systèmes sont composés de pièces de même nature : pièces de bois, lisses, feuillards, etc. Mais chacun est fait pour contenir des forces totalement différentes.

■ **Le dispositif d'antiflambement évite la déformation hors de leur plan des pièces comprimées par les charges qui leur sont appliquées.**

■ **Le système de contreventement de la charpente est un élément de maintien de la verticalité** cloué sur les fiches de triangulation des fermes et associé à des lisses filantes (ou entretoises) disposées aux nœuds. Remarque : le contreventement de stabilité (CVS) forme avec les fiches de triangulation un angle voisin de 45° .

Il s'agit donc de deux ensembles de pièces à étudier séparément. À la pose, les deux systèmes ont leurs pièces et leurs points de fixation propres. **Ils doivent être bloqués sur un point dur.**

NOTA : certains éléments sont obligatoires tels que définis dans le DTU 31-3 alors que d'autres comme les antiflambements de calcul (FC) sont liés au dimensionnement.

QUEL RISQUE SI L'ON NÉGLIGE L'ÉTUDE ET LA POSE DU DISPOSITIF D'ANTIFLAMBEMENT ?

Le flambement peut conduire à la déformation de la charpente (figure 26) qui en s'amplifiant peut entraîner des désordres sur l'ensemble de la construction.

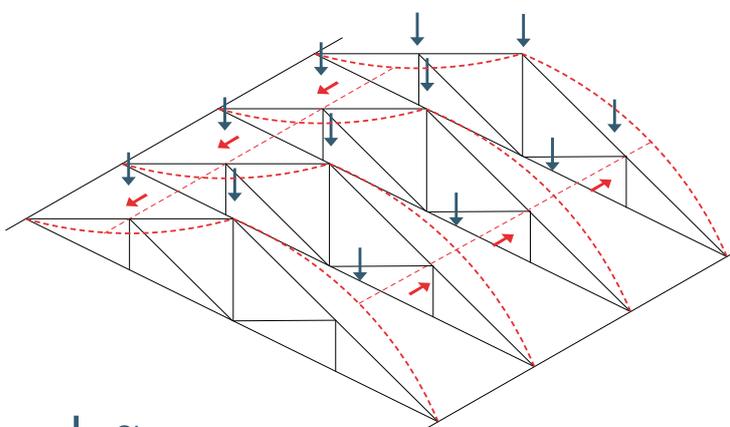


FIGURE 26

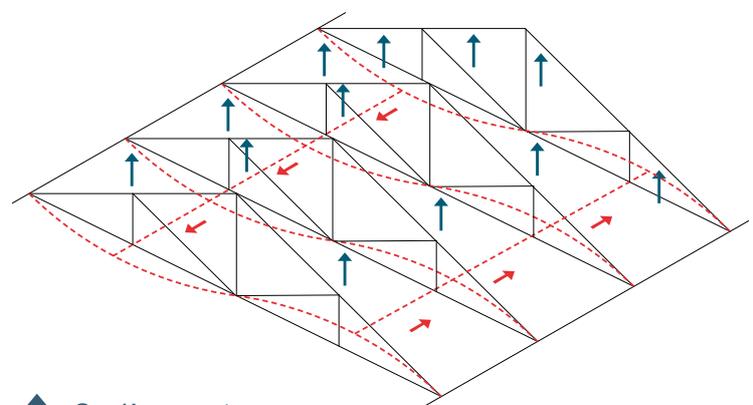
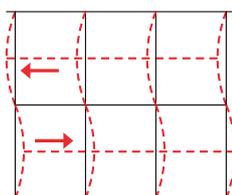
Flambement d'un groupe de fermes pouvant entraîner des désordres sur la charpente

Flambement des arbalétriers sous charges permanentes

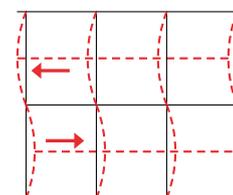
Flambement des entrants sous charges soulèvement



↓ Charges
↔ Flambement



↑ Soulèvement
↔ Flambement



LES DISPOSITIFS EFFICACES D'ANTIFLAMBEMENT

DES ARBALÉTRIERS (figures 27 à 35)

FIXATION DES LITEAUX



Les liteaux seuls ne peuvent pas jouer le rôle d'antiflambement (figures 27 et 28).

Même si un pignon rigide assure le blocage des liteaux en translation, leur clouage en about est très peu résistant : il ne saurait empêcher une partie des arbalétriers de flamber.

Les supports de couverture (liteaux, pannelettes, etc.) jouant le rôle d'éléments de rappel du système d'antiflambement, il faut tenir compte de leur entraxe dans le dimensionnement de la ferme.

FIGURE 27

Clouage des liteaux complétant le dispositif d'antiflambement

Il faut clouer les abouts de liteaux sur des fourrures rapportées contre les arbalétriers.

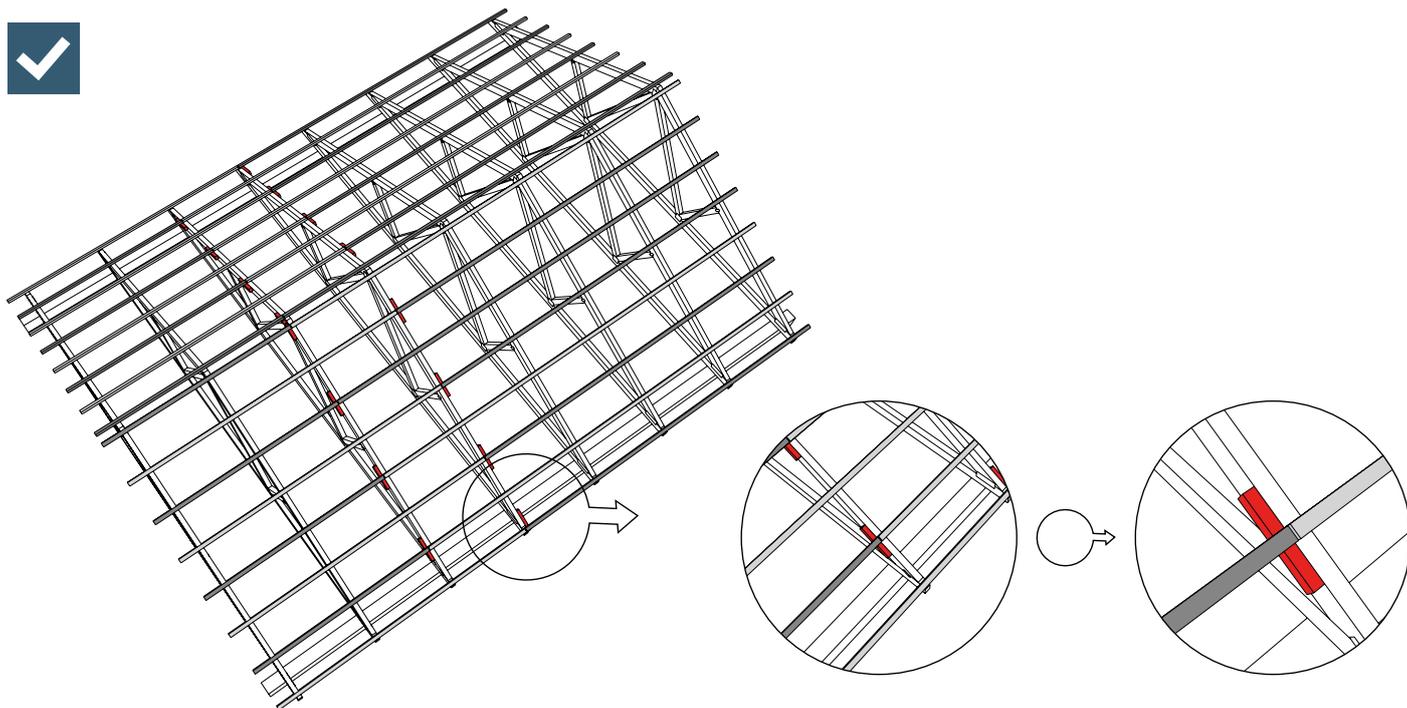
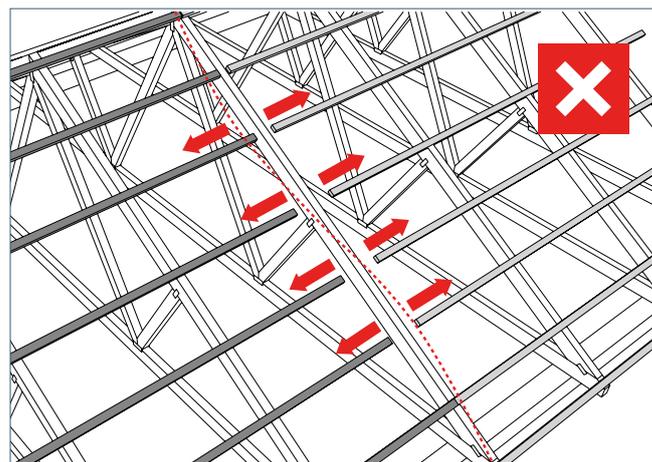


FIGURE 28

Arrachement des liteaux



ANTIFLAMBEMENT CONTINU (TYPE A)

- Les pièces d'antiflambement sont clouées sous les arbalétriers selon un angle proche de 45°. Elles partent du faîtage pour aboutir le plus près possible des appuis de ferme.
- Sur un versant, toute travée entre fermes doit être traversée par au moins une pièce d'antiflambement.
- L'AFA* de type A est indissociable des lisses au nœud et des éléments de rappel (supports de couverture ou autres).

FIGURE 29

Le dispositif d'antiflambement continu (AFA* de type A)

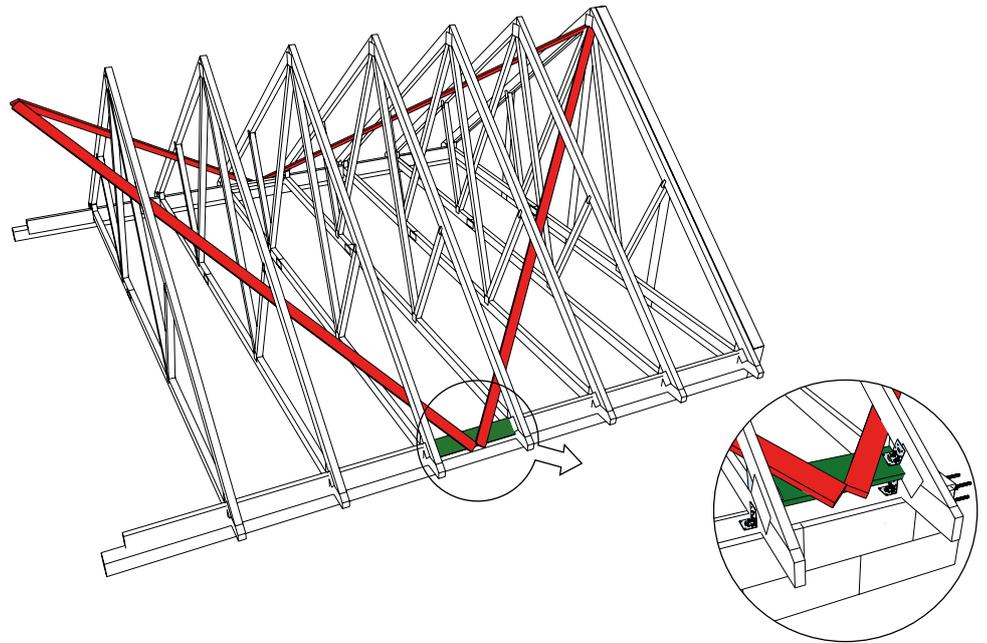
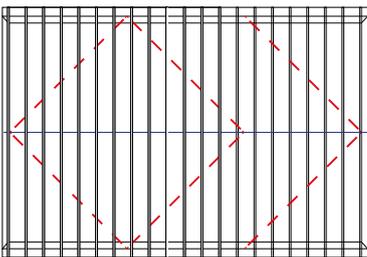


FIGURE 30

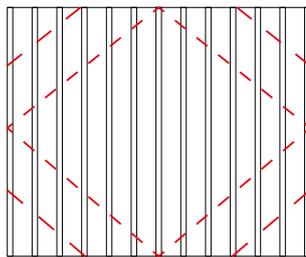
Exemples de positionnement d'AFA* pour des bâtiments courants

En cas d'AFA* de grande longueur, le raccord doit être réalisé de manière à assurer la transmission des efforts (figure 31).

Bâtiments rectangulaires



Bâtiments rectangulaires de grande portée



Bâtiments longilignes avec croupe

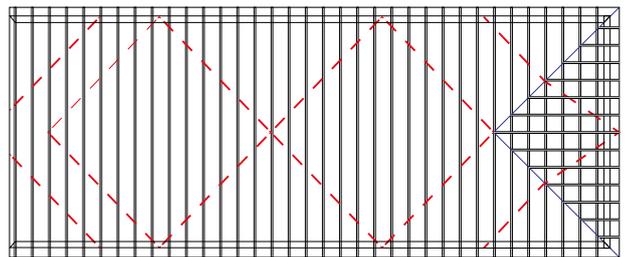
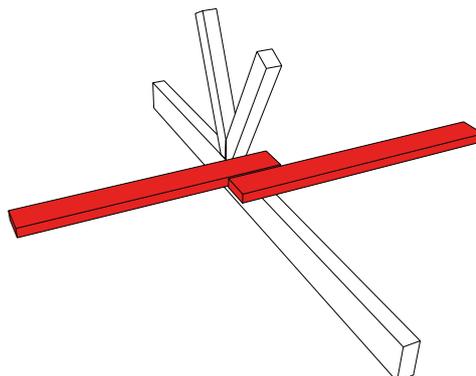


FIGURE 31

Fixation des barres filantes



*AFA : AntiFlambement sous Arbalétriers

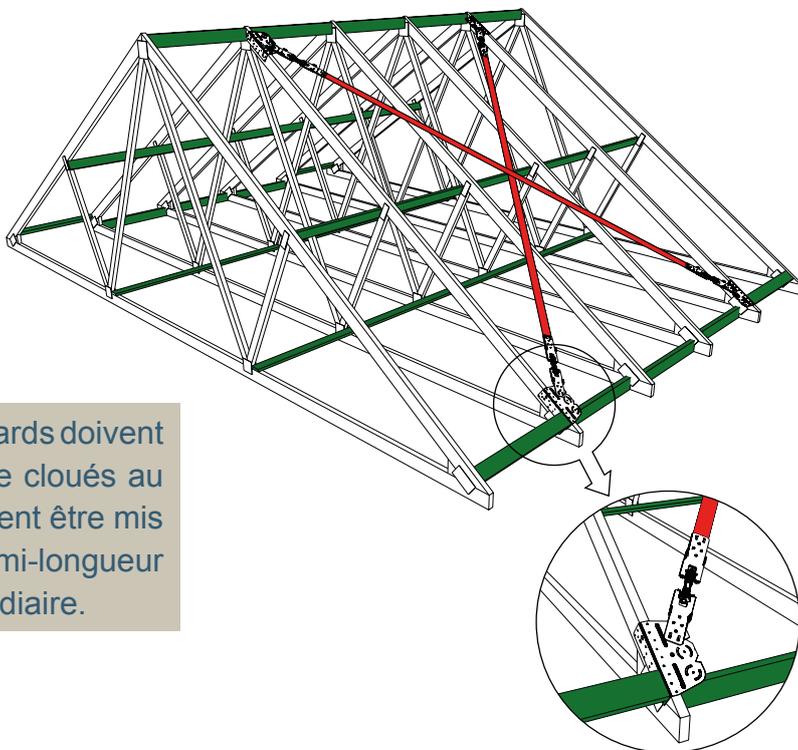
LES DISPOSITIFS EFFICACES D'ANTIFLAMBEMENT

DES ARBALÉTRIERS (figures 27 à 35)

ANTIFLAMBEMENT CONTINU (TYPE A) : VARIANTE AVEC FEUILLARDS

FIGURE 32

Variante d'antiflambement des arbalétriers par feuillards en croix



Attention : pour être efficaces, les feuillards doivent arriver au plus près de l'entretoise et être cloués au croisement de chaque arbalétrier. Ils doivent être mis en tension : on les dévoie légèrement à mi-longueur lors du clouage sur un arbalétrier intermédiaire.

ANTIFLAMBEMENT PONCTUEL (TYPE B)

Une ou plusieurs poutres sont liaisonnées aux arbalétriers des fermes supports dans le plan du rampant et reprennent les efforts d'antiflambement de l'ensemble des fermes transmis par les éléments de rappel (liteaux, etc.). La poutre doit couvrir la globalité de l'arbalétrier pour éviter des moments secondaires et les liaisons et raideurs doivent être conçues pour transmettre les efforts.

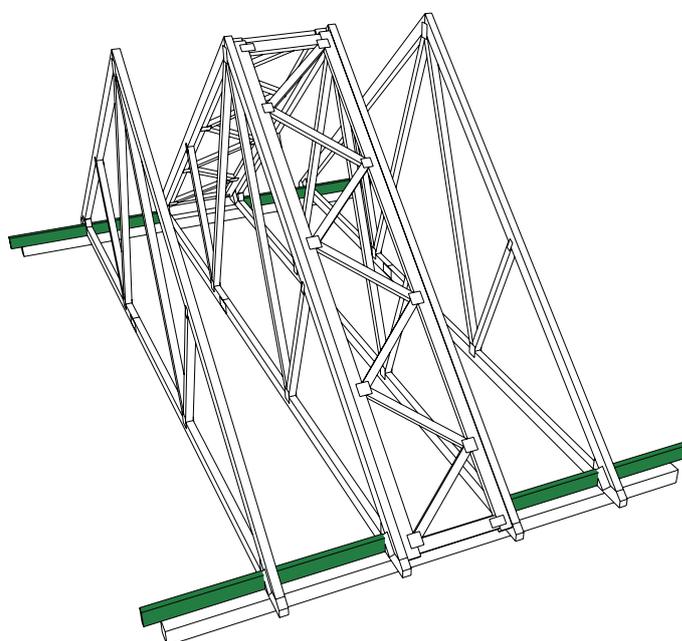
Ces poutres peuvent aussi parfois servir au contreventement.

FIGURE 33

Antiflambement par poutres préfabriquées sur les 2 versants (AFA* de type B)

La distance intérieure entre ces poutres, ou tout autre blocage, n'excède pas 12 m sauf justification des éléments de rappel et de leurs liaisons.

Pour des raisons de lisibilité, la poutre du versant arrière n'est pas représentée.

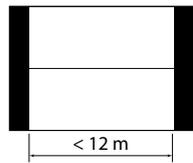


*AFA : AntiFlambement sous Arbalétriers

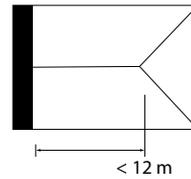
FIGURE 34

Exemples de positionnement des poutres**Attention, ces poutres ne peuvent pas toujours servir au contreventement.**

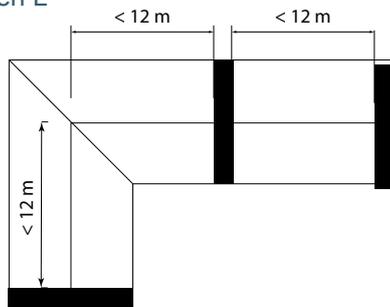
Toiture à 2 pans



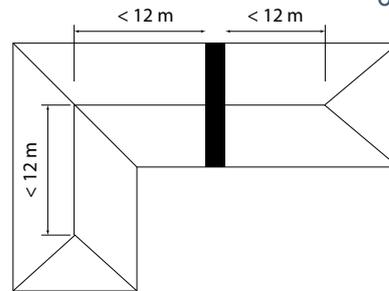
Toiture 3 pans avec croupes



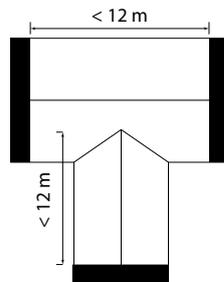
4 pentes et retour "en L"



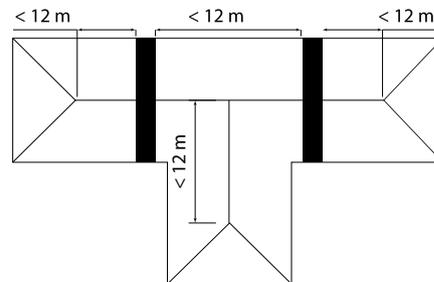
6 pentes et retour "en L"



4 pentes et retour "en T"

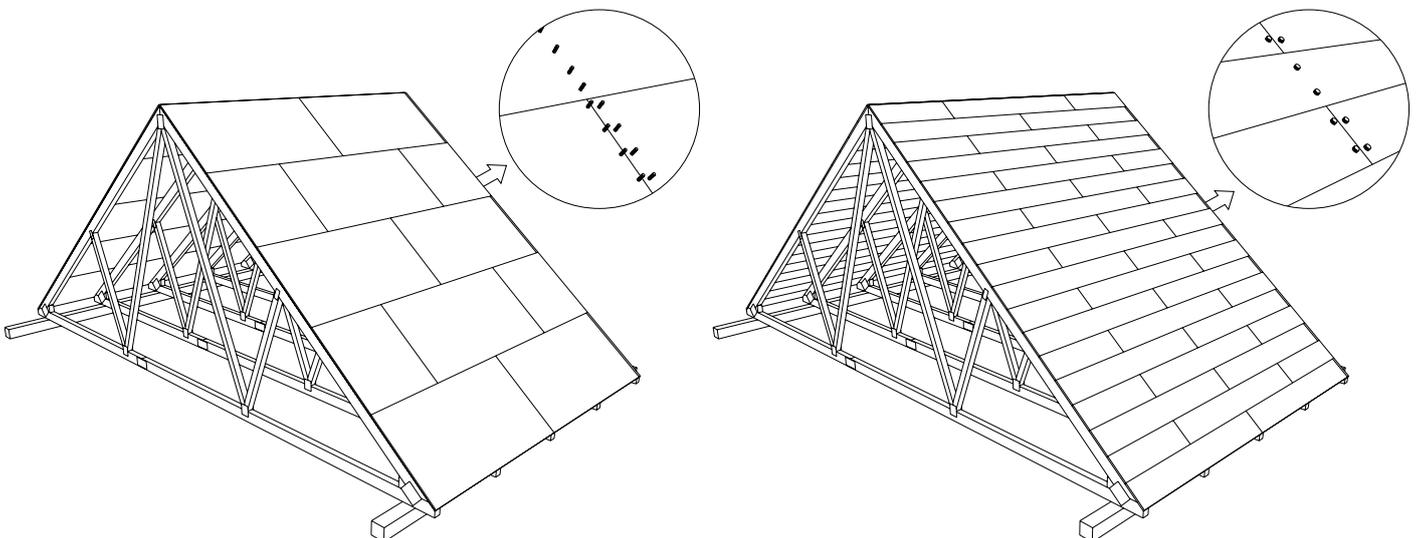


7 pentes et retour "en T"

**ANTIFLAMBEMENT DES ARBALÉTRIERS
PAR LES SUPPORTS DE COUVERTURE**

Les supports de couverture (voliges ou panneaux), fixés sur les arbalétriers, assurent l'antiflambement de manière particulièrement efficace. Aucun ouvrage complémentaire n'est généralement nécessaire.

FIGURE 35

Variante d'antiflambement des arbalétriers par support de couverture

L'EFFICACITÉ DU DISPOSITIF D'ANTIFLAMBEMENT DÉPEND DE LA RIGIDITÉ DE SES POINTS DE FIXATION

Le flambement est un phénomène qui s'amplifie de lui-même. S'il survient, l'effort de stabilisation à fournir pour l'enrayer augmente rapidement. Pour que le dispositif d'antiflambement soit efficace, il est donc nécessaire :

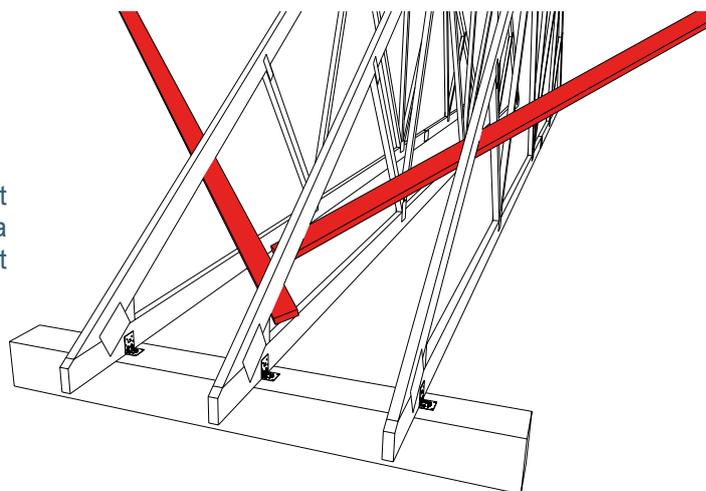
- que les fermes soient bien planes avant la pose, et ne présentent pas déjà de déformations,
- que les pièces d'antiflambement soient fixées en un point rigide de la charpente.

