

Technologies de construction

# Les charpentes



**Sirine ABOU CHAKRA**

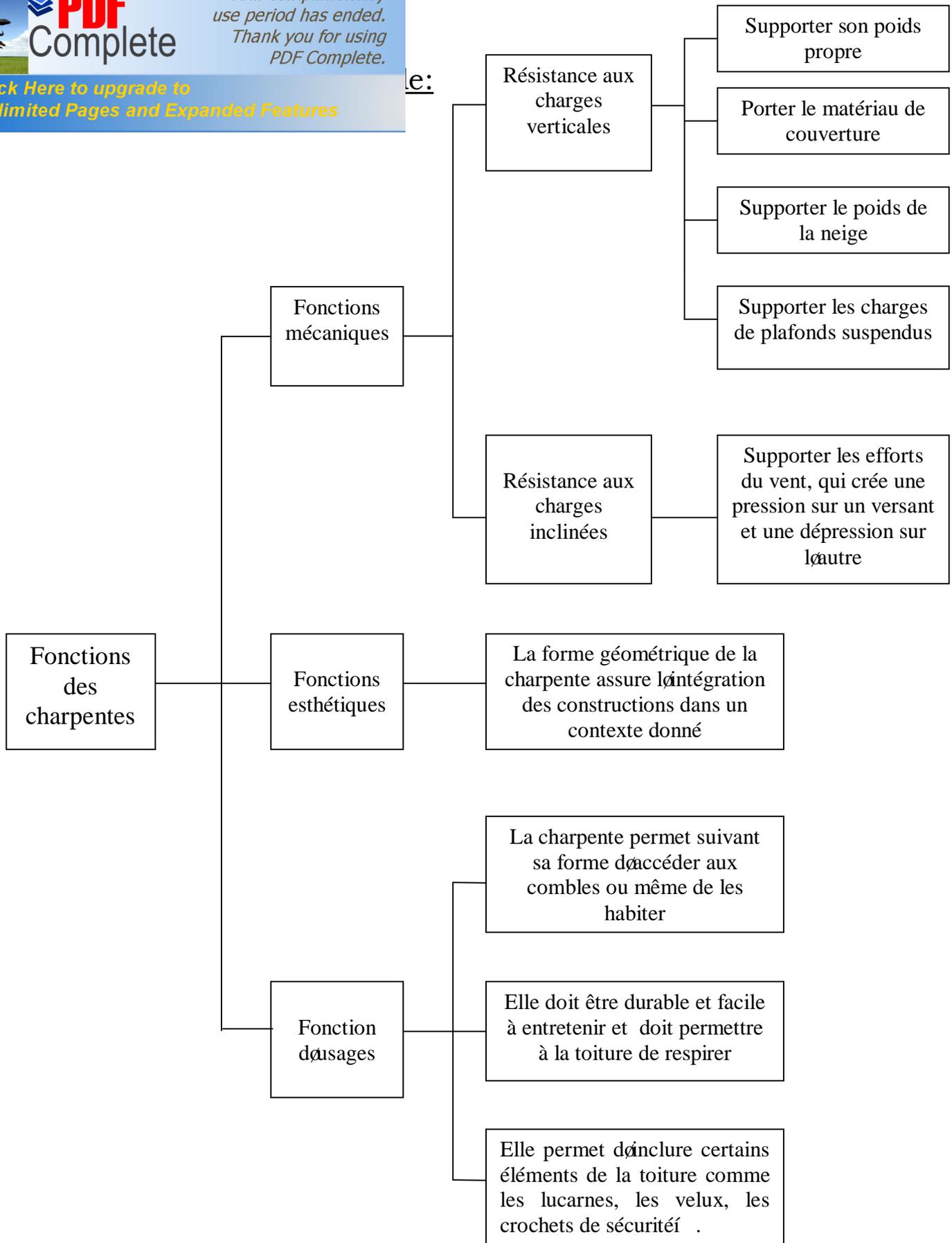
Troisième année de licence – Génie Urbain