FIGURE 36

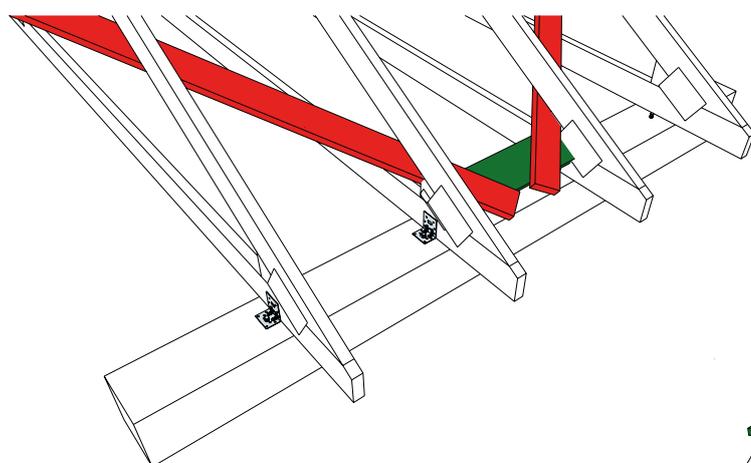
Fixation des pièces assurant l'antiflambement



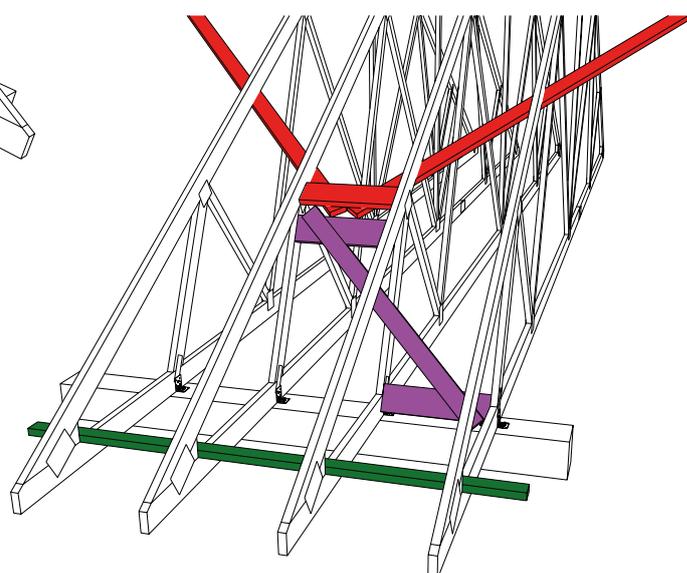
À proscrire : le clouage des pièces d'antiflambement est trop éloigné du point d'assemblage de l'arbalétrier et de la ferme. Le pied de l'arbalétrier risque de fléchir, n'assurant pas au dispositif une rigidité suffisante.



Une bonne solution : le clouage des pièces d'antiflambement sur une entretoise préalablement inclinée à l'aplomb ou au plus près d'un point rigide de la structure porteuse.



Fixation AFA sur ADA*



Lorsque le débord de toiture est important, la fixation des barres d'antiflambement est modifiée en ajoutant une diagonale pour transmettre les efforts sur le mur.

LES DISPOSITIFS EFFICACES

D'ANTIFLAMBEMENT DE PIÈCES PARALLÈLES

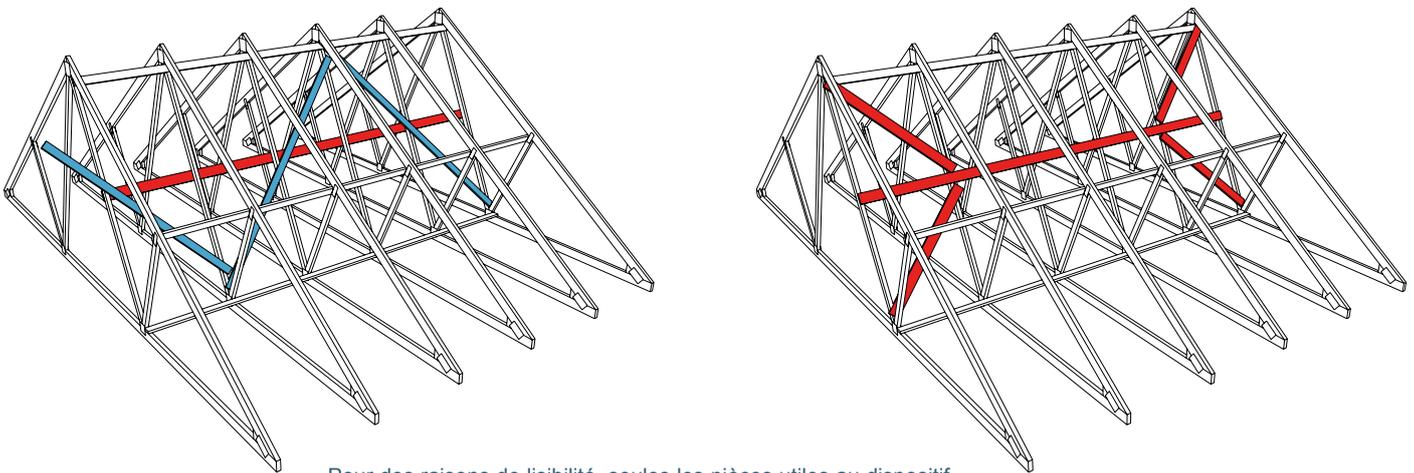
Pour empêcher plusieurs pièces diagonales de flamber, on cloue sous elles des lisses filantes (pièces de bois longitudinales).

! Attention : les lisses filantes ne sont efficaces que si elles sont bloquées à leurs extrémités, soit par une pièce rapportée (figure 37), soit par une diagonale (figure 38).

FIGURE 37

Antiflambement des grandes diagonales

Le dispositif d'antiflambement est constitué de la lisse centrale bloquée par une pièce diagonale. Cette pièce diagonale empêche tout mouvement de la lisse centrale par rapport aux autres lisses.

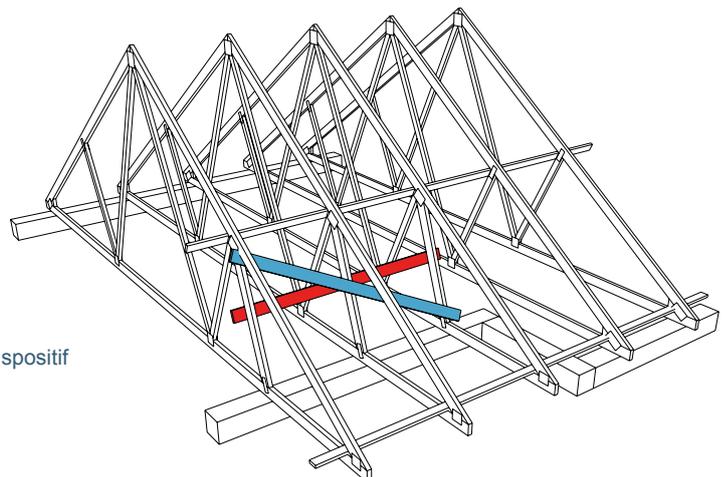


Pour des raisons de lisibilité, seules les pièces utiles au dispositif décrit sont dessinées et sur un versant seulement.

FIGURE 38

Dispositif d'antiflambement d'un groupe de jambettes d'appui

Compte tenu de la forme de la structure en maçonnerie, un groupe de fermes est muni de jambettes à l'endroit où l'entrait est en appui. Le dispositif d'antiflambement de ces jambettes est constitué d'une pièce horizontale, bloquée par une pièce diagonale. Cette pièce diagonale empêche tout mouvement de la pièce horizontale par rapport aux deux autres lisses. Ce blocage peut aussi être réalisé par les éléments de CVS.



Pour des raisons de lisibilité, seules les pièces utiles au dispositif décrit sont dessinées et sur un versant seulement.

UN DISPOSITIF EFFICACE D'ANTIFLAMBEMENT

DES FERMES LIVRÉES EN DEUX PARTIES

FIGURE 39

Flambement des fermes livrées en 2 parties

Les pièces de part et d'autre de la jonction des 2 parties risquent de flamber.

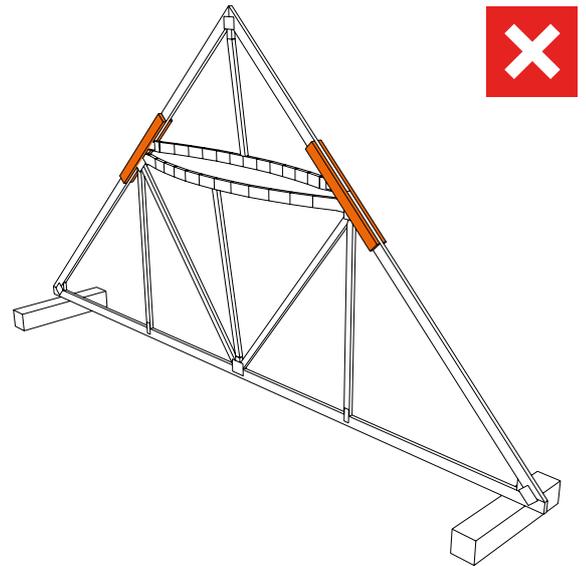
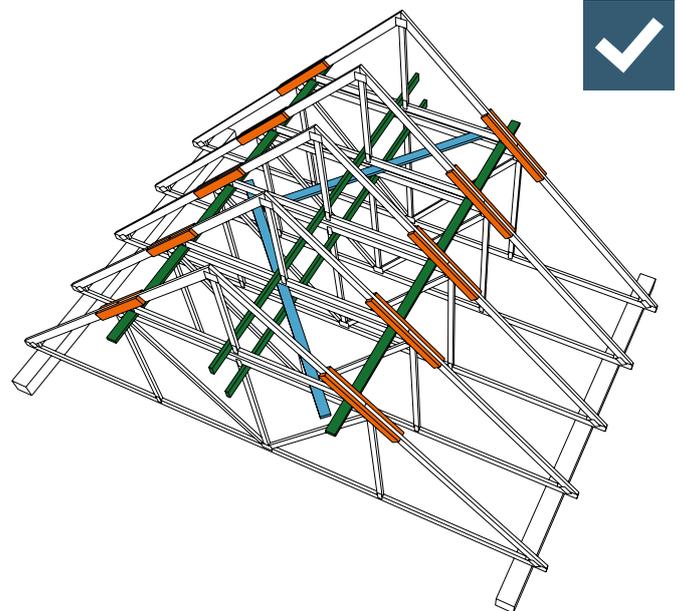


FIGURE 40

Stabilisation des fermes livrées en 2 parties

Un dispositif efficace d'antiflambement consiste à mettre en œuvre des lisses (bloquées horizontalement) ou des entretoises. La lisse doit être fixée à chacun des entrants (haut et bas) pour remplir son rôle, à défaut, il faut 2 lisses.

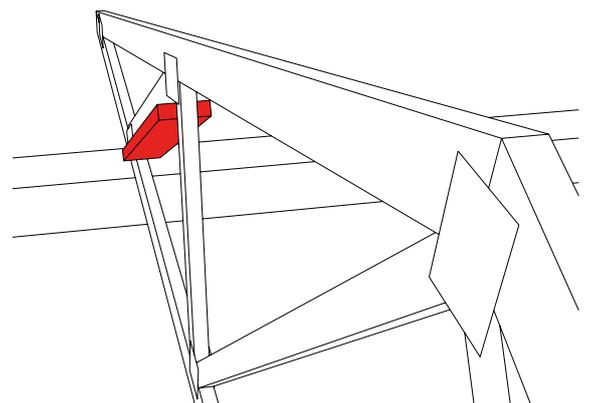
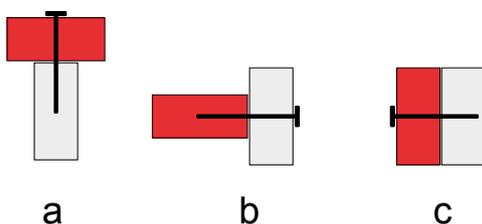


UN DISPOSITIF EFFICACE D'ANTIFLAMBEMENT D'UNE PIÈCE UNIQUE

Le dispositif de stabilisation consiste soit en un doublage de la pièce comprimée, soit en une simple planche clouée sur le chant de la pièce (en T), parallèlement à elle et sur toute la longueur.

FIGURE 41

Antiflambement d'un groupe de jambettes d'appui





4

LE SYSTÈME DE CONTREVENTEMENT

À FIXER LE PLUS PRÈS POSSIBLE DES NOEUDS D'ASSEMBLAGE DES FERMES

DÉFINITION DU SYSTÈME DE CONTREVENTEMENT

Le système de contreventement de la charpente sert à assurer sa stabilité et à créer une liaison entre entrain et arbalétrier de manière à maintenir sa verticalité. Il est composé de pièces diagonales destinées à lutter contre la poussée du vent sur les pignons.

On distingue le contreventement de la charpente décrit dans ce chapitre, de la stabilité générale du bâtiment (efforts de vent, sismique, etc.) décrite dans le chapitre 8.

NOTA : Les CVS n'ont pas pour vocation de stabiliser les pignons.

SYSTÈMES DE CONTREVENTEMENT CLASSIQUES POUR DES CHARPENTES INDUSTRIALISÉES

Les diagonales de contreventement sont clouées à plat sur la rive des pièces des fermes. Ce treillis de diagonales est complété par des lisses filantes disposées près des nœuds d'assemblage.

Rappel : le système de contreventement ne peut généralement pas remplacer le dispositif d'antiflambement (voir chapitre 3).

FIGURE 42

Le "zigzag" sur diagonales

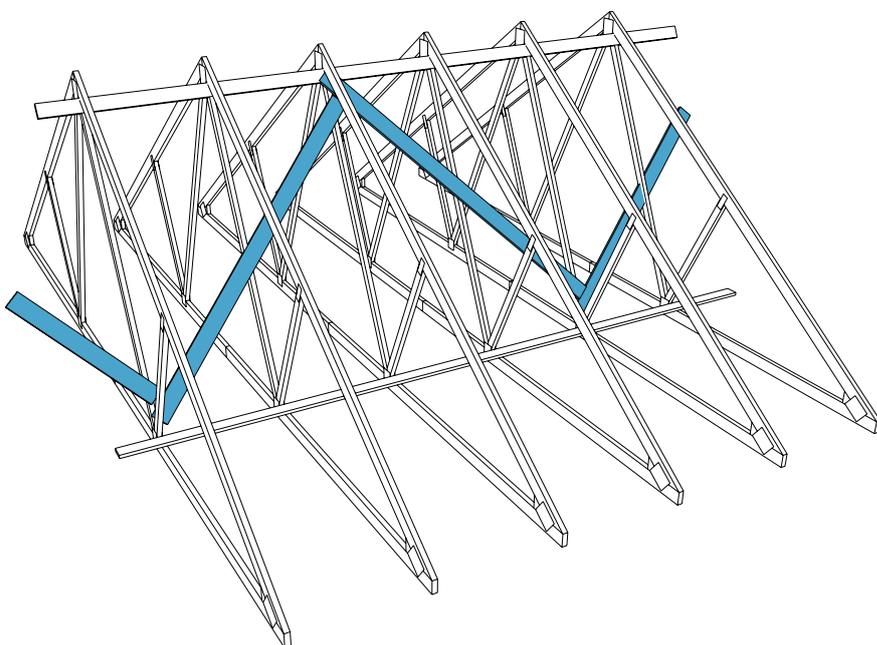
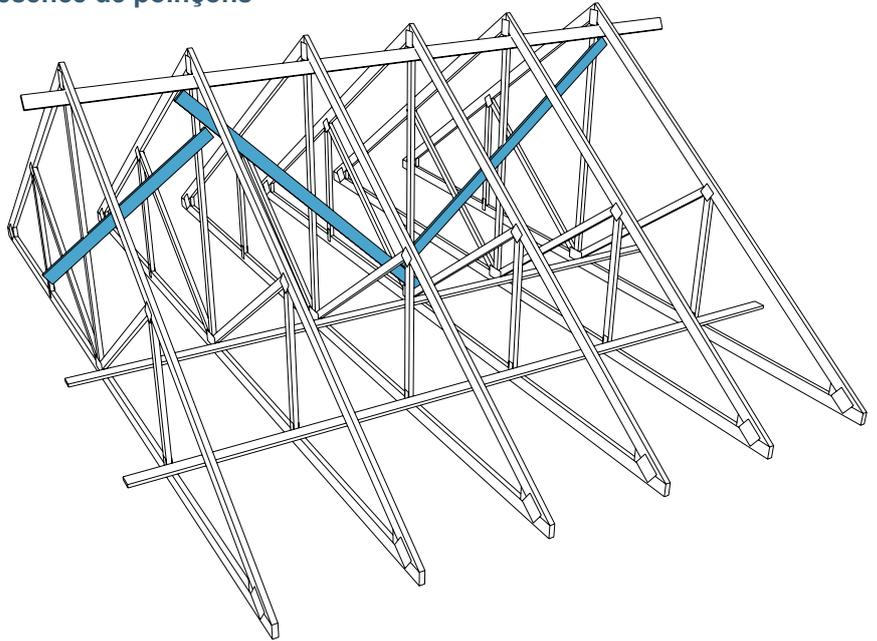


FIGURE 43

Contreventement prenant en compte la présence de poinçons



COMMENT POSER EFFICACEMENT

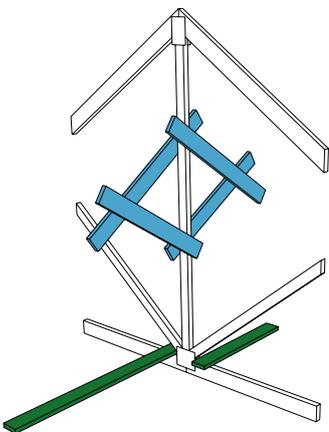
LES PIÈCES DE CONTREVENTEMENT ?

Pour être efficaces, les pièces de contreventement doivent être fixées le plus près possible des nœuds d'assemblage des fermes (nœuds de triangulation) (figure 44).

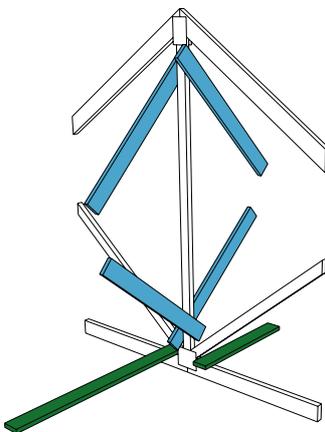
FIGURE 44

Où fixer les pièces de contreventement ?

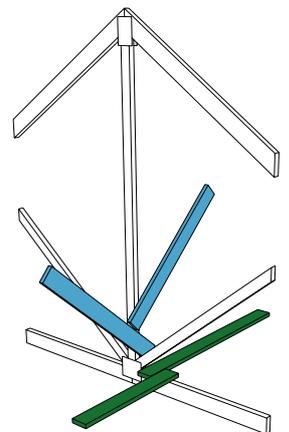
Les interruptions des pièces de contreventement d'une ferme à l'autre rendent le dispositif inefficace.



La fixation loin des nœuds d'assemblage est proscrite.



La fixation près des nœuds d'assemblage est obligatoire.



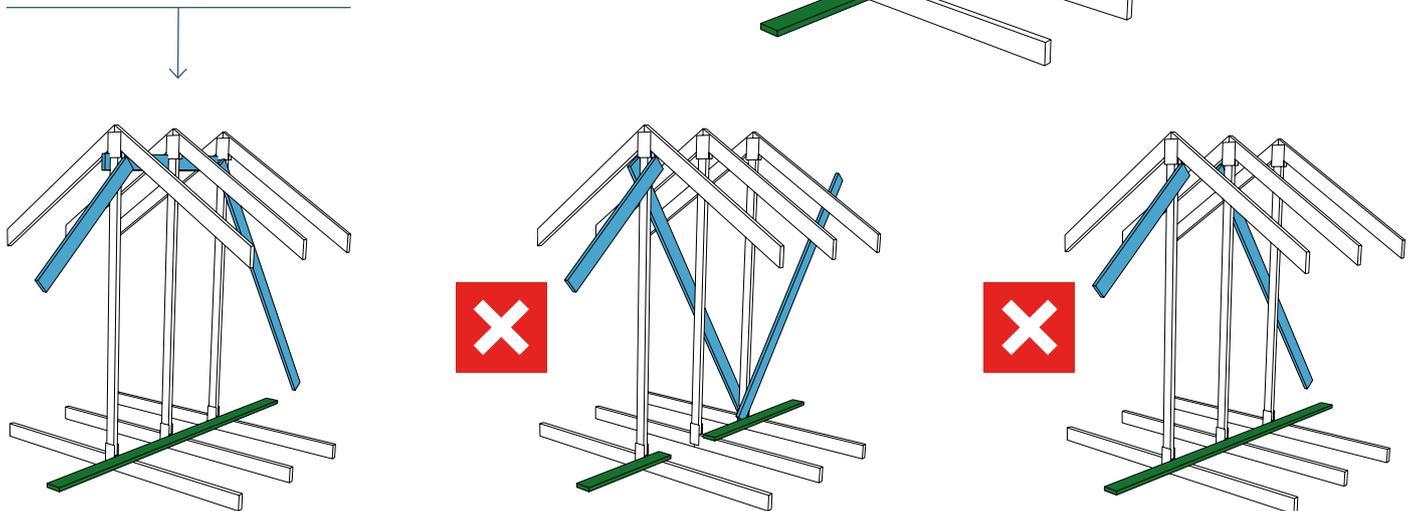
COMMENT POSER EFFICACEMENT

LES PIÈCES DE CONTREVENTEMENT ? (suite)

FIGURE 45

Continuité du contreventement

Ce cas (non recommandé) peut être ponctuellement mis en œuvre quand un obstacle ne permet pas l'installation continue des CVS. Il convient alors d'ajouter une lisse entre les deux nœuds hauts.



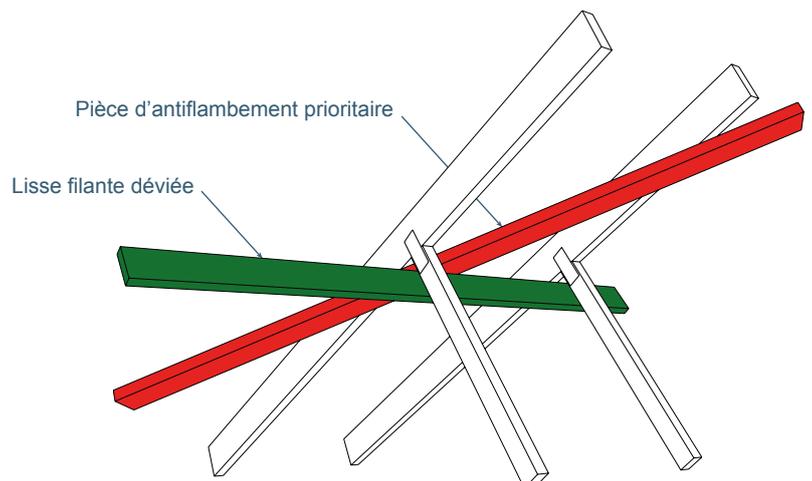
PRIORITÉ AUX PIÈCES D'ANTIFLAMBEMENT

Lorsque diagonales de contreventement, lisses filantes et pièces d'antiflambement sont en concurrence pour être fixées au même endroit, la priorité doit être donnée au dispositif d'antiflambement (figure 46).

FIGURE 46

Priorité de pose

La lisse filante est déviée pour laisser passer la pièce d'antiflambement.



5

LES POINTS SENSIBLES AU NIVEAU DES ASSEMBLAGES, DES ANCRAGES & DE LA POSE

La qualité des assemblages, des ancrages et de la pose conditionne directement la qualité de la mise en œuvre d'une charpente industrialisée. Pour que le poseur puisse faire du bon travail, il faut :

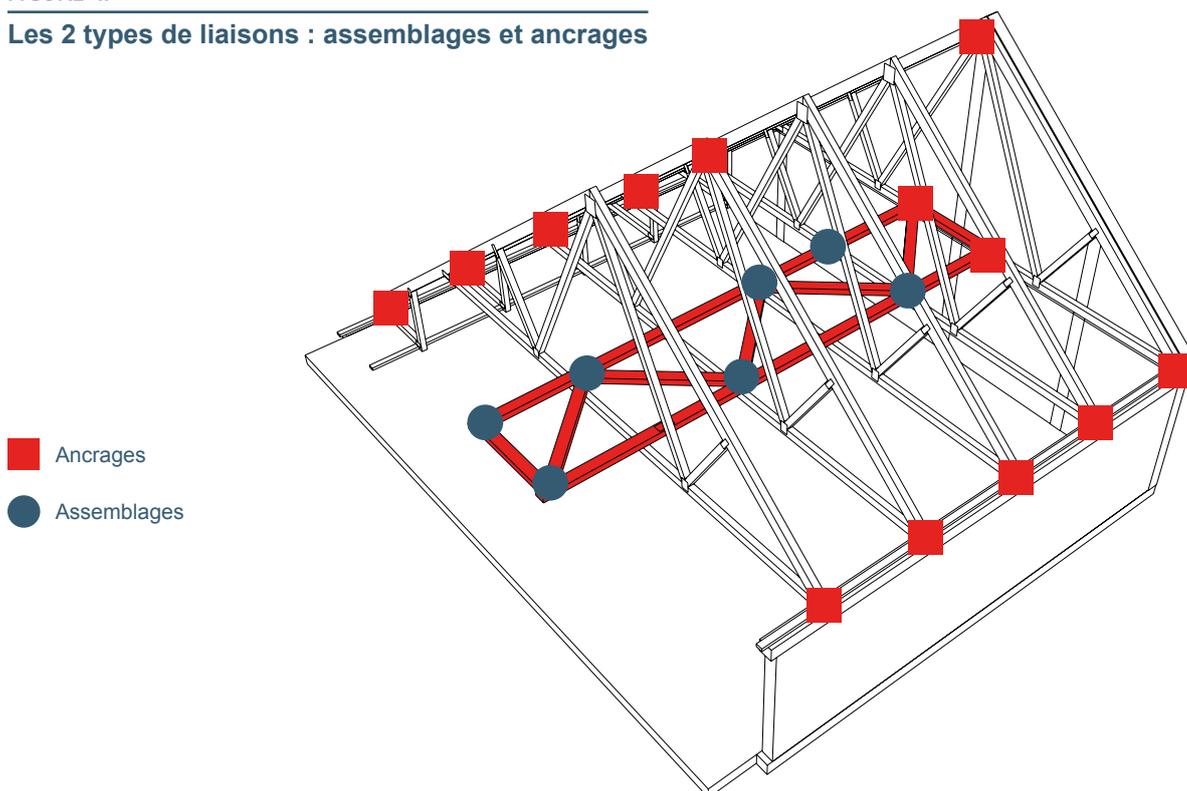
- que le concepteur ait prévu tous les détails d'exécution et les pièces nécessaires,
- que le fabricant ait livré toutes les pièces, sans oublier le plan de pose.

LES 2 TYPES DE LIAISONS

- **Les assemblages entre les pièces de la charpente.** Par exemple : pièces de contreventement ou d'antiflambement à clouer sous les arbalétriers, appuis des lisses filantes sur les diagonales ou les entrails, chevêtre de trémie, etc.
- **L'ancrage de la charpente sur la maçonnerie.** Par exemple : ancrage sur mur, ancrage des poutres longitudinales, liaisons aux pignons, etc.

FIGURE 47

Les 2 types de liaisons : assemblages et ancrages



POINTS SENSIBLES LIÉS À LA RÉALISATION DES ANCRAGES

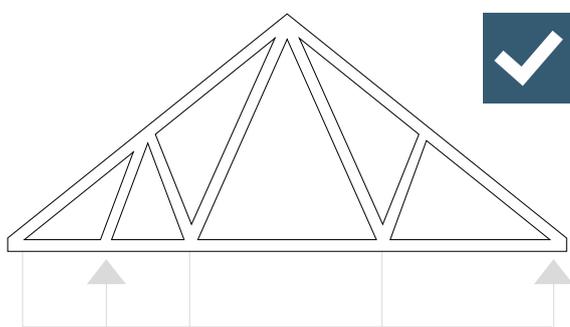
- Chaque point d'appui d'une ferme sur mur porteur doit être ancré (sauf indication contraire du plan de pose). Il faut également s'assurer que la surface des appuis soit suffisante, et que la ferme soit posée sur un mur ou dans un étrier (figure 48).
- Pour des fermes à entrain horizontal, un ancrage ordinaire suffit (figure 49).
- Un appui bloqué limite le glissement de la ferme le long du mur tout en assurant une liberté en rotation (articulation).
- Les appuis doivent être disposés sous les nœuds d'assemblage de la ferme, sinon l'entrain se déforme. L'étude doit prévoir une disposition adéquate.

FIGURE 48

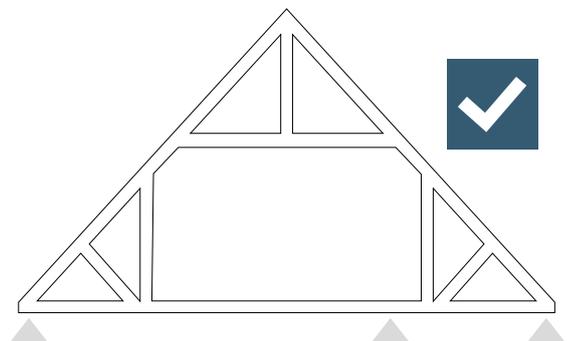
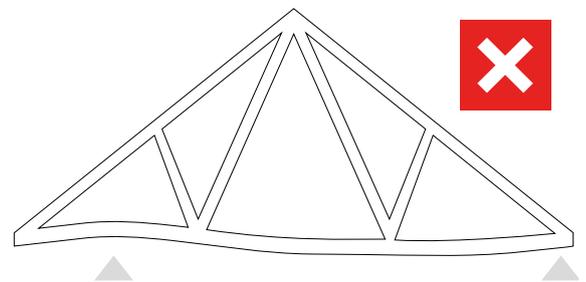
Stabilisation des appuis

Les points d'appui et la forme de la ferme doivent être compatibles.

N'utilisez pas d'éléments de structure comme appui s'ils ne sont pas prévus à cet effet.



Nœuds d'assemblage de la ferme



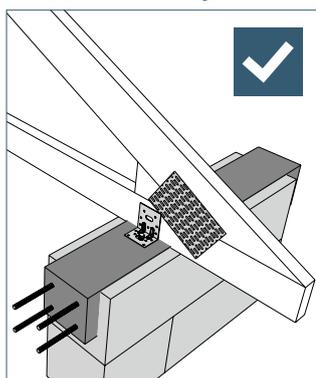
Cas particulier d'une ferme à entrain porteur sur 3 appuis :

FIGURE 49

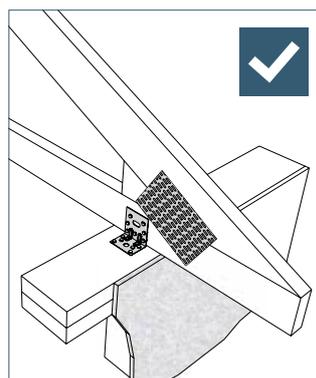
Fixation des fermes

En raison de leur souplesse naturelle, les pointes ou les boulons rapprochés ne s'opposent pas aux petites rotations, et sont donc une solution acceptable pour une articulation.

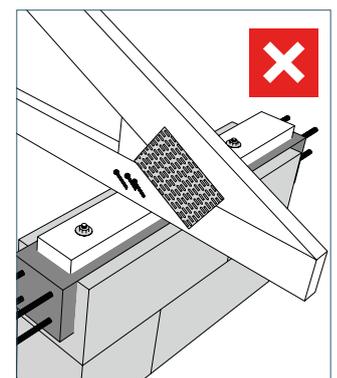
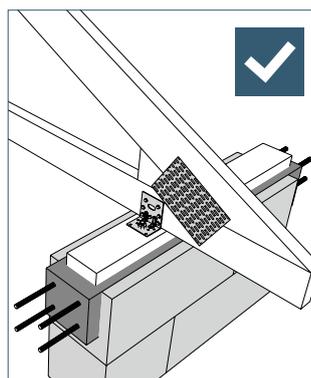
Fixation sur maçonnerie



Fixation sur mur ossature bois



Fixation sur sablière



Fixation satisfaisante des fermes par équerres

Fixation non satisfaisante des fermes par pointes lardées

POINTS SENSIBLES LIÉS À LA RÉALISATION DES ANCRAGES EN PIED

S'il est prévu que les pieds de la ferme aient une liberté de glissement horizontal de plus de 6 mm, il faut alors réaliser un appui glissant (figure 50).

FIGURE 50

Réalisation d'un appui glissant

Le glissement est autorisé par un trou oblong horizontal dans une équerre d'ancrage. Attention aux fermes porteuses : efforts importants !

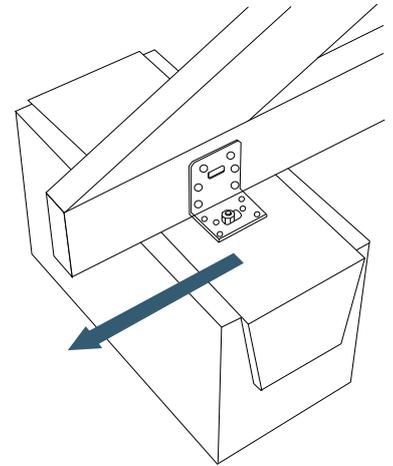


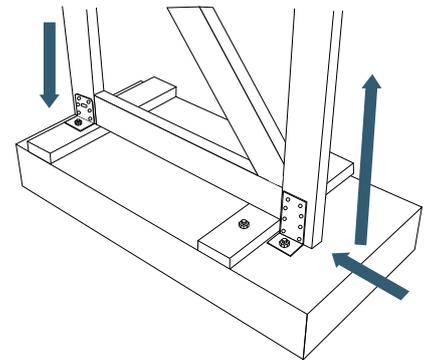
FIGURE 51

Réalisation d'appuis doubles

Certaines fermes (dont celles dites à "encuvement") sont étudiées pour être ancrées en 2 points, de manière à assurer un effet d'encastrement (blocage en rotation).

Généralement, l'un des appuis est simple : il transmet à la structure le poids de la couverture, tandis que l'autre est considéré comme une articulation : il transmet à la structure le poids de la couverture et les poussées horizontales de la ferme (figure 51).

Souvent, l'un des appuis doit résister à une force d'arrachement importante. Il faut alors qu'il soit très résistant. Il est recommandé un ancrage à une dalle en béton par des chevilles à expansion.



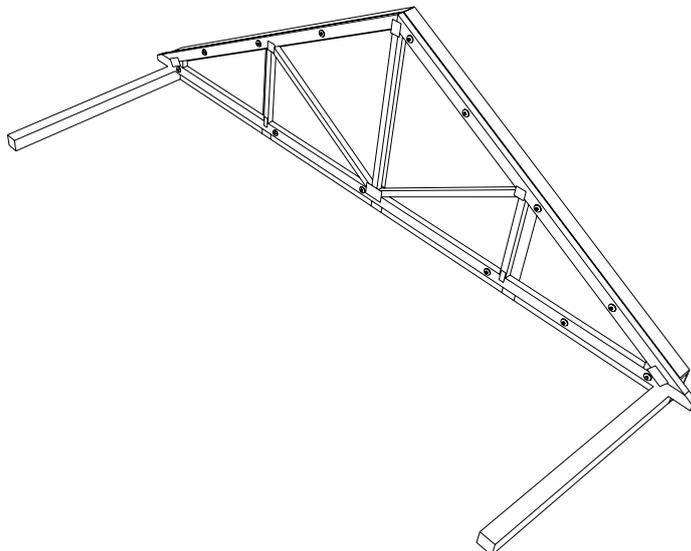
POINTS SENSIBLES LIÉS À LA RÉALISATION DES ANCRAGES AU PIGNON

Lorsqu'une ferme est disposée contre un pignon, elle doit absolument y être ancrée. Les fixations doivent être disposées près de chaque nœud et distantes au plus de 1,20 m.

FIGURE 52

Ancrage des fermes au pignon

Attention aux distances des ancrages aux bords du pignon.

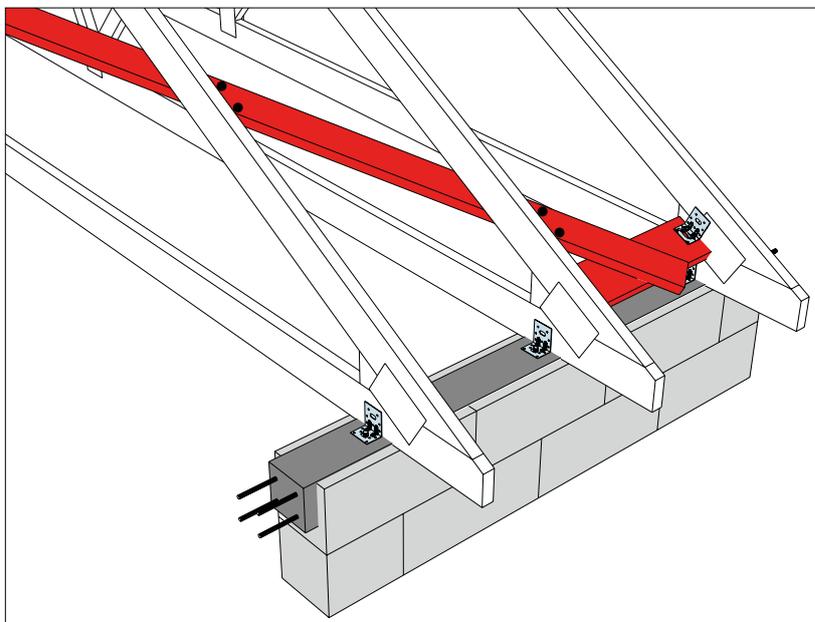
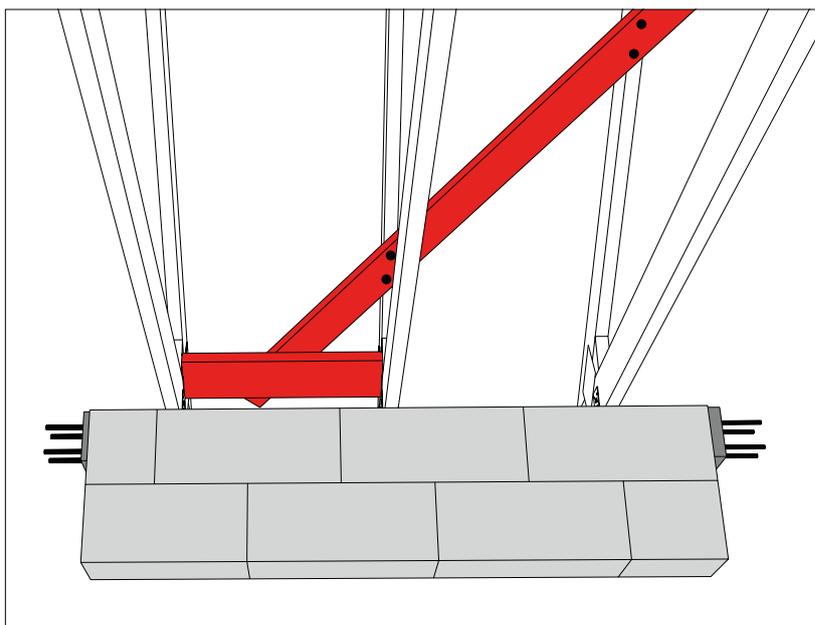


POINTS SENSIBLES LIÉS AUX ASSEMBLAGES

Toute pièce d'antiflambement ou de contreventement doit être fixée par 2 pointes non-lisses au moins aux éléments de la ferme qu'elle croise : arbalétrier, diagonales... (figure 53).

FIGURE 53

Fixation des pièces d'antiflambement ou de contreventement



6

LE PLAN DE POSE, AIDE INDISPENSABLE

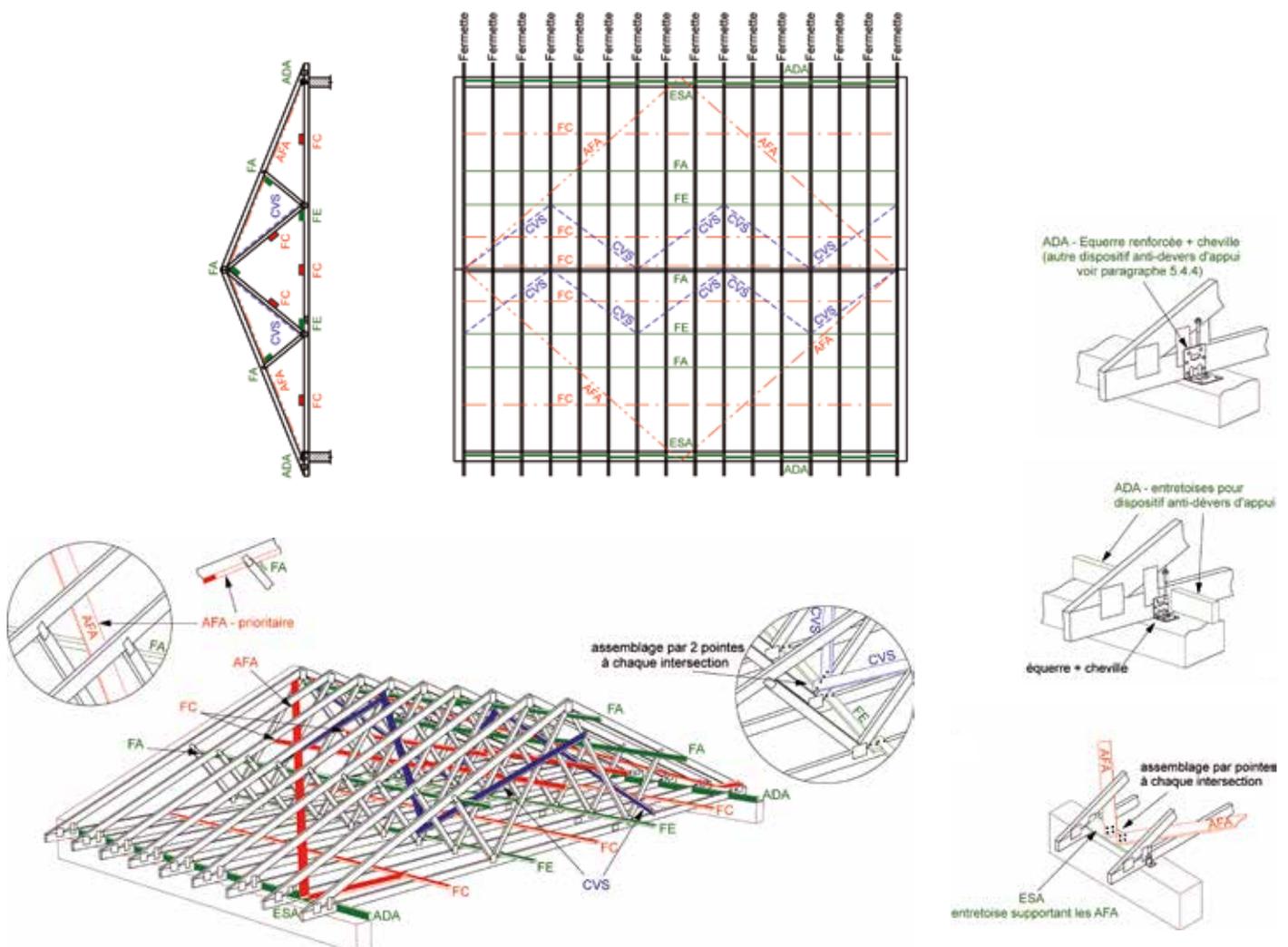
Il est absolument indispensable qu'un document complet et facile à lire accompagne la livraison des multiples éléments d'une charpente industrialisée.

La mise en œuvre d'une charpente industrialisée implique 4 métiers successifs : l'architecte, le bureau d'études, le fabricant et le poseur. **La qualité finale de la réalisation dépend donc du passage du relais de l'information tout le long de cette chaîne.** Le plan de pose en est le dernier maillon. **Il est impératif de l'étudier avant de commencer la mise en œuvre.**

FIGURE 54

Exemple d'un plan de pose simple

Ce plan de pose comporte toutes les informations nécessaires pour un cas simple. Il doit être complété, en cas de particularités (accidents de toiture, appuis et fixations des fermes, dispositions contre les flèches différentielles...), par des indications détaillées.



7

LES POINTS SENSIBLES

SELON LES TYPES DE FERMES

Certains types de fermes, notamment celles sans entrain horizontal, nécessitent une attention redoublée pour la conception et la pose.

LES FERMES DE COMBLES HABITABLES POSÉES SUR PLANCHER

FIGURE 55

Fermes "en A"

Si ces fermes sont posées sur un plancher peu rigide, la déformabilité de ce plancher aux points d'appui doit être prise en compte dans les calculs.

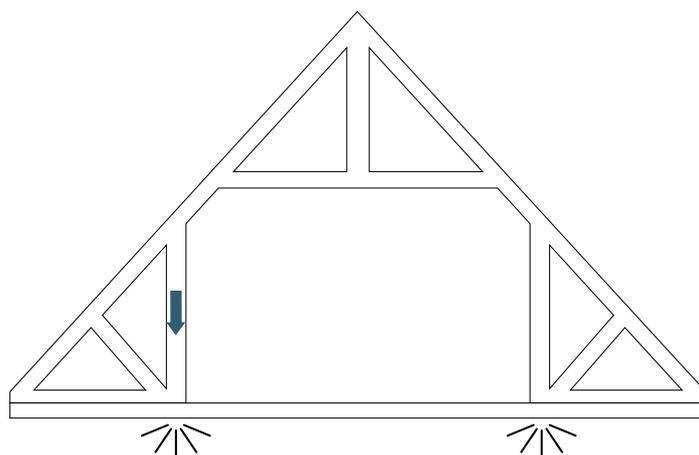
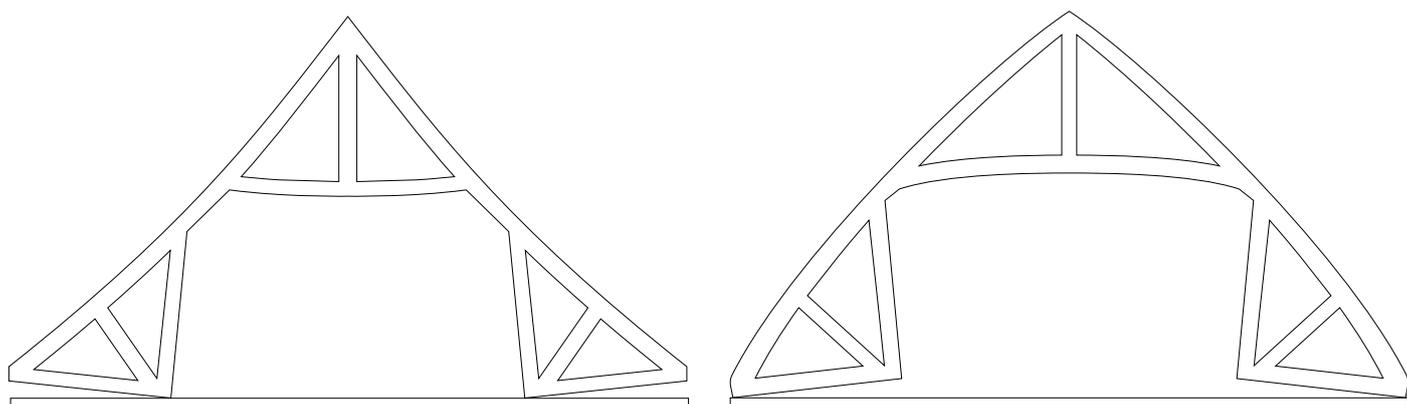


FIGURE 56

Déformation des fermes habitables posées sur plancher

Pour ce type de fermes, il faut éviter toute déformation et mise en contrainte dès la pose. Il faut aussi respecter la largeur entre piedroits indiquée sur le plan de pose.



LES FERMES EN APPUI SUR PROLONGES D'ARBALÉTRIERS

Ces fermes fonctionnent comme un arc. Elles peuvent se déformer exagérément et pousser sur des murs qui n'ont pas été conçus pour résister à ce type de forces. De plus, l'absence partielle de triangulation interne les rend sensibles aux **poussées dissymétriques du vent** (figure 57).