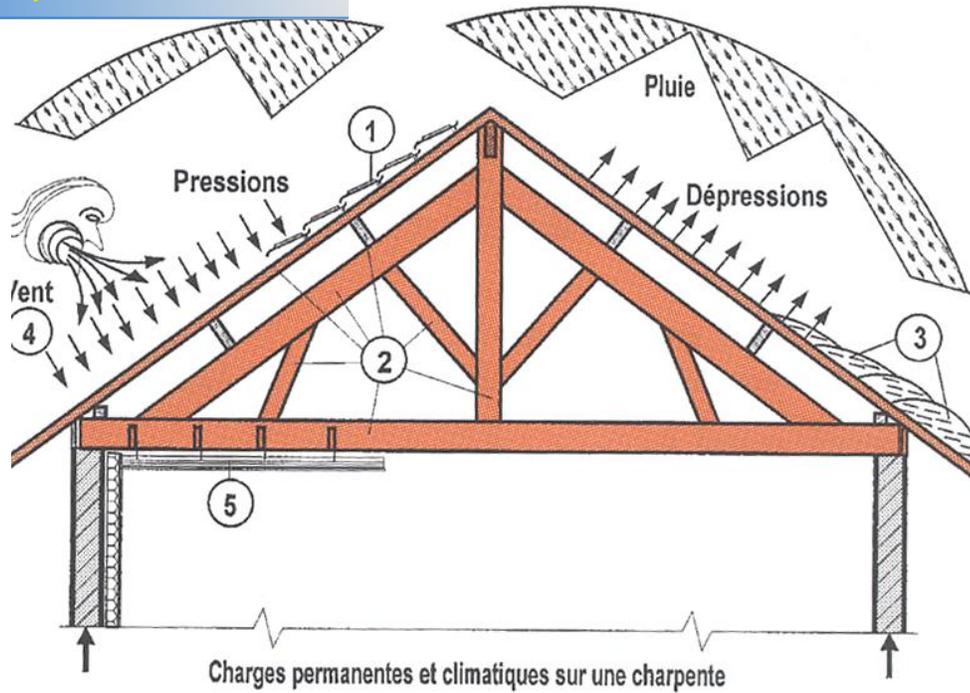


*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[\*Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features\*](#)

e:





- ① Poids propre du matériau de couverture
- ② Poids propre de la charpente
- ③ Neige
- ④ Vent (pressions et dépressions)
- ⑤ Plafond suspendu

## Analyse Fonctionnelle

## Objet:

Le cahier traitant des charpentes et des escaliers en bois a pour objet de définir les règles à observer pour la construction ou l'entretien ou la réparation des ouvrages à structures bois ou mixte bois/métal de bâtiment et annexes.

## Normalisation et justifications techniques

Les règles de calcul applicables à la réalisation des charpentes sont les « Règles de calcul et de conception des charpentes en bois » dites « Règles CB ».

## Caractéristiques des bois

D'une façon générale, les bois massifs utilisés sont : le chêne, le châtaignier, l'épicéa, le pin, le sapin le peuplier, le mélèze et l'orme, Les bois utilisés en charpente appartiennent aux catégories I et II.( Le classement technologique des bois massifs est effectué selon les spécifications de la norme NF B 52-001). Des matériaux dérivés du bois peuvent être aussi utilisés en charpente comme les Panneaux de particules et les Contreplaqués. Ces derniers doivent appartenir à la catégorie III du classement des bois.

Les bois doivent être sains, exempts de toute pourriture ou d'échauffure, de nœuds vicieux ou pourris, de fente d'abattage, de gélivure ou roulure. L'humidité du bois doit s'approcher le plus possible de l'équilibre hygroscopique du milieu ou il sera utilisé avec une marge de 5%. Une protection du bois contre les insectes est indispensable. (Degré hygroscopique équivalent à 20% du milieu). D'autres matériaux peuvent être utilisés pour la fabrication des charpentes comme les Fontes, Aciers, Aciers moulés, Alliages d'aluminium.

## Les assemblages :

Connecteurs en tôle d'acier, Connecteurs en alliage d'aluminium, Boulons, écrous et rondelles, Vis à bois à tête carrée (tire-fond) ou hexagonale, Vis à bois, Clous, Éléments préfabriqués...

## Protection des matériaux et des ouvrages

La protection du bois contre les insectes, l'humidité et le feu est indispensable. Le bois est protégé des termites et insectes notamment des lyctus ainsi que des capricornes des maisons (les insectes les plus répandus) à l'aide des fongicides insecticides préventifs ou curatifs, actifs aux doses utilisées. Les bois qui comportent de l'aubier dans une proportion supérieure à 10 % en volume, sont traités préventivement avec l'un de ces produits, particulièrement les pièces

peut être aussi traité de différentes manières :  
page court, 3 aspersion par passage des bois  
dans un tunnel d'aspersion, ou par traitement en autoclave.