FIGURE 57

Déformation d'une ferme en appui sur prolonges d'arbalétriers

Des fissurations et des faux-aplombs risquent d'apparaître.
Pour éviter la déformation d'une ferme en appui sur prolonges d'arbalétriers, le concepteur doit prévoir :

- des appuis bloqués pour les fermes,
- des sections d'arbalétriers importantes ou des poutres longitudinales, horizontales ou verticales (figures 58 et 59).

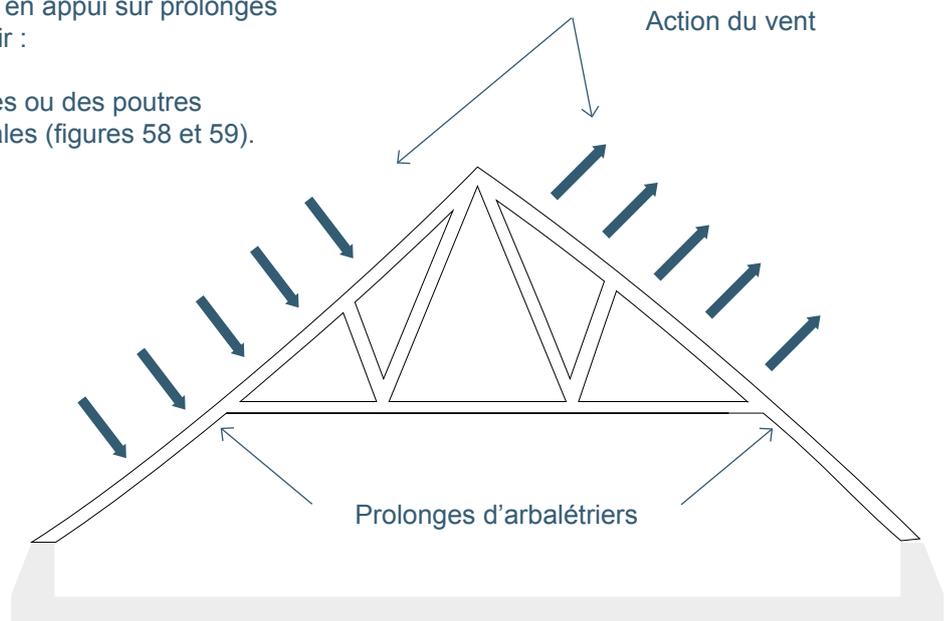
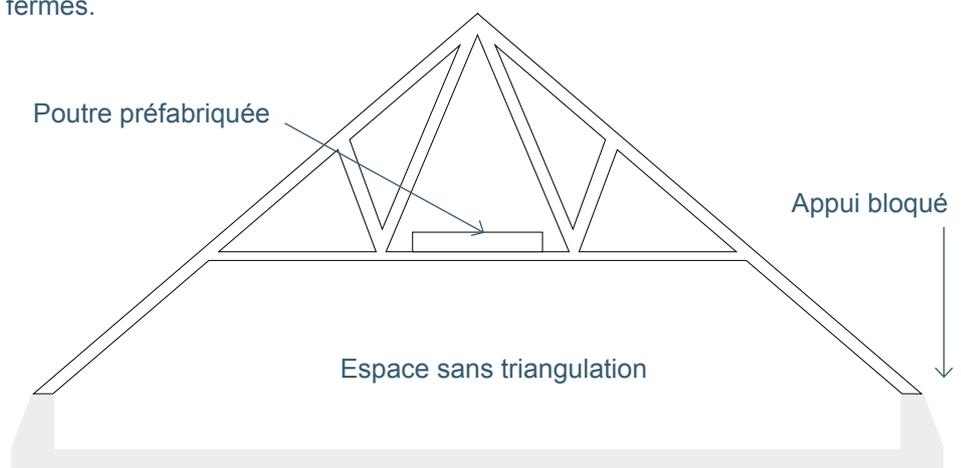


FIGURE 58

Stabilisation par une poutre longitudinale horizontale

Le concepteur ne doit pas oublier de définir son blocage par le mur porteur et sa fixation sur les fermes.

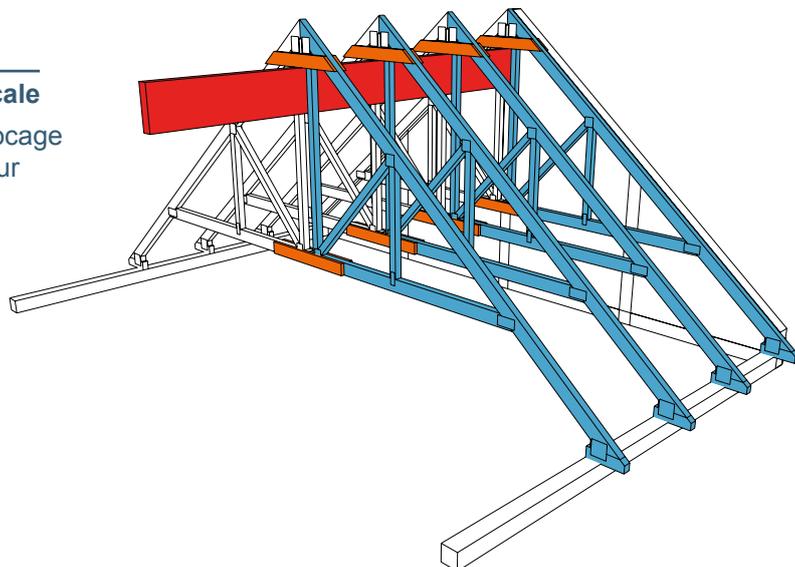


LES FERMES EN APPUI SUR PROLONGES D'ARBALÉTRIERS (suite)

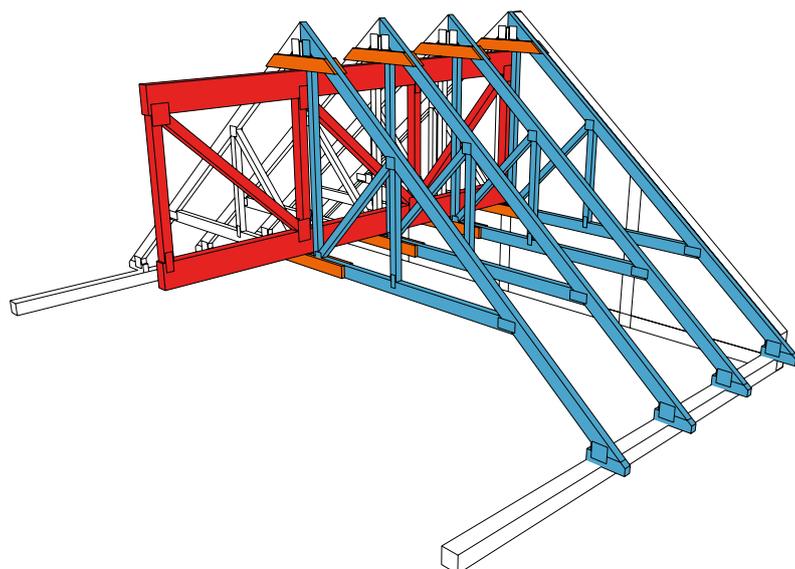
FIGURE 59

Stabilisation par une poutre longitudinale verticale

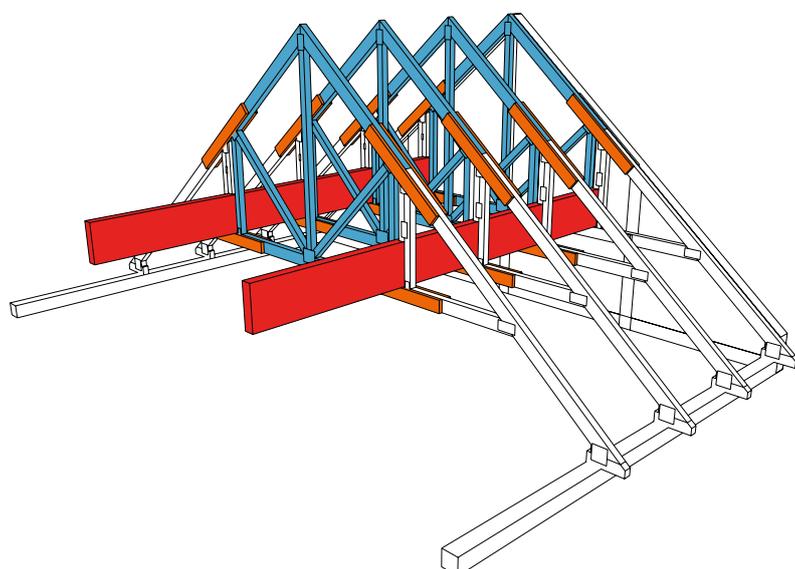
Le concepteur ne doit pas oublier de définir leur blocage par le mur porteur et leur fixation sur les fermes pour reprendre les efforts horizontaux.



Variante de stabilisation par poutre treillis :



Le cas de 2 poutres verticales longitudinales est aussi une solution acceptable :



LES FERMES DE COMBLES HABITABLES DONT L'ENTRAIT SUPPORTE LE PLANCHER

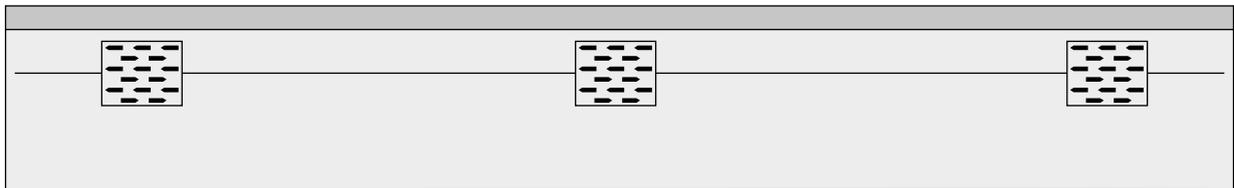
RÉHAUSSE CONNECTÉE

Pour adapter la structure à une largeur habitable plus importante, le concepteur peut augmenter la section de l'entrait à l'aide d'une réhausse connectée. La solution doit être justifiée par le calcul.

FIGURE 60

Réhausse connectée d'un entrait en bois

Un appui intermédiaire permet aussi d'augmenter la largeur habitable.

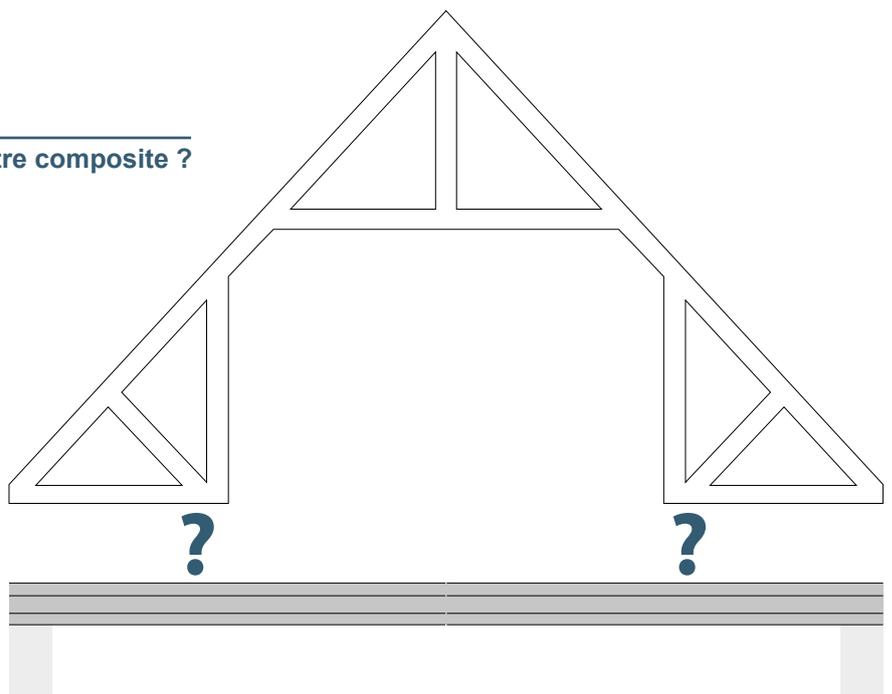


ENTRAIT EN POUTRE COMPOSITE

La poutre composite et les arbalétriers doivent être assemblés avant montage, pour former la ferme complète telle qu'elle a été conçue. Le concepteur doit donc étudier avec soin le mode d'assemblage, et le fabricant faire figurer explicitement les indications nécessaires au poseur dans le plan de pose. Le poseur doit suivre avec précision les indications fournies ou les demander au fabricant si elles font défaut.

FIGURE 61

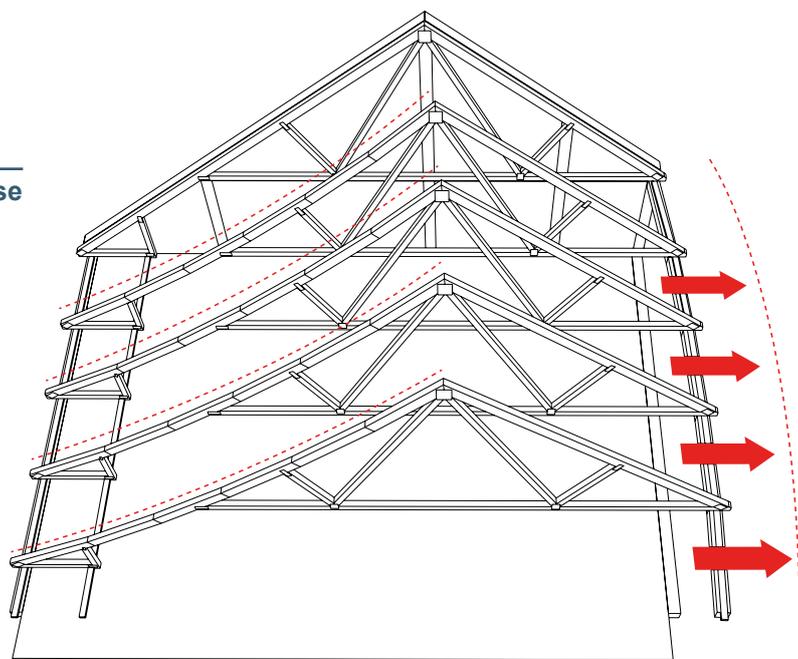
Quel assemblage pour un entrait en poutre composite ?



LES FERMES BOITEUSES

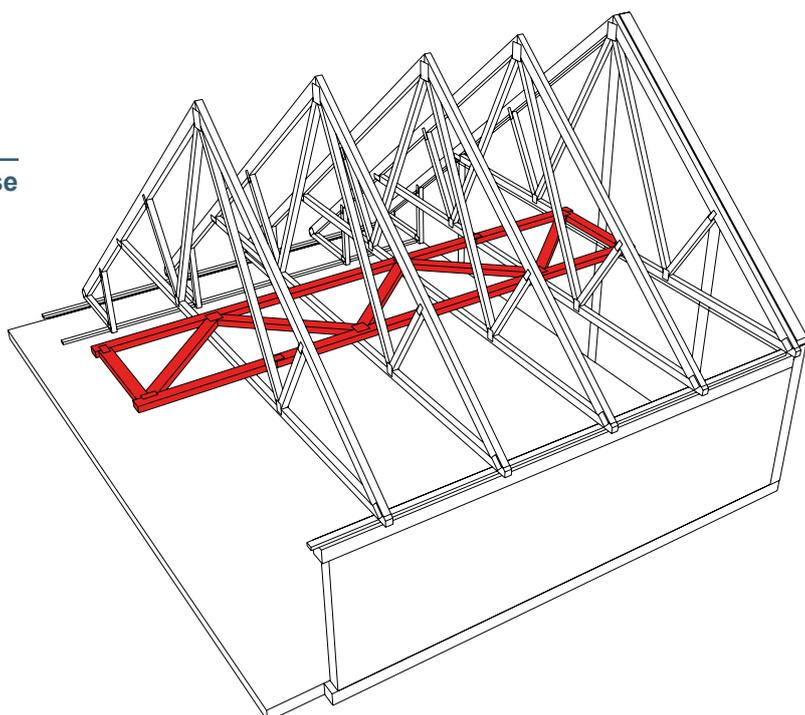
Les fermes boiteuses ont aussi tendance à fonctionner en arc. Elles poussent horizontalement sur leurs appuis, même sous l'effet du seul poids de la couverture. Si les appuis ne sont pas capables de supporter ces poussées, la charpente se déforme de manière dissymétrique (figure 62).

FIGURE 62
Déformation dissymétrique d'une ferme boiteuse



Il est donc recommandé de stabiliser la charpente par une ou plusieurs poutres longitudinales horizontales ou verticales (figure 63).

FIGURE 63
Dispositif pour rendre rigide une ferme boiteuse
(exemple de poutre horizontale)



LES FERMES TRONQUÉES DANS UNE CROUPE

Moins elle est haute, moins une ferme est rigide. Une ferme tronquée simple est souvent trop flexible (figure 64) : elle doit être renforcée, voire doublée ou triplée (figure 65). Le concepteur doit en outre prévoir un dispositif qui évite le flambement de la traverse supérieure de la ferme tronquée, souvent assez longue (figure 65).

FIGURE 64

Déformation d'une ferme tronquée

Une flèche apparaît, qui nuit à la tenue des habillages, notamment du plafond.

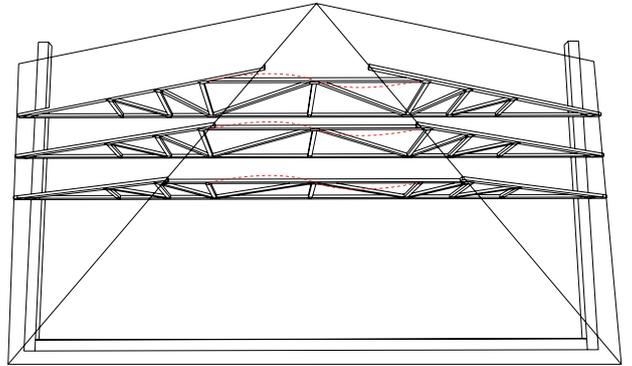
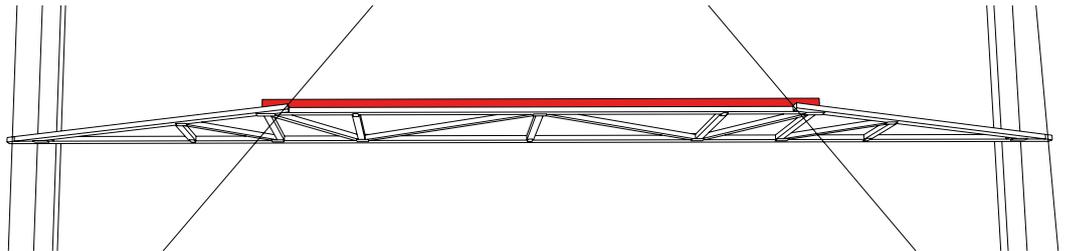


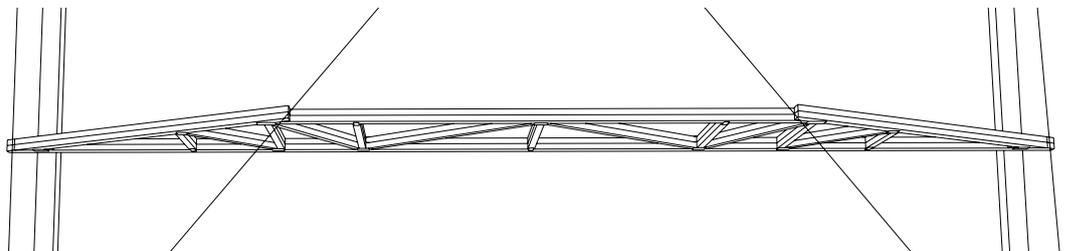
FIGURE 65

3 solutions pour rigidifier une ferme tronquée

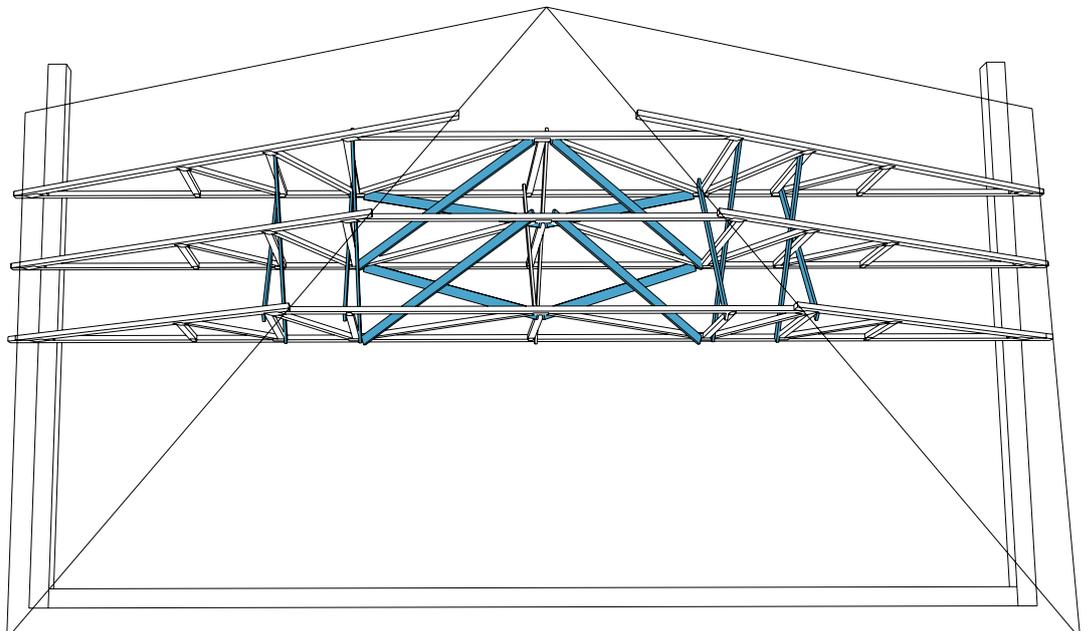
Solution 1
Doublage de la traverse supérieure



Solution 2
Ferme tronquée doublée



Solution 3
Renforcement des contreventements



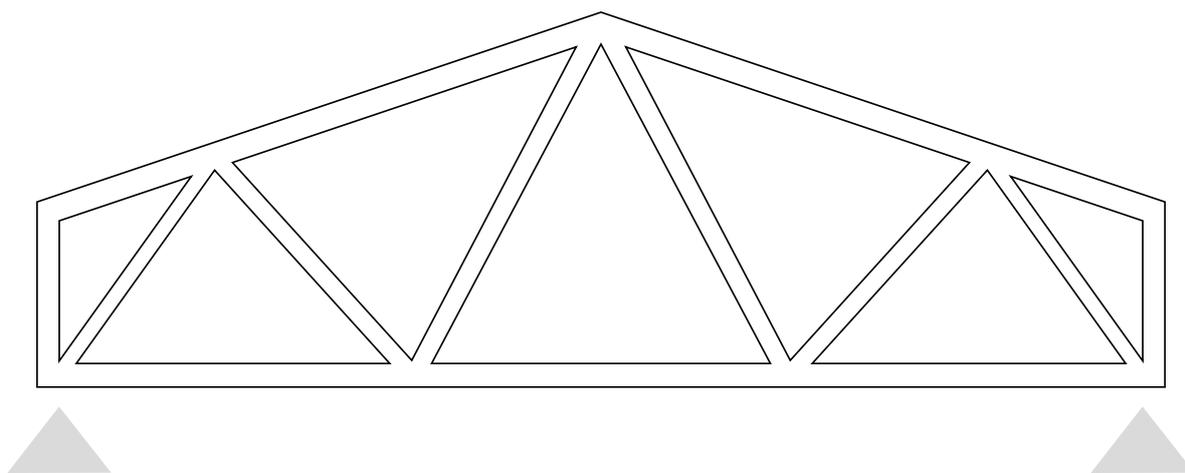
LES FERMES À FAIBLE PENTE

Les fermes à faible pente sont souvent sensibles aux déformations. Pour augmenter la rigidité, il faut adapter la géométrie du pied de la ferme en rehaussant le talon (figure 66).

FIGURE 66

Rehausse du talon de la ferme

La rehausse du pied de ferme empêche une ferme à faible pente de se déformer.



8

LES POINTS SENSIBLES SELON LES PARTICULARITÉS DE L'OUVRAGE

Certaines particularités d'un ouvrage ont une influence sur la conception et la pose d'une charpente industrialisée. Il faut les recenser dès la conception de la charpente.