Une protection contre les infiltrations de l'eau est nécessaire, soit par la construction elle-même soit par application de produits hydrofuges au niveau des extrémités des pièces. De même une protection contre le feu est nécessaire. Les bois de charpente sont classés M3 et M4. Une protection ignifuge ne s'impose que dans le cas où la réglementation prescrit un classement de réaction au feu amélioré M.1 ou M.2. une protection des éléments d'assemblage est aussi nécessaire.

## Préparation de l'exécution dessins et calculs des ouvrages

Les plans d'atelier et de chantier se traduisent éventuellement selon le type de charpente, soit par une épure au sol, soit par des plans d'exécution.

Les plans d'exécution doivent comporter les indications suivantes :

- indication des charges transmises à la structure ou aux fondations
- nature et classement technologiques des bois employés
- le détail de positionnement des assemblages, des organes d'assemblages, leur nombre...
- si l'étude en a montré la nécessité, les points de prise pour la manutention et le levage.

Les possibilités de réglage des ouvrages doivent tenir compte des tolérances du gros œuvre. Les contreventements doivent assurer la stabilité longitudinale et transversale de l'ouvrage si cette stabilité n'est pas assurée par la structure.

## Préparation des bois et exécution des éléments d'ouvrage

Les dimensions des sections des bois sont celles indiquées au projet.

Ces dimensions s'entendent pour des bois à 20 % d'humidité ou 15 % pour les charpentes fabriquées dans l'industrie et les bois lamellés-collés.

Les pièces de charpente sont assemblées de diverses manières il existe 7 types d'assemblage : des assemblages à entailles, des assemblages par juxtaposition, des assemblages avec organes complémentaires d'assemblage, des assemblages boulonnés avec crampons, assemblages à goussets en bois ou dérivés du bois, des assemblages avec des Éléments métalliques et des assemblages collés.

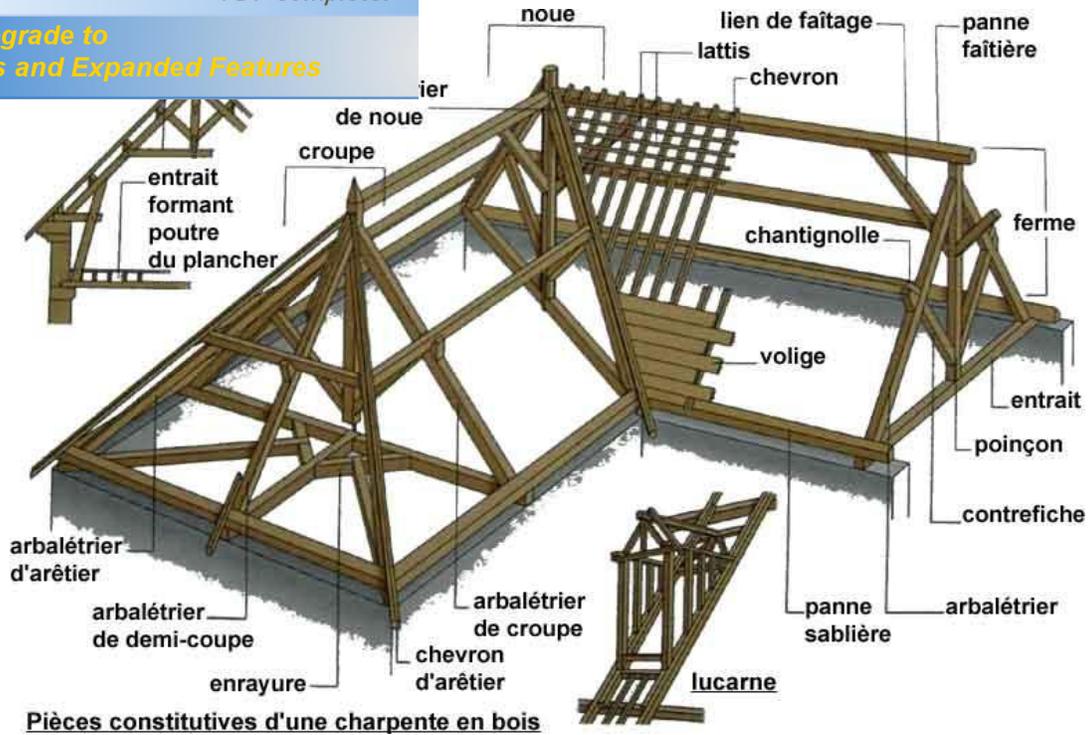
## Terminologie :