LISTE TYPE DES PARTICULARITÉS AYANT UNE INFLUENCE SUR UNE CHARPENTE INDUSTRIALISÉE

- Conditions géographiques :
neige, altitude, vent...
- Type de couverture
- Type de plafond
- Type de débords en égout
- Type de débords en pignon
- Type d'habillage sous débords
- Type d'appui des fermes :
 - sur maçonnerie sans sablières,
 - sur sablières non apparentes,
 - sur sablières débordantes
avec cache-moineau...

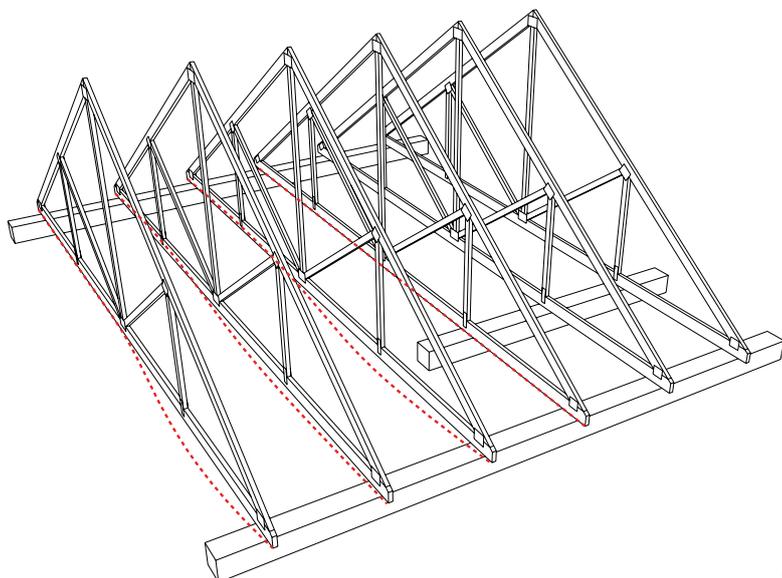
STRUCTURES D'OUVRAGE PROVOQUANT DES FLÈCHES DIFFÉRENTIELLES

PRÉSENCE DE REFENDS PERPENDICULAIRES AUX FERMES

Les fermes d'une même charpente peuvent prendre des flèches différentes si certaines d'entre elles reposent sur des refends longitudinaux (de couloir par exemple), et d'autres sont en portée pleine (figure 67). Il peut en résulter des fissurations de plafond, si celui-ci est continu et ne possède pas de joint de fractionnement.

FIGURE 67

Les fermes à portée pleine et les fermes soutenues par un mur prennent une flèche différente.



STRUCTURES D'OUVRAGE PROVOQUANT

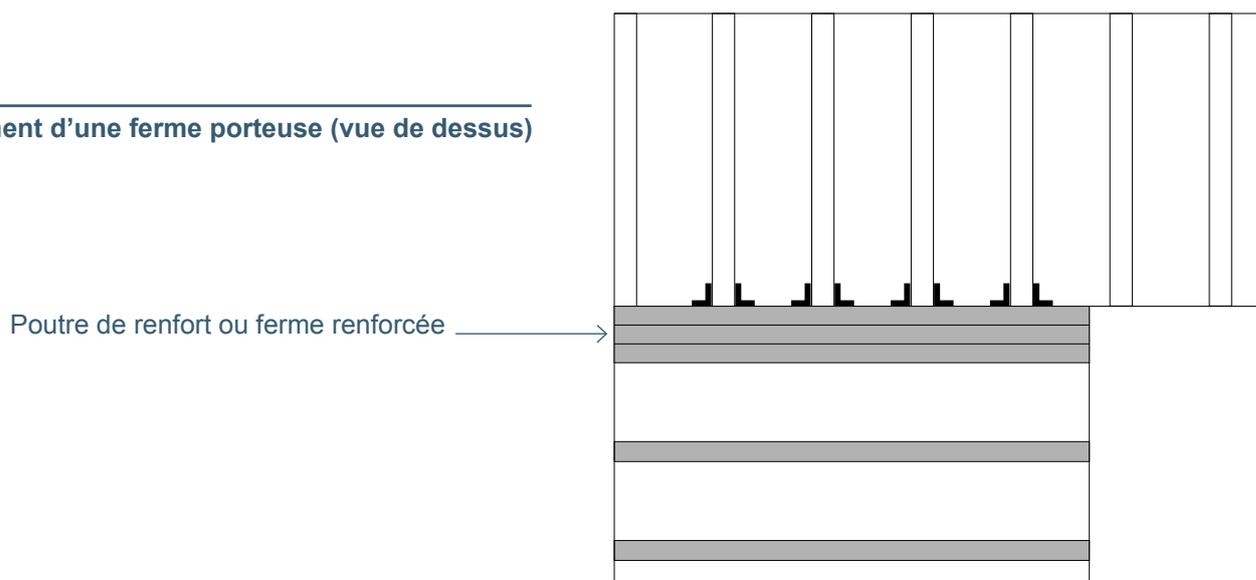
DES FLÈCHES DIFFÉRENTIELLES (suite)

RENFORCEMENT DE FERMES PORTEUSES

Renforcer une ferme porteuse nécessite un calcul précis afin d'éviter une flèche différentielle avec les autres fermes et/ou d'ajouter un joint de fractionnement afin de permettre une déformation différentielle du plafond.

FIGURE 68

Renforcement d'une ferme porteuse (vue de dessus)



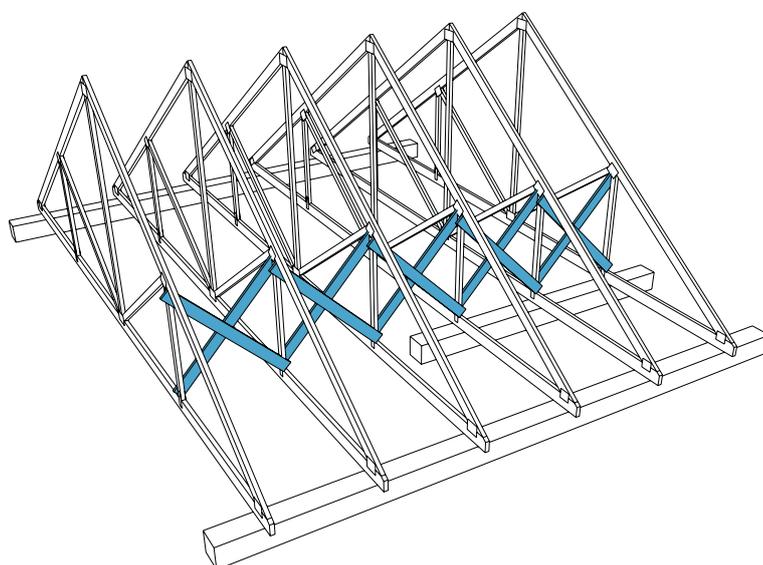
Poutre de renfort ou ferme renforcée

RENFORCEMENT LOCAL DU DISPOSITIF DE CONTREVENTEMENT

La pose de pièces longitudinales dans la zone de transition entre les fermes en pleine portée et celles qui sont appuyées sur les refends est une solution acceptable. Ces pièces solidarisent l'ensemble. Deux autres solutions sont le renforcement local du dispositif de contreventement (figure 69) ou la pose de pièces rigides au centre des fermes.

FIGURE 69

Le renforcement local du dispositif de contreventement est une solution possible.



STABILISATION HORIZONTALE DES MURS

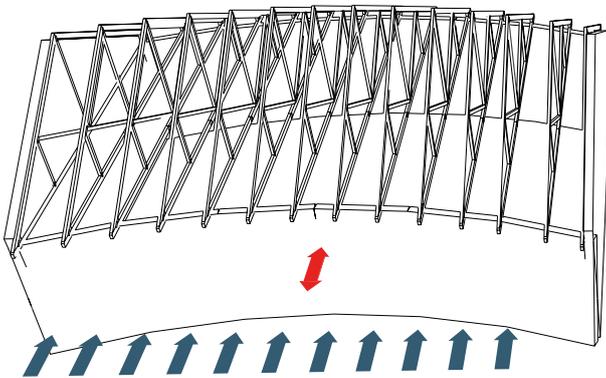
En raison de leur poids, les constructions maçonnées sont susceptibles d'être affectées par les secousses sismiques. En l'absence d'une dalle de contreventement, il est envisageable de renforcer leur stabilité en utilisant un élément en bois pour assurer le contreventement.

Dans ce cas, la stabilité peut être réalisée à condition que la portée entre murs de pignon ou/et de refend soit inférieure à 13 m. Le diaphragme ainsi ajouté est un lot à part du lot standard de la charpente et fait l'objet d'une analyse séparée.

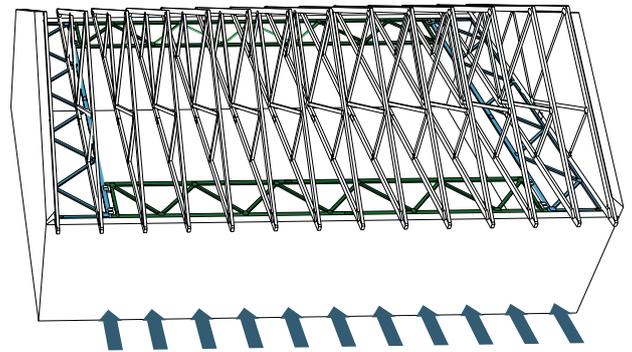
La conception standard implique l'installation de poutres encerclant toute la toiture. Par le terme "poutre", on entend dans ce contexte un diaphragme rigide préfabriqué ou assemblé sur le chantier.

FIGURE 70

Stabilisation horizontale des murs par ajout de "poutres au vent"



Sans "poutres au vent", les murs se déforment.

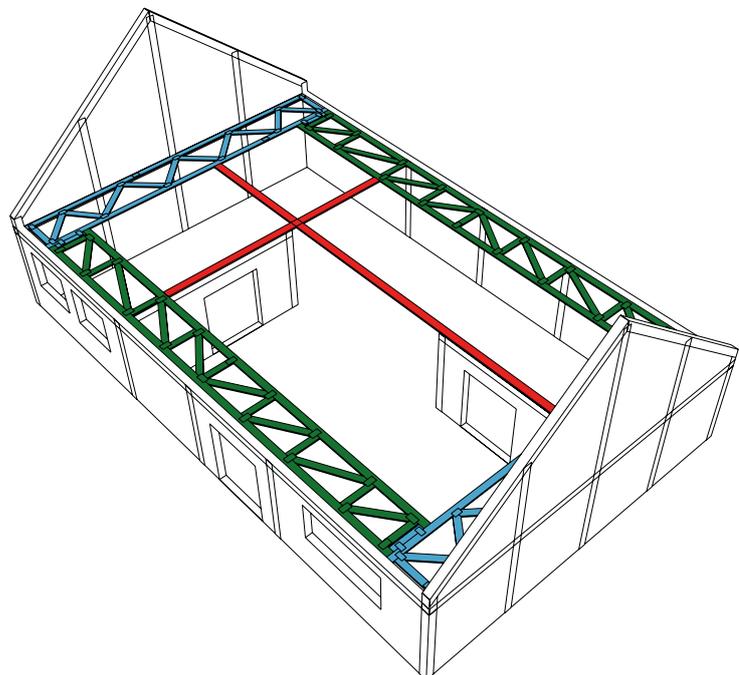


L'ajout d'un contreventement permet de maîtriser la déformation hors plan des façades.

Lorsqu'il existe des murs de refend positionnés perpendiculairement aux murs de façade, ils peuvent participer à reprendre les poussées horizontales (figure 71).

FIGURE 71

Configuration avec murs de refend perpendiculaires aux façades

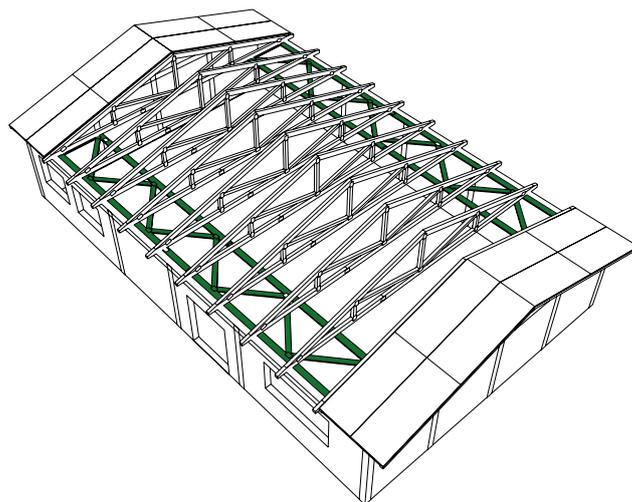


STABILISATION HORIZONTALE DES MURS (suite)

Lorsque la pente du toit est très faible, il est possible de recourir à une approche mixte utilisant deux systèmes différents pour stabiliser la structure sur les deux orientations (dans l'axe du faîtage et perpendiculairement à celui-ci). Par exemple, on peut placer une poutre triangulée sous les entrails des fermes (stabilisation perpendiculaire à l'axe du faîtage), tandis que dans l'axe du faîtage, contre les murs pignons, on peut placer une poutre composée de panneaux. Celle-ci peut également servir d'échelle de toiture (figure 72).

FIGURE 72

Configuration de toiture à très faible pente, exemple 1



On peut également utiliser le système "en K" : cette solution mixe le chaînage des murs de façade avec l'adjonction d'un système "en K" (AFE, BCD) en renfort. La longueur AB libre est conditionnée par la résistance en flexion hors plan du chaînage des murs de façade aux sollicitations sismiques (4-5 m en zone modérée, figures 73 et 74).

FIGURE 73

Configuration de toiture à très faible pente, exemple 2 : système "en K"

Les barres FA, BC, CD et EF sont des éléments bois cloués sous entrails. Les barres AE et BD sont matérialisées sur le chantier par les entrails des fermes. Afin de reprendre les efforts, les ancrages des fermes adjacentes sont de résistances supérieures aux fermes courantes.

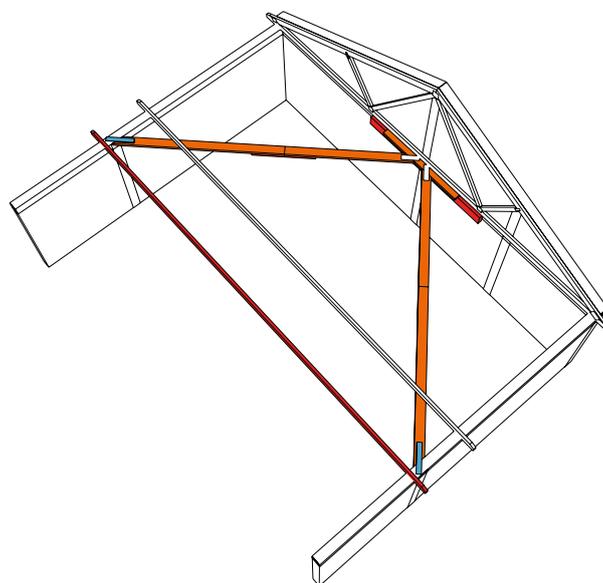
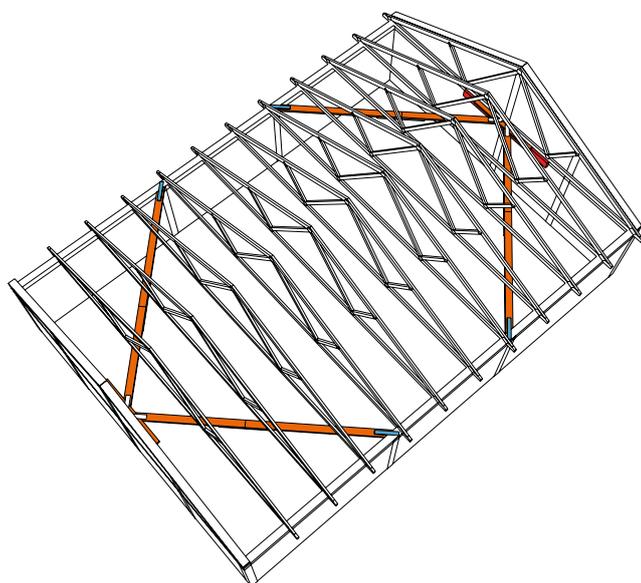
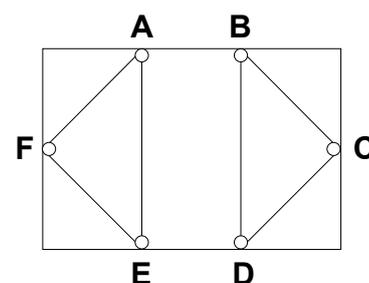
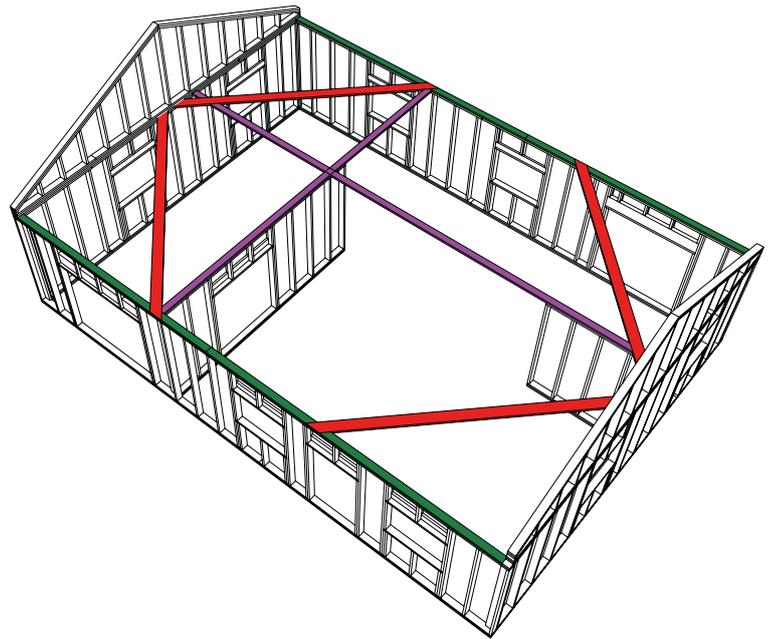


FIGURE 74

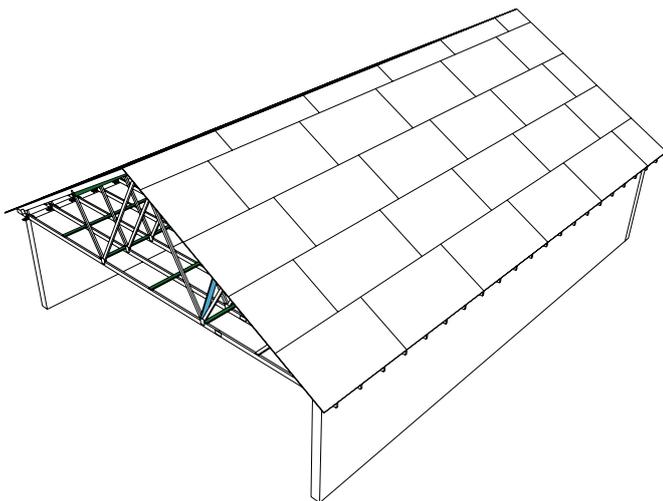
Exemple du système "en K" dans les constructions à ossature bois



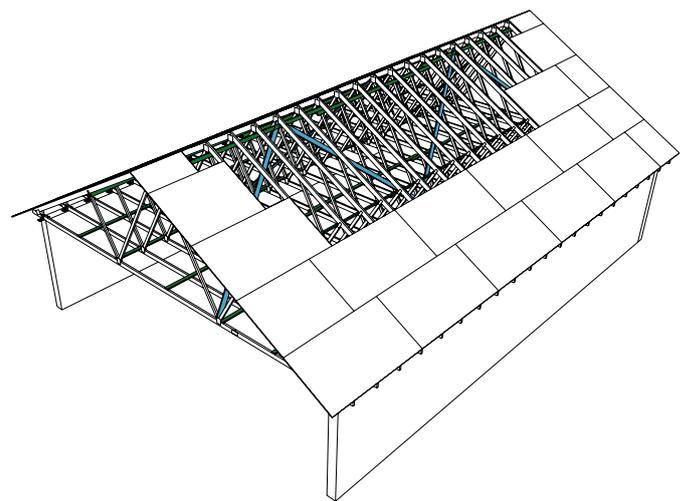
La stabilisation dans le plan perpendiculaire à la charpente peut être envisagée par la mise en place d'un diaphragme par panneaux cloués sur les fermes. La prise en compte du fonctionnement de tels éléments discontinus nécessite une mise en œuvre particulièrement soignée. Pour ce type de diaphragme, l'espacement maximal de clouage est de 150 mm sur le support périphérique de chaque panneau (figure 75).

FIGURE 75

Stabilisation dans le plan perpendiculaire à la charpente par diaphragme



Diaphragme de toiture



Diaphragme partiel

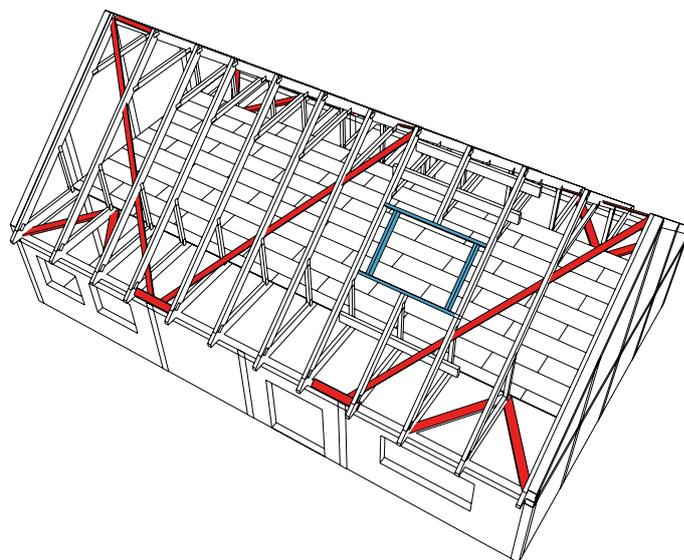
STABILISATION HORIZONTALE DES MURS (suite)

Lorsqu'il existe un plancher bois, les diaphragmes de plancher permettent également de répartir les efforts horizontaux sur les murs perpendiculaires et peuvent ainsi remplir tout ou partie de cette fonction.

Remarque : si le plancher ne recouvre pas entièrement la surface entre les quatre murs, l'écart entre le plancher et le mur nécessite d'ajouter un contreventement dans les angles de la construction (figure 76).

FIGURE 76

Stabilisation par diaphragme de plancher bois

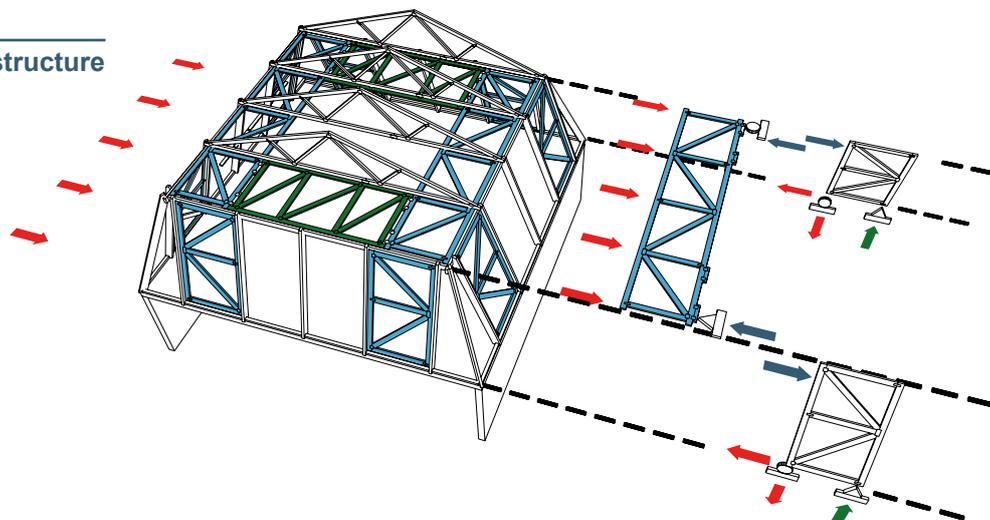


Les constructions légères, par exemple en murs à ossature bois (notamment les murs de grande superficie ou de grande hauteur) sont sensibles aux forces exercées par le vent le long des façades. Il faut examiner la mise en place d'un système de contreventement

En prenant pour exemple une structure mansardée avec des fermes, les chemins empruntés par les forces sont illustrés ci-dessous. Dans le cas des constructions à ossature bois, les panneaux de contreventement fonctionnent de manière analogue.

FIGURE 77

Exemple de stabilisation d'une structure mansardée avec des fermes



NOTA : dans le cas des murs à ossature bois, les efforts de vent sont souvent dimensionnants par rapport aux efforts sismiques.

Les principes énumérés précédemment ne couvrent pas tous les aspects et exigent une justification précise pour leur adaptation spécifique à chaque projet. Ces éléments doivent être élaborés et produits conformément aux recommandations stipulées dans le chapitre 9.2.3 de l'Eurocode 5 ainsi que dans le chapitre 8.5.3 de l'Eurocode 8 ou de l'Eurocode 1 (vent).

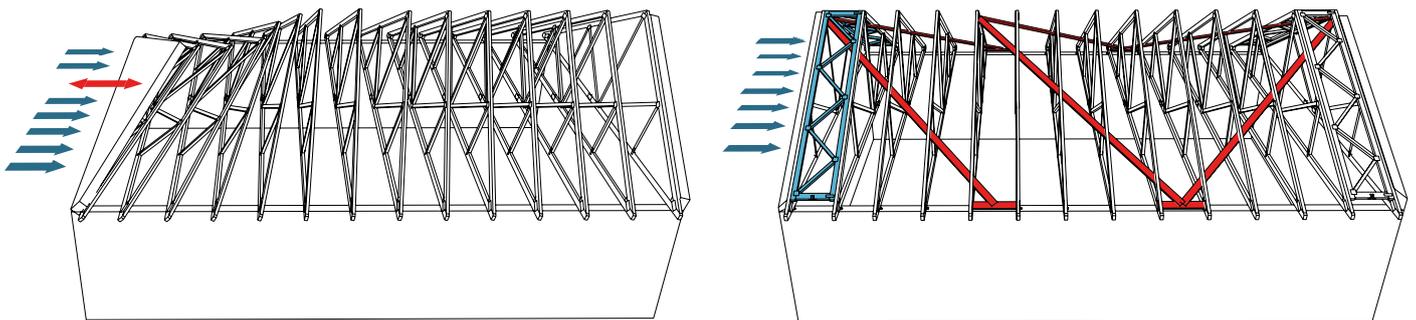
La stabilisation de l'ouvrage nécessite une concertation entre les diverses parties prenantes : le maître d'ouvrage, le bureau d'études ou de contrôle, ainsi que l'entreprise réalisatrice. Plus cette communication intervient tôt dans le processus de mise en œuvre, meilleure sera la performance globale.

STABILISATION DES PIGNONS

Les pignons ont la particularité d'être souvent stabilisés par la charpente (figure 78).

FIGURE 78

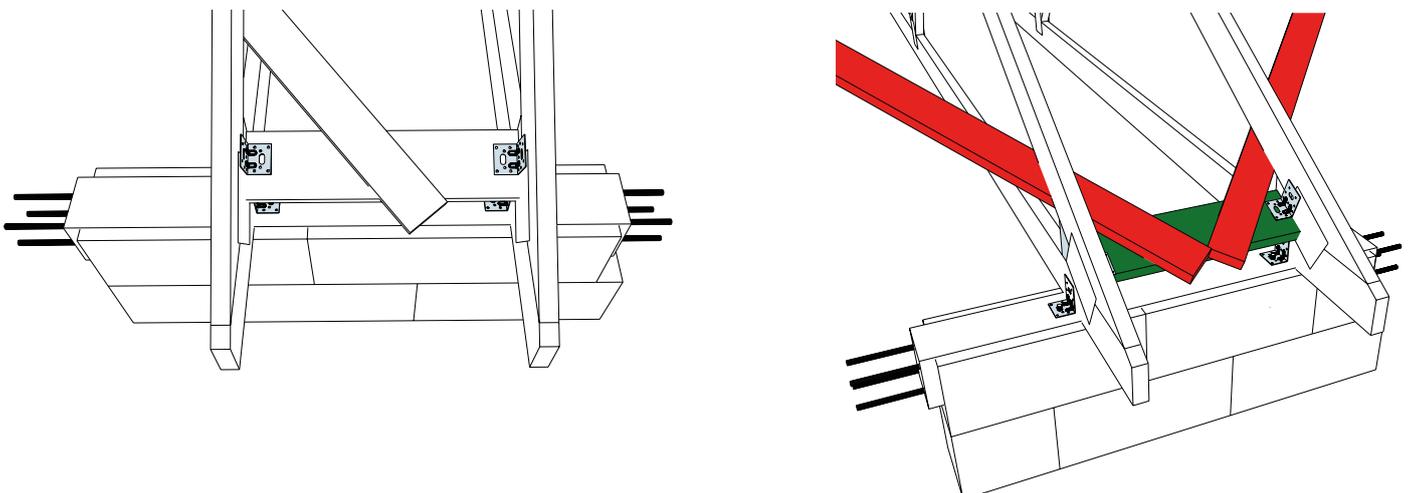
Stabilisation des pignons



En zone sismique, lorsque les efforts sont importants, les fixations des antiflembements d'arbalétriers sont renforcées par l'ajout d'équerres pour maintenir l'entretoise inclinée ESA (figure 79).

FIGURE 79

Principes de fixation des antiflembements en zone sismique



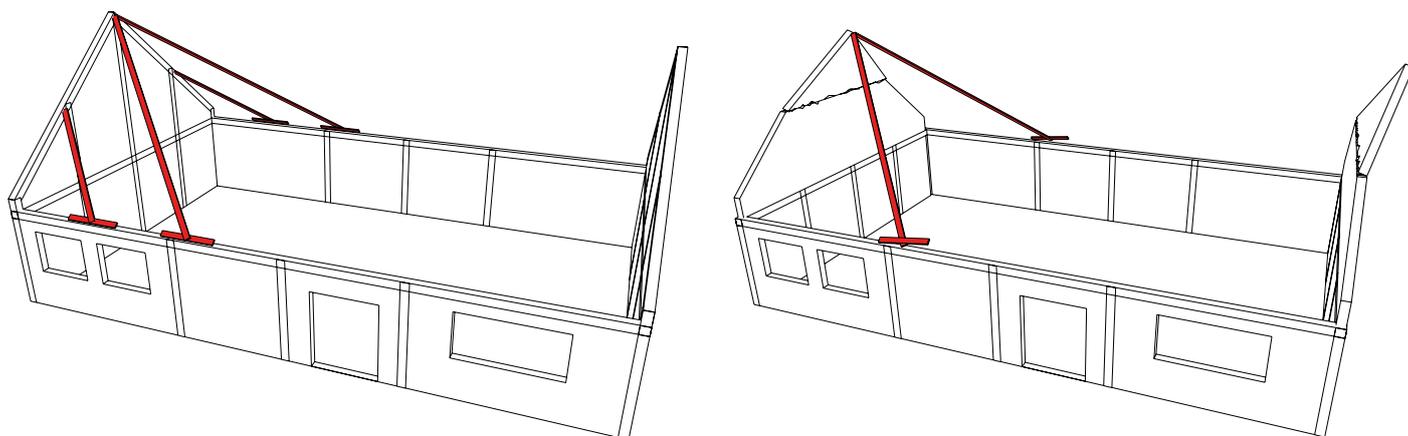
STABILISATION DES PIGNONS (suite)

Le système de contreventement de la charpente décrit au chapitre 4 peut être mis à contribution et complété si nécessaire à cet effet.

Grands rampants (> 12 m) ou fortes pentes ($> 45^\circ$) : afin d'éviter de sur-solliciter les fixations, on positionne une seconde barre d'antiflambement d'arbalétrier au niveau du demi-rampant (figure 80).

FIGURE 80

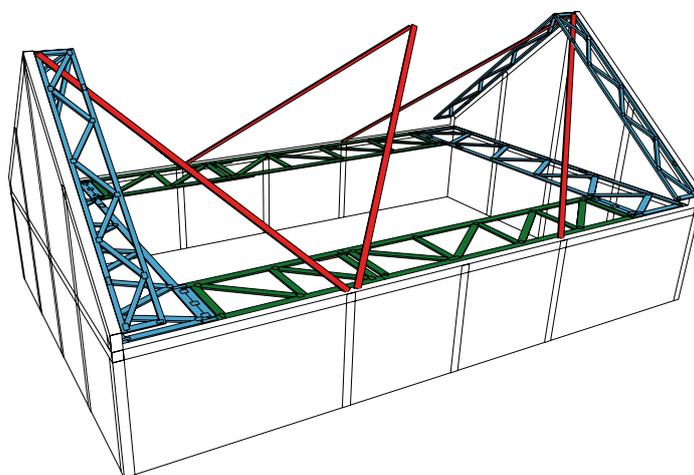
Stabilisation des pignons en cas de toiture à forte pente



Il est possible d'intégrer des poutres en chambré d'arbalétrier. Ces dernières, complétées par les antiflambements des arbalétriers, présentent la double fonction de contrebalancer le phénomène de flambement des fermes et de maintenir la verticalité des pignons (figure 81).

FIGURE 81

Stabilisation des pignons avec intégration de poutres en chambré d'arbalétrier



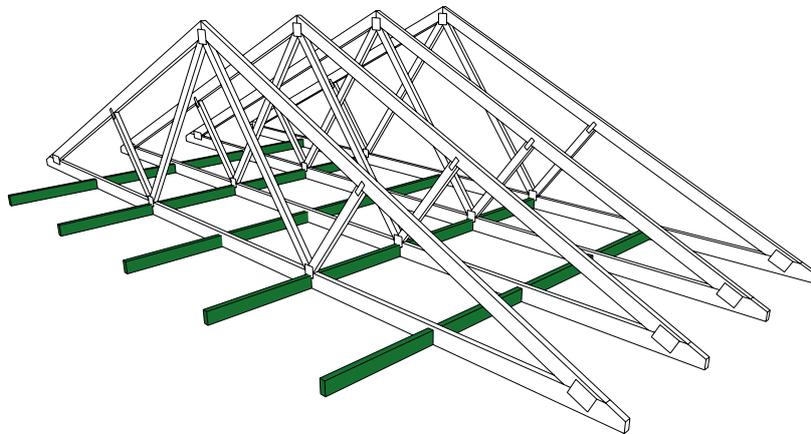
PLAFOND PEU FLEXIBLE (TERRE CUITE OU ENDUIT ARMÉ AU PLÂTRE)

Certains types de plafonds peu flexibles nécessitent de mettre en place des entretoises entre les entrails ou les arbalétriers. Ces entretoises s'intègrent dans le dispositif général de contreventement. Ce dispositif doit respecter les règles de l'art et être décrit dans le plan de pose.

Ces mêmes entretoises sont obligatoires en cas d'entrails de grande hauteur.

FIGURE 82

Disposition d'entretoises entre les entrails



9

LES POINTS SENSIBLES DUS AUX CHEMINÉES, LUCARNES, ESCALIERS...



La réalisation d'ouvrages particuliers dus aux cheminées, lucarnes, escaliers... au sein d'une charpente industrialisée est parfois improvisée sur le chantier, contre toute précaution élémentaire. Il en résulte des déformations qui sont une source importante de sinistres.

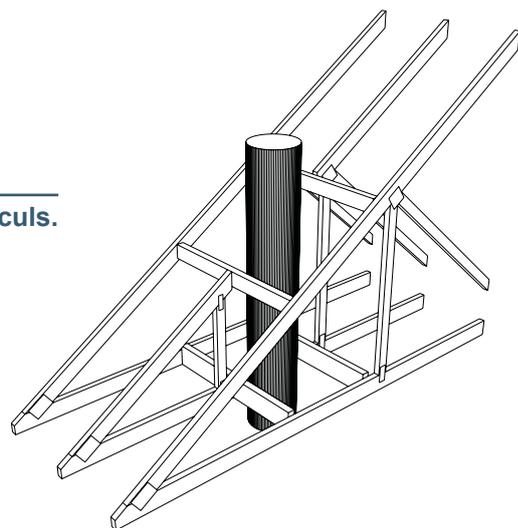
LES ACCIDENTS DE TOITURE NÉCESSITANT UN RENFORT DE LA CHARPENTE (figure 83)

Les accidents de toiture (cheminées, décrochements de façade, lucarnes, etc.) conduisent souvent à interrompre une ou plusieurs fermes. Cette amputation modifie la façon dont les forces s'exercent sur la charpente et le mur porteur. En conséquence, **les pièces de la charpente voisines de l'accident doivent être renforcées**. Ces opérations (interruption, renforcements) ne doivent pas être improvisées sur le chantier, mais **prévues dans les calculs**.

Tout ouvrage particulier doit faire l'objet d'un plan d'exécution.

FIGURE 83

Tous les accidents de toiture doivent être pris en compte dans les calculs.



Les règles de sécurité imposent qu'une distance de sécurité minimum entre la paroi extérieure du conduit et tous les matériaux combustibles de la construction soit respectée. Se référer au NF DTU 24.1 et aux préconisations du fabricant de conduit.

TRÉMIES DE LUCARNES, D'ESCALIERS OU DE CONDUITS DE FUMÉE

La réalisation de trémies pour une lucarne, le passage d'un escalier ou d'un conduit nécessite **l'utilisation obligatoire de chevêtres**. Lorsque ces chevêtres reçoivent des charges importantes, par exemple si des fermes tronquées y prennent appui, il faut prendre ces charges en compte lors de la conception et renforcer les fermes voisines (figures 84 et 85).

Une autre solution consiste à mettre en place une poutre de renfort longitudinale.

FIGURE 84

Renfort des pièces autour d'une trémie de toiture

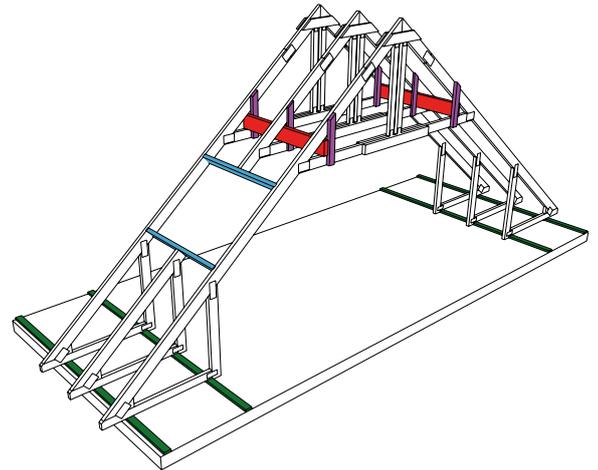


FIGURE 85

Renfort des pièces au voisinage d'une trémie d'escalier

Souvent, renforcer seulement les arbalétriers ne suffit pas. Il faut aussi penser aux autres pièces de la charpente.

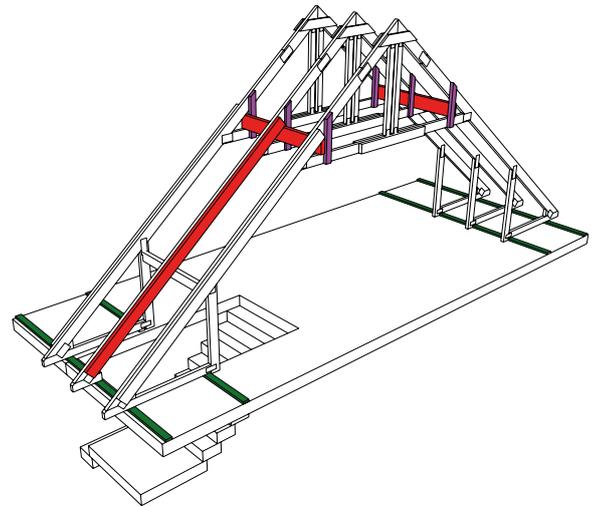
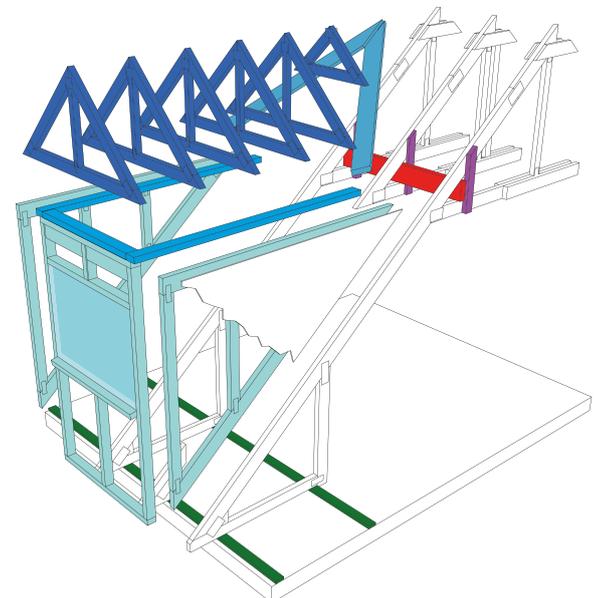


FIGURE 86

Composition d'une lucarne à la française

La présence des jambettes assure un appui suffisant à la lucarne.



10

LES POINTS SENSIBLES LORS DE LA RÉCEPTION DES PIÈCES SUR CHANTIER



La réception des pièces d'une charpente industrialisée est une opération capitale. Il est impossible de la poser correctement si des pièces manquent, sont égarées, endommagées, ou si le plan de pose n'est pas fourni.

LA RÉCEPTION DU SUPPORT

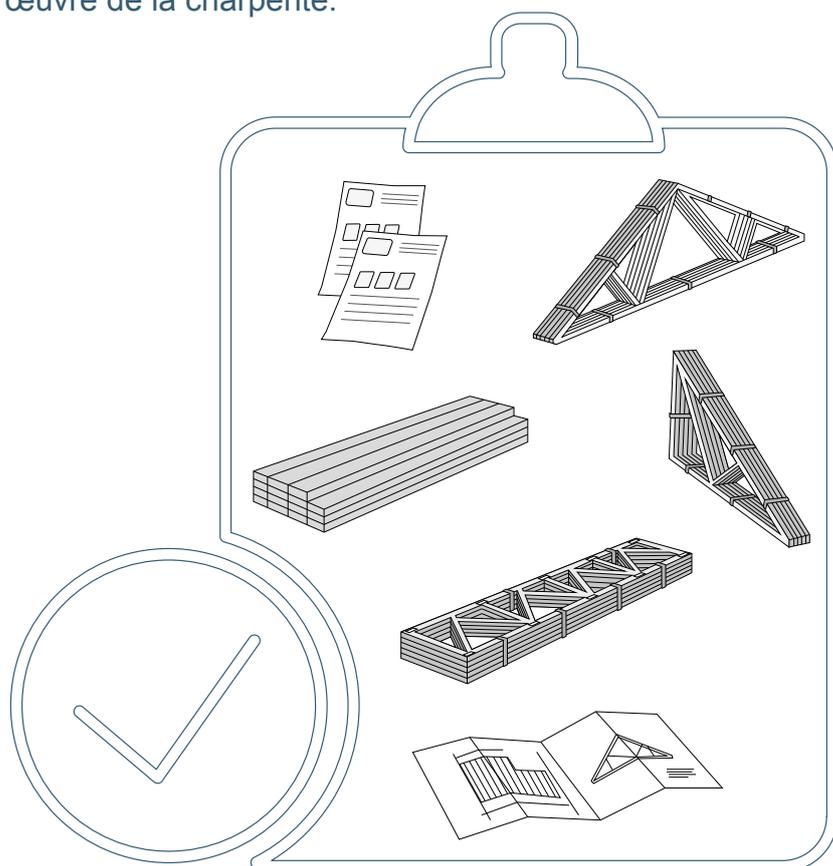
Le support doit être conforme aux règles de l'art et permettre un ancrage et un appui de la charpente conformément au DTU 31.3.

LA RÉCEPTION DE LA CHARPENTE

Pour effectuer une réception correctement, **il faut comparer le bordereau de livraison aux pièces livrées et au plan de pose**. Les charpentes industrielles doivent notamment être marquées CE suivant la norme NF EN 14250. En cas d'erreur, on peut encore demander une rectification au fabricant, sans conséquence pour le bon déroulement des travaux. La réception permet d'avoir une première vue d'ensemble de la mise en œuvre de la charpente.

FIGURE 87

Bordereaux, pièces, plan de pose...
Avez-vous tout ?



LE STOCKAGE SUR CHANTIER : ÉVITER TOUT CONTACT AVEC LE SOL

La meilleure solution est de stocker les fermes **en position quasi verticale**, en les appuyant contre un mur ou un chevalet (figure 88). À défaut, les stocker horizontalement sur une surface plane. Il faut alors les **poser sur des chevrons ou des bastaings** distants de 3 m maximum (figure 89).

Pour un stockage de plus de 15 jours, il est nécessaire de protéger les fermes de la pluie, sans gêner leur ventilation. Le stockage des charpentes industrielles après livraison ne doit pas entraîner une hausse de l'humidité des bois non conforme avec les préconisations du fabricant et les règles de l'art.