### Principaux éléments de la charpente

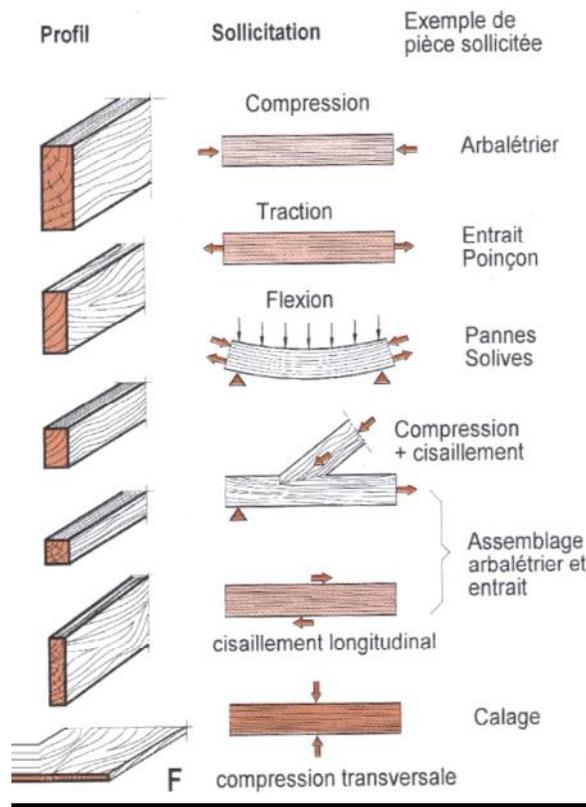
- **Ferme** : assemblage de pièces dans un plan vertical, formant l'ossature triangulée d'une charpente
- **Fermette** : ferme conçue avec des bois de faible section pour des charpentes plus légères
- **Chevron** : pièce de bois de section moyenne (en mm de 50x60 à 120x120) posée sur les pannes et destinée à recevoir les liteaux.
- **Arbalétrier** : Partie inclinée de la ferme sur laquelle reposent les pannes, elle donne la pente à la toiture
- **Panne** : Pièce de bois de section importante, portant sur les arbalétriers ou pignons des de mur et supportant les chevrons
- **Contrefiche** : Pièce partant du poinçon et venant renforcer l'arbalétrier sur les fermes de grande portée
- **Faîtage** : intersection supérieure de deux pans de couverture, matérialisée par une panne dite faîtière se trouvant au sommet des rampants
- **Poinçon** : Pièce d'une ferme verticale supportant les arbalétriers, les contrefiches et le faîtage.
- **Entrait** : pièce horizontale d'une ferme ou repose, en son centre, le poinçon
- **Aiguille** : Pièce de la charpente en bois ou en métal, renforçant par son milieu un entrait de grande portée
- **Liteau** : pièce de bois de petite section (en mm jusqu'à 40x40) servant à supporter les tuiles.
- **Contreventement** : tout ouvrage de consolidation par triangulation à l'aide de pièces obliques pour éviter toute déformation par poussée horizontale

### D'autres éléments :

- **About** : extrémité d'une pièce de bois.
- **Aisselier** : Pièce de bois servant de renfort à un assemblage
- **Arêtier** : pièce de bois posée à l'angle d'une charpente comprenant une ou plusieurs croupes
- **Biseau** : angle au bout d'une pièce de bois abattu en biais
- **Blochet** : renfort entre l'arbalétrier et la jambe de force
- **Chantignolle ou échantignolle** : Morceau de bois que l'on cloue sur l'arbalétrier pour supporter les pannes intermédiaires
- **Chatière** : petit élément de couverture permettant l'aération des combles
- **Chevêtre** : vide formé par un ensemble de poutres et solives pour laisser le passage à un ouvrage (escalier, conduit de fumée).
- **Corbeau** : Support scellé dans un mur, destiné à supporter une autre pièce
- **Coyau** : Petite pièce de bois rapportée sur la partie basse d'un chevron, pour le prolonger et/ou pour donner au rampant une moindre inclinaison
- **Dégueulement** : Assemblage biais des arêtiers avec le poinçon
- **Embrèvement** : Entaille biaisée destinée à recevoir une pièce de bois qui peut comporter un assemblage
- **Entretoise** : Pièce maintenant l'écartement entre 2 éléments et servant à consolider leur assemblage



Nature des sollicitations dans les pièces de la charpente :



## Conception d'une charpente :

### 1 – Choix du type de la charpente

La première étape dans la conception d'une charpente consiste à définir le type de charpente : traditionnelle, industrielle ou en lamellé-collé, selon le type de construction, la portée des charpentes et les charges auxquelles elles sont soumises, les exigences esthétiques, l'usage, la possibilité d'aménager les combles etc....