FIGURE 88

Stockage des fermes en position verticale

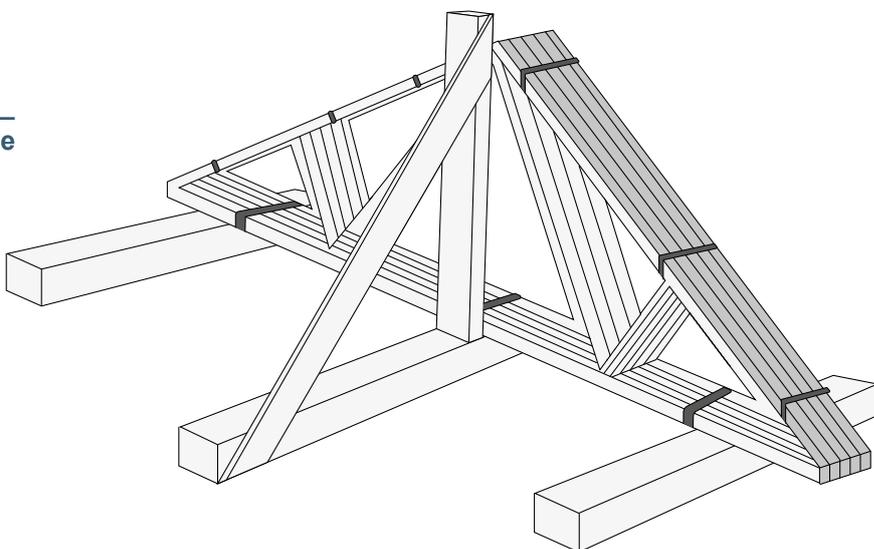
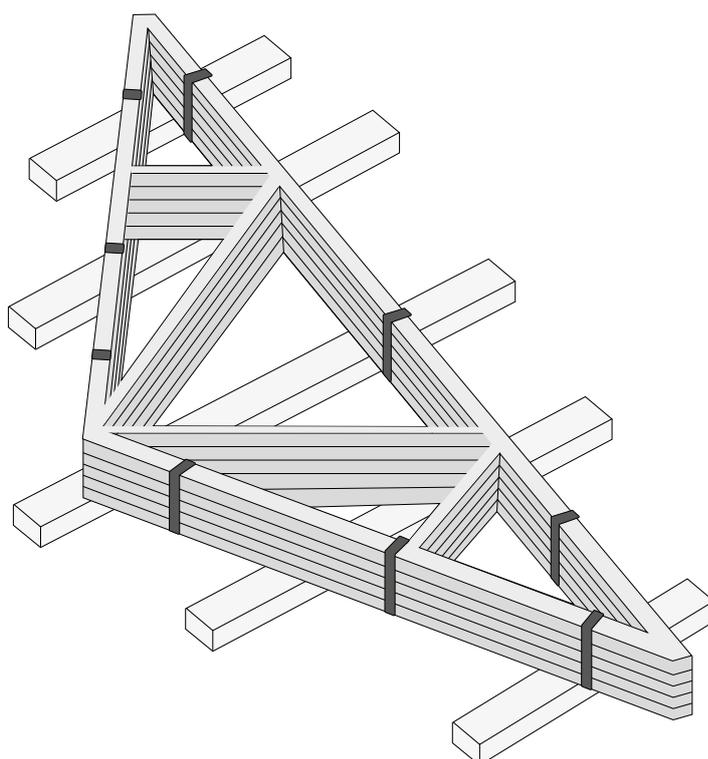


FIGURE 89

Stockage des fermes en position horizontale



LA MANUTENTION : TOUJOURS EN POSITION VERTICALE

FIGURE 90

Manutention manuelle en position verticale

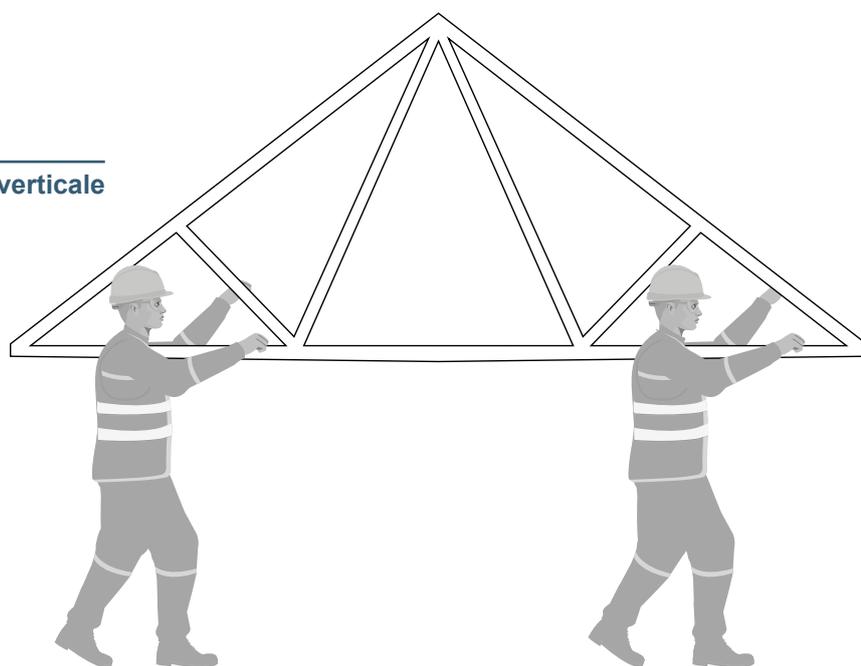


FIGURE 91

Manutention par engin

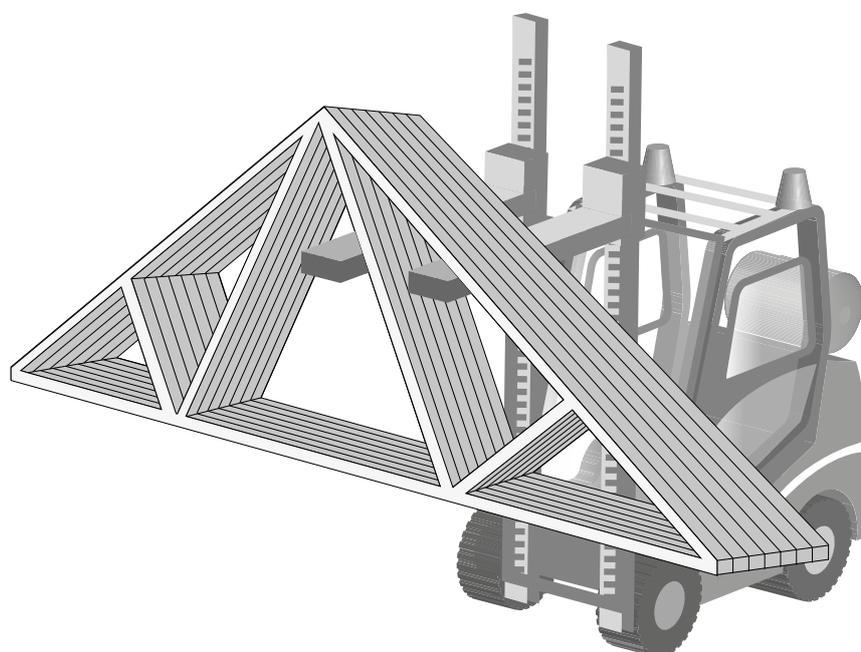
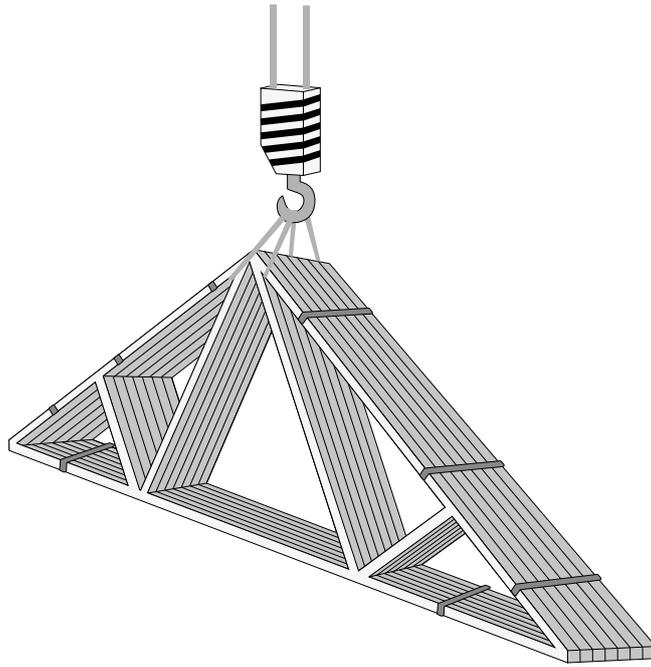
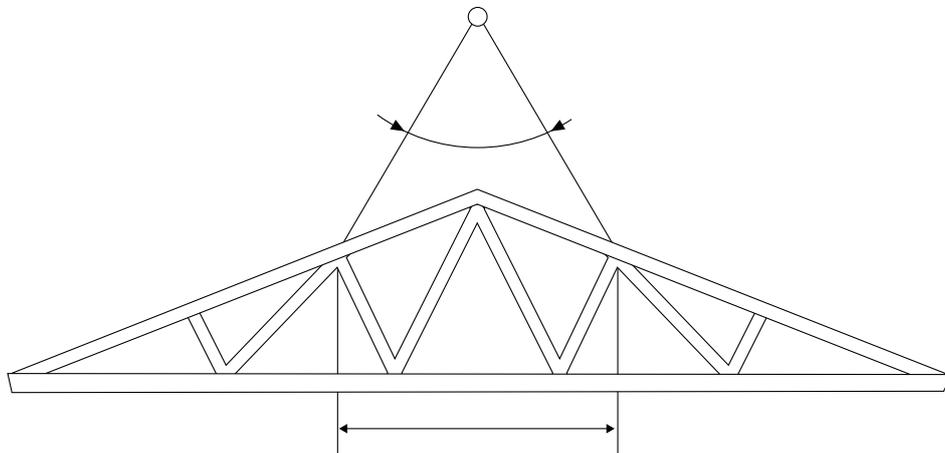
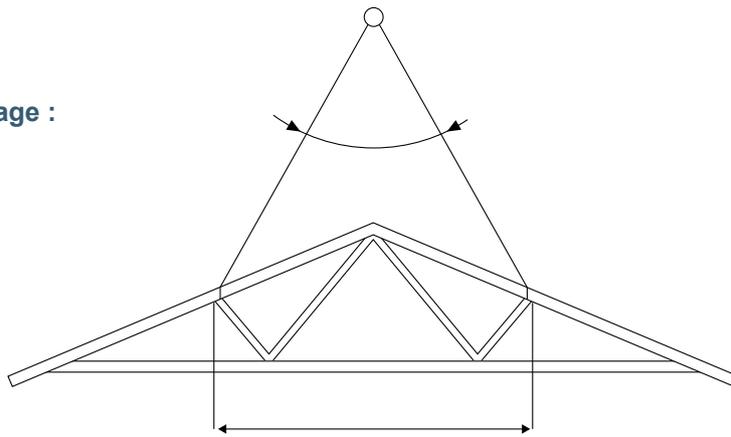


FIGURE 92

Levage des fermes



Autres possibilités de levage :



11

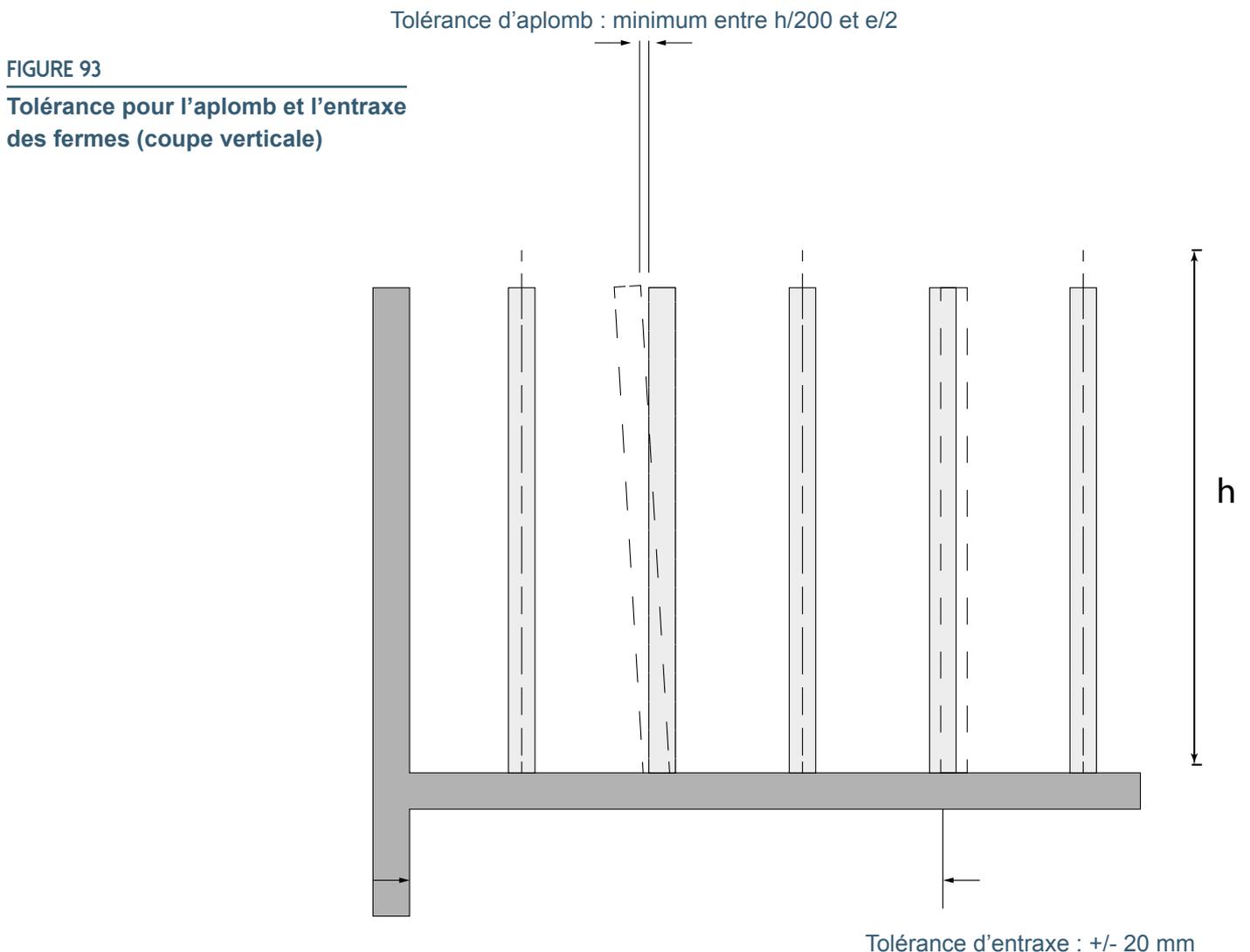
QUELQUES CHIFFRES À RESPECTER

TOLÉRANCES GÉOMÉTRIQUES DE POSE

Elles sont définies dans la partie 1 du DTU 31.3 "Charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets" (Janvier 2012 - Norme NF P 21-205) et dans l'Annexe Nationale de l'Eurocode 5 (NF EN 1995-1-1/NA).

■ **Aplomb des fermes** : par rapport aux appuis de la ferme, la tolérance d'aplomb admise est **inférieure à 1/200 de hauteur de ferme** et ne doit pas excéder la demi-épaisseur de la ferme. Les autres tolérances sont définies dans le DTU 31.1 "Charpentes et escaliers en bois" (Mai 1993 - Norme NF P 21-203).

■ **Entraxe des fermes** : une tolérance de **plus ou moins 20 mm** est admise par rapport à la position indiquée sur le plan de pose.



SECTIONS MINIMALES DES ÉLÉMENTS DE CONTREVENTEMENT, ANTIFLAMBEMENT ET ENTRETOISEMENT

Elles sont définies dans le DTU 31.3. Le tableau ci-dessous rappelle quelques sections minimales pour des bois à 12% d'humidité et de classe de résistance C24 :

Type de pièces	Valeur d'entraxe des fermes		
	0,70 maximum	0,71 à 0,92	0,93 à 1,10
Lisses filantes	24 x 57	24 x 69	34 x 69
Antiflambement sous arbalétriers	24 x 95	34 x 92	34 x 116
Contreventement sur diagonales	24 x 69	24 x 69	34 x 92

12

DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES

VIS-À-VIS DE

LA SÉCURITÉ INCENDIE

RAPPEL RÉGLEMENTAIRE

Les principales exigences réglementaires sont issues des textes suivants :

- articles 6, 7 et 8 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié (Habitation),
- articles CO 13 et CO 26 de l'arrêté du 25 juin 1980 (ERP),
- article 7 de l'arrêté du 5 août 1992 (Lieux de Travail).

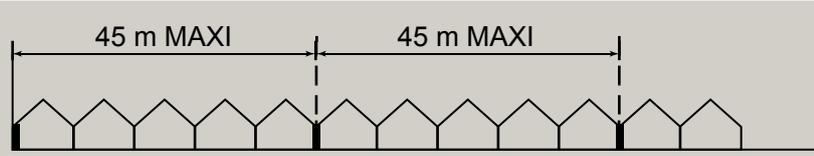
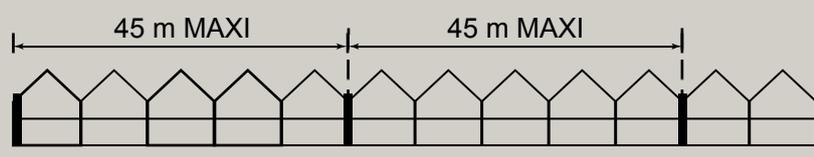
EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES POUR LES BÂTIMENTS D'HABITATION

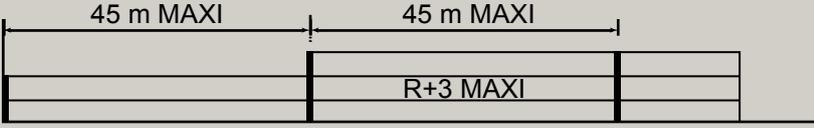
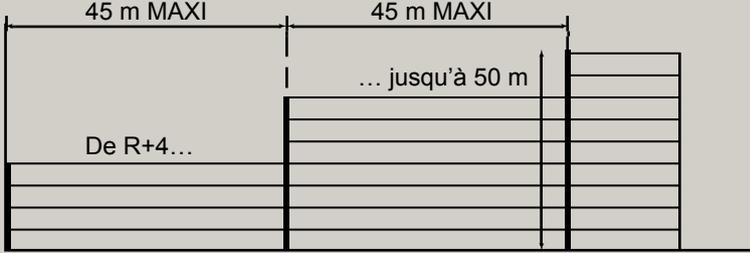
L'arrêté du 31 janvier 1986 modifié, prévoit :

RECOUPEMENTS VERTICAUX

Article 7 - Les groupements en bande de maisons individuelles et les bâtiments de grande longueur doivent être recoupés **au moins tous les 45 mètres** par un mur **coupe-feu de degré une demi-heure** pour les habitations de la première famille, de **degré une heure** pour les habitations de la deuxième famille et de **degré une heure et demie** pour celles des troisième et quatrième familles.

Ce mur peut comporter des ouvertures munies d'un bloc-porte avec ferme-porte ou de tout autre dispositif de franchissement, coupe-feu de degré une heure pour la quatrième famille, une demi-heure dans les autres cas.

Exemples de groupements en bande de maisons individuelles et de bâtiments de grande longueur	Famille	Résistance feu du recoupelement
	1 ^{ère}	EI30
	2 ^e	EI60

Exemples de groupements en bande de maisons individuelles et de bâtiments de grande longueur	Famille	Résistance feu du recouplement
	2 ^e	EI60
	3 ^e & 4 ^e	EI90

PAROIS SÉPARATIVES

Article 8 - Les parois séparatives des habitations individuelles des première et deuxième familles jumelées ou réunies en bande doivent être coupe-feu de degré un quart d'heure.

À l'exclusion des façades, les parois verticales de l'enveloppe du logement doivent être :

- coupe-feu de degré une demi-heure pour les habitations collectives de la deuxième famille et pour les habitations de la troisième famille,
- coupe-feu de degré une heure pour les habitations de la quatrième famille.

Exemples de maisons jumelées et de groupements en bande de maisons individuelles	Famille	Résistance feu des parois séparatives
	1 ^{ère}	EI15
	2 ^e	EI15

Rappelons que les dispositions de l'article 5 de l'arrêté du 31 janvier 1986 modifié concernant la stabilité au feu ne s'appliquent pas aux éléments de charpente des toitures.

EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES POUR LES ÉTABLISSEMENTS

RECEVANT DU PUBLIC

Les exigences sont définies dans les articles CO 13 et CO 26 de l'arrêté du 25 juin 1980 modifié.

Article CO 13 - Cas particuliers de résistance au feu de certains éléments de structure

■ §1. Les éléments principaux de structure qui traversent des exploitations ou locaux présentant des risques particuliers d'incendie doivent avoir, dans la hauteur de ces locaux, un degré de stabilité au feu égal au degré coupe-feu du plancher d'isolement supporté.

■ §2. Les planchers sur vide sanitaire doivent être CF de degré une demi-heure. Toutefois, aucune résistance au feu ne leur est imposée si le bâtiment est à simple rez-de-chaussée ; cette exception est également applicable aux bâtiments à étages à condition que le vide sanitaire ne soit pas accessible et ne contienne que des matériaux d'isolation M0 ou M1 et des conduits en matériaux ayant le même classement de réaction au feu.

■ §3. Les éléments principaux de structure de la toiture peuvent être seulement SF de degré une demi-heure, si les conditions suivantes sont remplies :

- l'établissement occupe le dernier niveau du bâtiment ou est à rez-de-chaussée,
- la toiture n'est pas accessible au public,
- la ruine de la toiture ne risque pas de provoquer d'effondrement en chaîne.

Toutefois ces éléments ne sont soumis à aucune exigence de stabilité au feu, lorsque simultanément :

- les conditions de l'alinéa ci-dessus sont réalisées,
- les matériaux utilisés sont incombustibles, en lamellé collé, en bois massif ou en matériaux reconnus équivalents par le CECMI,
- la structure de la toiture est visible du plancher du local occupant le dernier niveau ou surveillée par un système de détection automatique ou protégée par un système d'extinction automatique du type sprinkler ou isolée par un écran protecteur qui lui assure une stabilité au feu de degré une demi-heure et qui respecte les conditions du deuxième alinéa de l'article CO 12, §1.

En complément de l'article CO 13, il est utile de rappeler l'article CH 32 §3 : "En aucun cas, les appareils de traitement d'air et les moteurs ne peuvent être placés dans le plénum au-dessus d'un écran assurant la stabilité au feu de la structure de toiture, tel que défini à l'article CO 13".

Article CO 26 - Recoupement des vides

■ §1. Les parois verticales auxquelles un degré de résistance au feu est imposé doivent être construites de plancher à plancher.

■ §2. Les combles inaccessibles et l'intervalle existant entre le plancher et le plafond suspendu doivent être recoupés par des éléments en matériaux de catégorie M0 ou par des parois PF de degré un quart d'heure.

Ces cellules doivent avoir une superficie maximale de 300 m², la plus grande dimension n'excédant pas 30 m. Ce recoupement n'est pas exigé si les vides ci-dessus sont protégés par un système d'extinction automatique du type sprinkler, un réseau fixe d'extinction automatique à eau, ou se trouvent à l'intérieur des compartiments définis à l'article CO 25.

EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES POUR LES LIEUX DE TRAVAIL

Les exigences sont définies dans l'arrêté du 5 août 1992 :

Article 7 - Les combles inaccessibles et l'intervalle existant entre le plafond et le plafond suspendu doivent être recoupés par des éléments en matériaux de catégorie M0 ou par des parois au moins pare-flamme de degré un quart d'heure. Les vides doivent avoir une superficie maximale de 300 m², la plus grande dimension n'excédant pas 30 m. Ces recouvrements ne sont pas exigés si les vides précités sont protégés par un réseau fixe d'extinction automatique à eau, conforme aux normes en vigueur, ou se trouvent à l'intérieur de compartiments répondant aux prescriptions de l'article 6.

TECHNIQUES ET DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES DE RECOUPEMENT

LA CONCEPTION DES OUVRAGES PARE-FLAMME ET COUPE-FEU

(DTU Bois-Feu 88 et Eurocode 5 Partie 1-2 et son Annexe Nationale)

Historiquement, le DTU Bois-Feu 88 (Référence AFNOR DTU P 92-703) de février 1988 décrivait un certain nombre de solutions, de conceptions ou d'associations de matériaux à apporter aux ouvrages en bois avec cavité pour leur conférer des degrés SF, CF ou PF indiqués sans nécessiter une justification par essais.

Ces solutions ont été complétées par l'étude DHUP/CODIFAB "Comportement au feu de différentes configurations de parois verticales et horizontales" de 2014, qui propose, sur la base d'essais, des solutions génériques de REI15 à REI60.

Bien que le DTU Bois-Feu 88 ne soit plus d'actualité, l'application de ses dispositions et de cette étude, en assimilant la charpente assemblée par connecteurs à un élément de mur simple avec cavité fermée remplie ou non d'isolant fibreux, et en supposant que celui-ci peut être amené à supporter l'action du feu sur l'une ou l'autre face, donne les dispositions constructives récapitulées dans le tableau ci-dessous.

Résistance au feu des fermettes sur cavités fermées avec isolant¹ :

Degré de résistance au feu	Types de parement de parois verticales à mettre en œuvre sur chaque face
EI15	1 plaque de plâtre de type BA13-A OU 1 panneau à base de bois ép. 16 mm
EI30	1 plaque de plâtre de type BA13-A + panneau à base de bois ép. 12 mm ou 2 panneaux à base de bois ép. 12 mm ou 1 panneau à base de bois ép. 25 mm ou 2 plaques de plâtre de type BA13-A ou 1 plaque de plâtre de type BA18-D ou 1 plaque de plâtre de type BA15-F
EI60	1 plaque de plâtre de type BA13-A + 1 plaque de plâtre de type BA18-D ou 2 plaques de plâtre de type BA18-D

Autres configurations (notamment avec cavités ouvertes) : se reporter à l'Eurocode 5 Partie 1-2 et son Annexe Nationale.

¹ Laine de verre ou laine de roche.

LES ÉCRANS

Les écrans sont des matériaux stables dans leur plan, et doivent soit justifier d'un classement de réaction au feu A2, s1-d0 (équivalent M0), soit d'un classement de résistance au feu EI15 (équivalent Pare-Flamme 1/4h). Parmi les produits couramment utilisés en recoupelement, on peut citer :

- les plaques de plâtre cartonnées A2, s1-d0,
- les plaques de plâtre avec fibres cellulosiques A2, s1-d0.

LES PROCÉDÉS DE CALFEUTREMENT

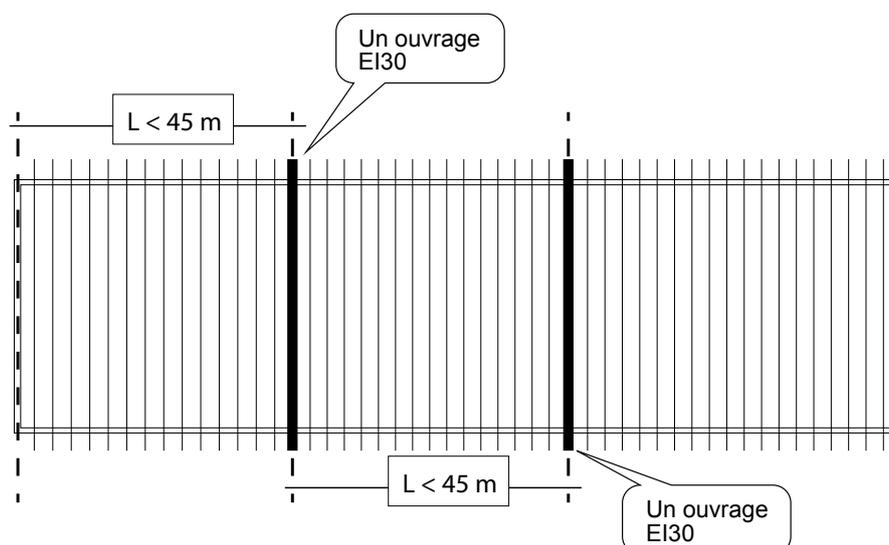
Les raccordements ou jonctions des écrans ou des éléments coupe-feu en recoupelement de combles avec les autres ouvrages, tels que la couverture ou le plafond, nécessitent la mise en place de produits ou de matériaux empêchant le passage des gaz ou des fumées, et assurant une certaine étanchéité à l'air. Parmi les produits et matériaux qui peuvent être utilisés pour calfeutrer, on peut citer :

- laine de roche (A2, s1-d0),
- mastics et joints intumescents,
- enduits à base de plâtre.

DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES POUR LES BÂTIMENTS D'HABITATION

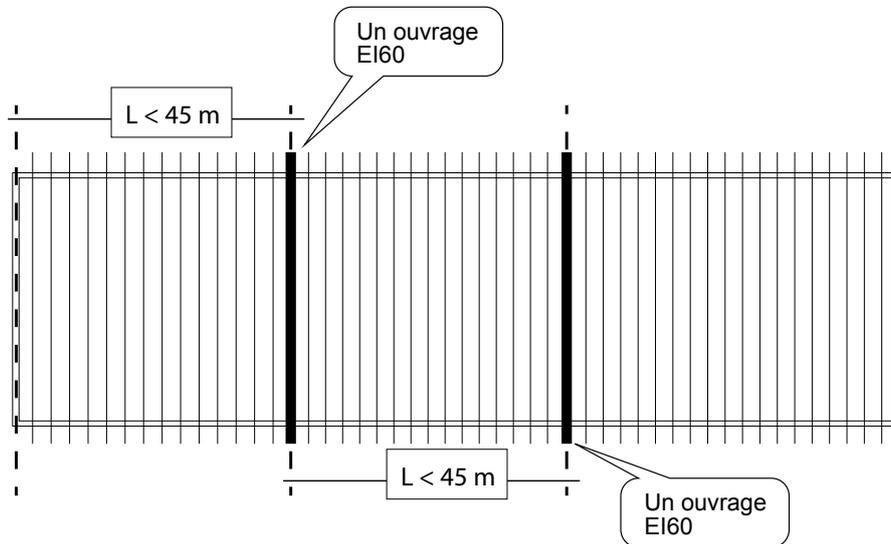
Cas des habitations de la 1^{ère} famille de grande longueur

La solution la plus courante consiste à prolonger une paroi verticale porteuse à minima d'un degré coupe feu de ½h (EI30) jusqu'à la couverture (paroi en maçonnerie ou paroi en ossature bois conforme à l'Eurocode 5 Partie 1-2 et son Annexe Nationale). Sa stabilité latérale est assurée par les fermes adjacentes, elles-mêmes contreventées. Il est toutefois possible de concevoir et de réaliser une ferme à vocation coupe-feu selon le DTU Bois-Feu.



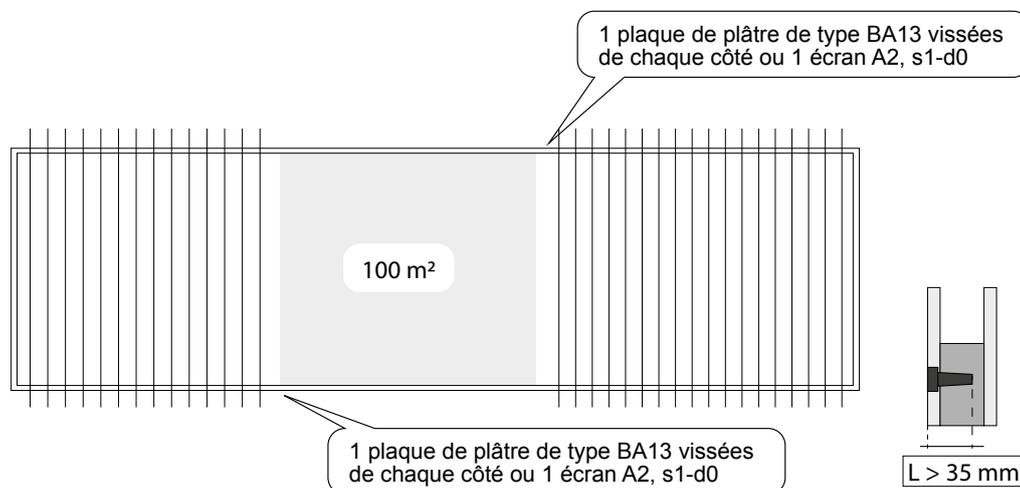
Cas des habitations de la 2^e famille de grande longueur

La solution la plus courante consiste à prolonger une paroi verticale porteuse à minima d'un degré coupe feu de 1h (EI60) jusqu'à la couverture (paroi en maçonnerie ou paroi en ossature bois conforme à l'Eurocode 5 Partie 1-2 et son Annexe Nationale). Sa stabilité latérale est assurée par les fermes adjacentes, elles-mêmes contreventées. Il est toutefois possible de concevoir et de réaliser une ferme à vocation coupe-feu de degré 1h selon le DTU Bois-Feu.



DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES POUR LES ÉTABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC

Les dispositions constructives ci-après sont données à titre d'exemple pour le recouplement des combles inaccessibles en fermettes. Elles sont issues de la note n°6 du SCIBO¹ "Sécurité incendie : conception et mise en œuvre des recouvrements dans les ouvrages de charpentes industrialisées en bois" de décembre 2002.



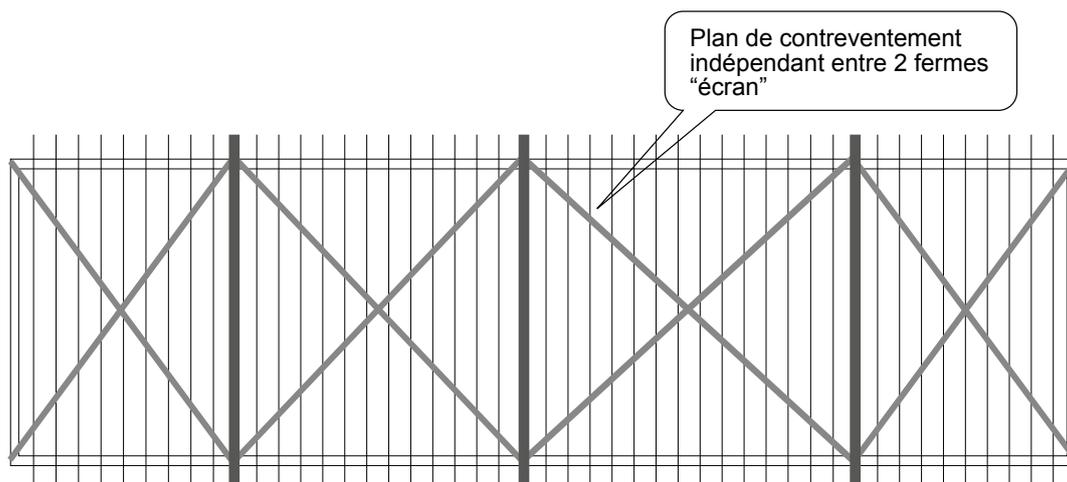
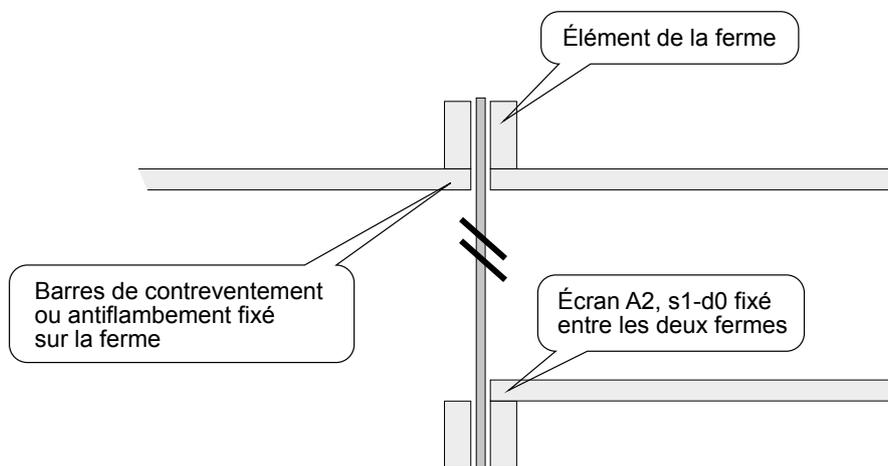
¹ SCIBO : Syndicat national des fabricants de structures et Charpentes Industrialisées en Bois.
Le SCIBO a intégré l'UICB (Union des Industriels et Constructeurs Bois) en 2019.

DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES POUR LES ÉTABLISSEMENTS RECEVANT DU PUBLIC (suite)

Plusieurs solutions constructives peuvent être envisagées :

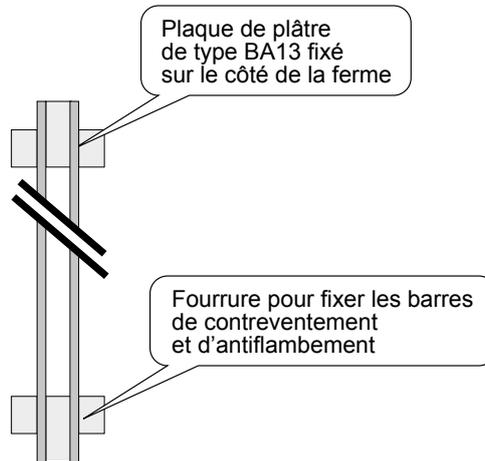
Une plaque en matériau A2, s1-d0 (de type plaque de plâtre BA13) fixée entre deux fermes assemblées

Cette solution, qui peut être préparée en usine, permet la fixation des barres de contreventement et d'antiflambement de part et d'autre de l'écran. En revanche, elle nécessite un moyen de levage approprié, et d'avoir prévu le poids propre de l'écran lors des calculs.



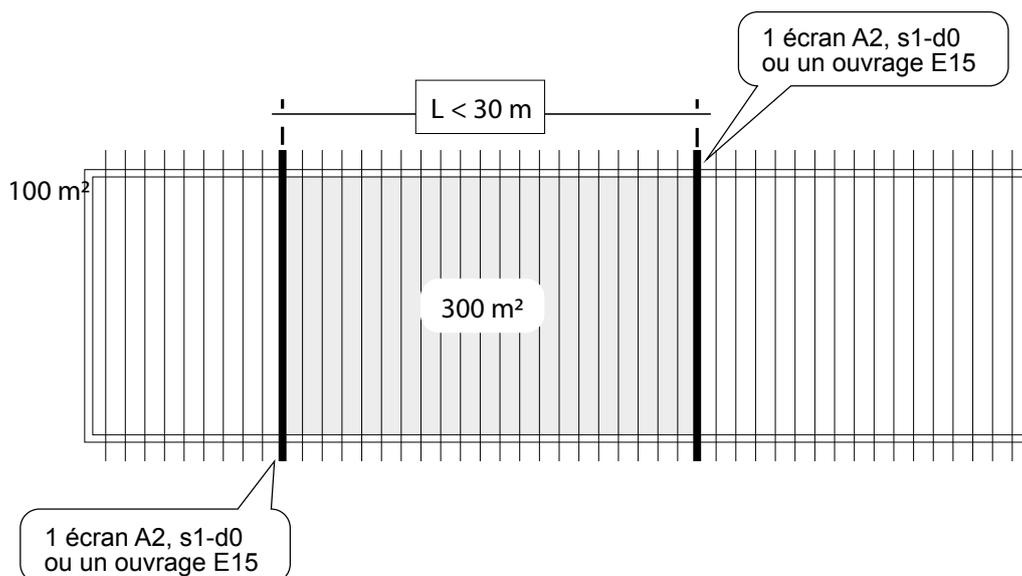
Une plaque de plâtre de type BA13 (A2, s1-d0) fixée de part et d'autre de la ferme

Cette solution peut être mise en œuvre sur chantier ou être préparée en usine. Elle nécessite de prévoir des plans de contreventement en conséquence, ou de rajouter des fourrures sur la ferme. Le poids propre des plaques doit être introduit dans le calcul des fermes.



DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES POUR LES LIEUX DE TRAVAIL

Les dispositions constructives précédemment décrites peuvent être utilisées.



LES PRÉCAUTIONS DE MISE EN OEUVRE

Le but des recouvrements étant d'éviter la propagation de l'incendie (fumées et gaz de combustion) à travers les combles et les plenums, il doit être pris toutes les dispositions et précautions lors de la mise en œuvre pour s'assurer de la continuité de la fonction pare-flamme ou coupe-feu au droit des liaisons.

Le traitement de ces interfaces, qui peut concerner plusieurs corps d'état (couvreurs, plaquistes, etc.), est à prévoir par le maître d'œuvre.

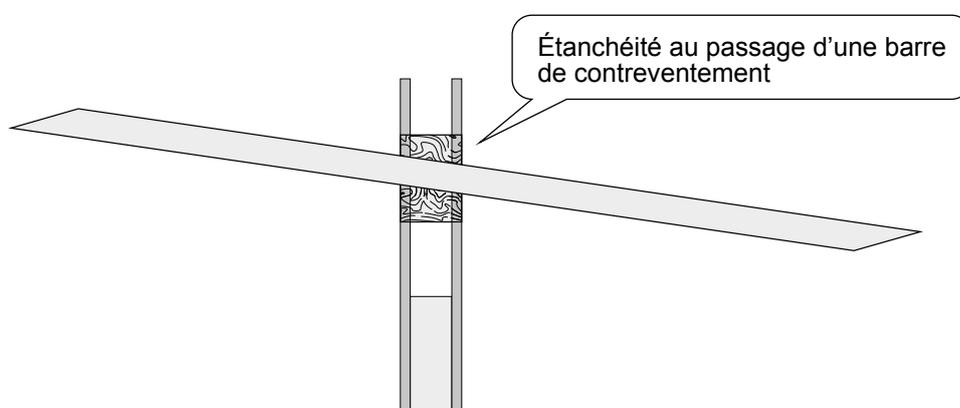
LA FIXATION DES ÉCRANS

La fixation des plaques doit se faire conformément aux dispositions réglementaires ou règles de l'art ou préconisations du fabricant, et en vigueur.

LE PASSAGE DES BARRES DE CONTREVENTEMENT ET D'ANTIFLAMBEMENT

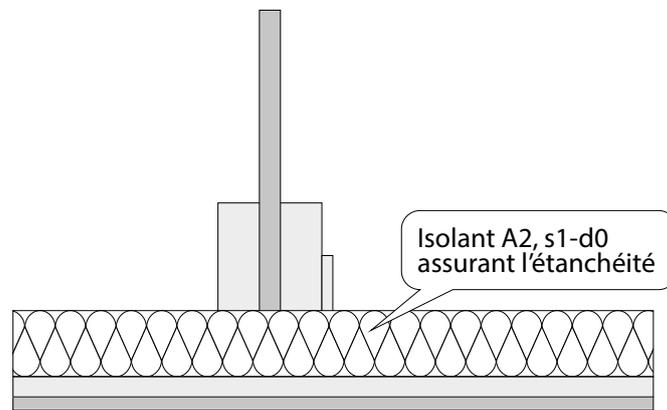
La continuité des contreventements et des antiflambements doit être assurée au droit des recouvrements lorsque cela est nécessaire. Si les barres de stabilité traversent les fermes "écrans" ou "coupe-feu", il convient d'assurer la continuité de l'étanchéité par des dispositions constructives de type : bourrage avec un isolant comprimé A2, s1-d0, bourrage avec un enduit à base de plâtre, utilisation d'un joint intumescent, etc. L'étanchéité au feu du passage des barres de contreventement ou d'antiflambement doit faire l'objet d'un procès verbal de résistance au feu.

Exemple de traitement du passage d'une barre au travers de la ferme.



LA LIAISON AVEC LE PLAFOND

Le raccordement de la ferme écran avec le plafond doit être étanche aux gaz et aux fumées. La mise en place d'un isolant A2, s1-d0 à base de fibres (laine de roche par exemple) peut constituer une solution.



Dans le cas de plénums de grande dimension, il convient de descendre l'écran jusqu'au plafond en assurant la jonction entre l'écran et le plafond.

LA LIAISON AVEC LES PASSAGES DE VMC

Dans le cas de traversée de parois coupe-feu ou de ferme écran par des conduits, ceux-ci doivent être pourvus de clapets.

RÉALISATION D'OUVERTURE DANS LES FERMES ÉCRANS

Les ouvrages de passage (portes, trappes) doivent avoir un degré coupe-feu ou pare-flamme du même niveau que celui requis pour le recouvrement.

CLAPETS, PORTES, TRAPPES

Tous les clapets installés dans les traversées de parois coupe-feu ou de fermes écrans, ainsi que les portes ou trappes, doivent faire l'objet d'un procès-verbal d'essai de résistance au feu (ou avis de chantier) réalisé dans un environnement de mise en œuvre équivalent (ossature bois ou charpentes industrialisées).

13

LEXIQUE DE LA

CHARPENTE INDUSTRIALISÉE

■ A

About : extrémité d'une pièce de bois.

Ancrage : élément assurant la fixation de la charpente à la maçonnerie : équerre, étrier... Un ancrage peut être bloqué, ou laisser une certaine liberté aux pièces de la charpente.

Antiflambement (dispositif d') : ensemble des pièces destinées à lutter contre la déformation dans le sens de leur épaisseur des pièces des fermes soumises à compression.

Appui : point où la charpente repose sur un élément porteur rigide.

Arbalétrier : pièce oblique portant l'un des deux versants du toit. L'arbalétrier s'assemble à la base avec l'entrait, au sommet avec le poinçon.

Articulation : liaison permettant aux pièces assemblées un jeu en rotation.

■ B

Boiteuse (ferme) : ferme dont les appuis sur la maçonnerie sont à des hauteurs différentes.

■ C

Chaînage : poutre, généralement en béton armé, assurant une rigidification du couronnement, d'un mur, ou d'une arête.

Chevêtre : pièce de bois dans laquelle s'emboîtent des solives, des chevrons ou des pannes en limite d'une trémie.

Chevron : pièce de bois de section plutôt carrée posée dans le sens du rampant, sur laquelle on fixe des liteaux qui soutiennent la couverture.

Connecteur : plaque en tôle d'acier, munie de dents embouties, permettant l'assemblage des pièces constituant les fermes d'une charpente industrialisée.

Contreventement (dispositif de) : ensemble des pièces destinées à stabiliser la charpente contre la poussée horizontale du vent.

Croupe : pan de toit de forme généralement triangulaire.

■ D

Dévoyer : détourner une pièce de bois de sa trajectoire normale, afin de permettre le passage d'autres pièces prioritaires.

Diagonale (ou pièce de bois de triangulation) : pièce de bois reliant 2 pièces de structure (par exemple l'entrait à un arbalétrier), afin de constituer une structure triangulaire.

■ E

Encuvement (ferme à) : ferme sans entrait, dont la base des arbalétriers est rehaussée par rapport à la maçonnerie à l'aide de 2 pieds droits et d'une triangulation. Elle prend ainsi appui sur la maçonnerie par 2 ancrages.

Entrait : poutre horizontale reliant les arbalétriers, généralement à leur base, dont elle maintient l'écartement.

Entraxe des fermes : distance séparant l'axe vertical de deux fermes.

Entretoise : pièce de bois qui sert à relier, dans un écartement fixe, des poutres.

■ F

Faîte, ou faitage : arête supérieure d'un comble.

Faux-aplomb : caractère d'un mur (ou d'une ferme) qui n'est pas parfaitement vertical(e).

Ferme : assemblage de pièces (2 arbalétriers, diagonales et généralement un entrait, parfois un poinçon) de forme généralement triangulaire. Une ferme est destinée à porter le faitage, les pannes, les chevrons et les plafonds d'un comble.

Feuillard : bande étroite d'acier.

Flambement (ou flambage) : instabilité d'une pièce comprimée sous l'effet de la compression.

Flèche : déformation transversale d'une pièce sous l'action d'une charge.

Fourrure : pièce rapportée pour doubler un élément.

■ G

Gousset : plaque d'assemblage trapézoïdale, souvent en contreplaqué, parfois en acier.

■ L

Lisse : pièce longitudinale en bois reliant les fermes.

Lisse filante : lisse croisant plusieurs fermes consécutives.

Liteau : bois de petite section supportant une couverture en petits éléments (tuiles, ardoises...).

■ N

Nœud de triangulation : point d'une ferme où s'assemblent plusieurs pièces.

■ O

Ouvrage particulier : ouvrage tel que cheminée, lucarne, fenêtre de toit, escalier... à intégrer dans la mise en œuvre d'une charpente.

■ P

Panne : pièce de bois horizontale qui sert à soutenir les chevrons.

Pannelette : panne de petite section et de portée réduite.

Pignon : mur d'extrémité d'une construction, généralement perpendiculaire à l'axe du faîtage.

Poinçon : pièce verticale d'une ferme reliant l'entrait au faîtage.

Portée : distance franchie entre 2 appuis, pour une pièce en flexion (arbalétrier, entrait, lisse filante...) ou partie de pièce qui porte sur un appui.

Poutre (au vent) : ensemble rigide de pièces (pièces de bois assemblées en triangulation, matériau composite) destiné à venir renforcer la charpente, notamment pour le contreventement.

Prolonge (d'arbalétrier) : partie de l'arbalétrier située à l'extérieur de son assemblage avec l'entrait, afin de le prolonger jusqu'à la maçonnerie.

■ R

Rehausse : poutre doublant par dessus l'entrait d'une ferme. La rehausse est destinée à augmenter la résistance de l'entrait pour supporter le plancher du comble.

Rive : petit côté d'une pièce de bois.

■ S

Section : surface en coupe d'une pièce (produit de l'épaisseur par la hauteur).

Solive : pièce de bois recevant les planches du plancher et supportant les lattes du plafond.

■ T

Trémie : ouverture réservée dans un plancher ou une toiture destinée à être occupée par un escalier, une lucarne ou un conduit d'évacuation des fumées.

Triangulation : pièces de bois disposées en diagonale entre 2 éléments de charpente et destinées à rigidifier l'ensemble (par exemple les diagonales d'une ferme, ou celles d'un système de contreventement).

■ V

Volige : latte sur laquelle sont fixés les éléments de couverture.

LA CHARPENTE INDUSTRIALISÉE

EN IMAGES





Entreprises, mais aussi fabricants, bureaux d'études et architectes : cet ouvrage est fait pour vous. Il vous guidera dans la mise en œuvre des charpentes industrialisées, de la conception à la pose.

Ce guide pratique attire votre attention sur les "points sensibles", c'est-à-dire sur les opérations essentielles ou délicates qui, bien conduites, vous permettront des réalisations réussies et de qualité.

Il s'appuie sur les exigences de la norme NF DTU 31.3 "Charpentes en bois assemblées par connecteurs métalliques ou goussets", auquel il ne saurait se substituer. De même, il ne répertorie pas toutes les possibilités de conception et ne remplace pas l'indispensable guide de pose.

Ouvrage réalisé en collaboration avec les industriels de l'UICB (Union des Industriels et Constructeurs Bois) avec le soutien du CODIFAB.



Remerciements

Membres du comité de lecture du guide : Pierrick Bertsch (Siga Charpente) • Sylvain Clavier (Cambrai Charpentes) • Gilles De Zutter (MiTek) • Amélie Denis (Cuiller Frères) • Bruno Faye (Champeau) • Thierry Jarrion (SNOCI) • Karine Jugla (Jugla Ventura) • Sébastien Marchal (Swiss Krono) • Vincent Marion (Bois & Fermettes de Saint-Cannat) • François Maillet (Charlitt) • Bertrand Minot (Groupe Minot) • Alexandre Planchon (Eiffage Savare) • Alexandre Sardet (COBS) • Ludovic Schwartz (MiTek) • Franck Suisse (Fermettes & Bois d'Argens) • Thimoté Tessier (Simpson Strongtie) • Sébastien Thomas (Provvedi Industrie) • Bertrand Gauthier (UICB) • Clément Quineau (UICB)