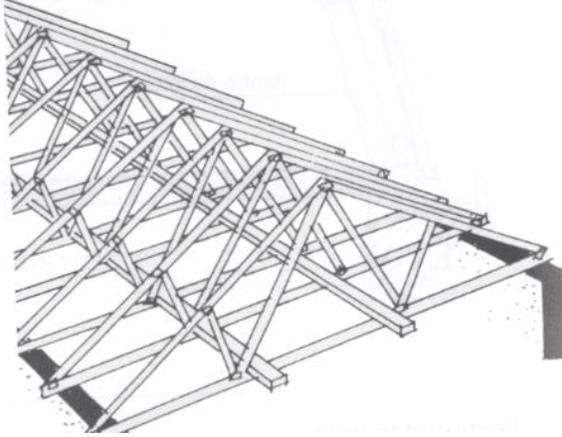
#### A - Charpente traditionnelle :

Les pièces de bois de grosses sections sont sciées et assemblées en atelier ou sur le chantier pour constituer les fermes, qui sont posées sur le chantier avec les pannes et les chevrons.

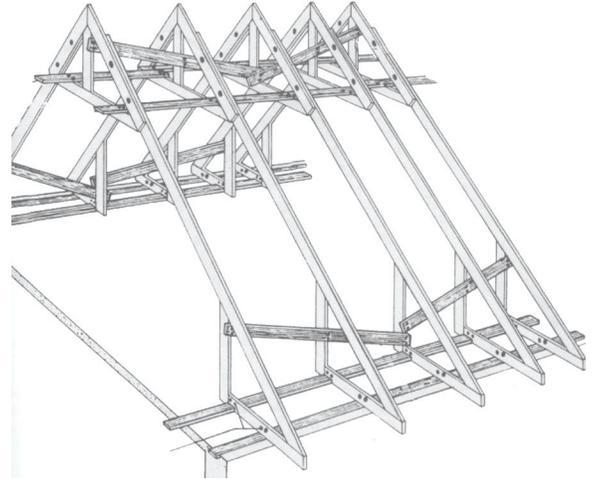


#### B - Ferme industrialisée ou fermette :

Les fermes légères sont des fermes préfabriquées situées à un entraxe réduit. Les assemblages traditionnels sont supprimés et remplacés par des plaques comportant des pointes obtenues par découpage. La mise en œuvre de ces plaques se fait au moyen de presses spéciales. Ce type de ferme existe pour combles perdus ou habitables. Cependant, pour la plupart des fermettes construites, les combles sont non utilisables. De plus, l'accès aux combles est difficile. Ces fermes de section très réduite sont placées à intervalles réduits (de 50cm à 1m) permettant ainsi de clouer les liteaux de couverture directement sur les arbalétriers sans pannes ni chevrons.



Fermettes pour combles non habitables



Fermettes pour combles habitables

## C- Charpente en Lamellé-collé

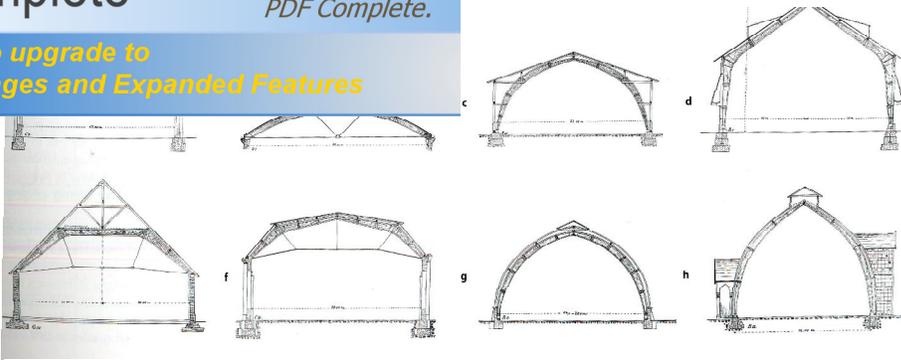
Cette technique consiste à former des charpentes à partir d'une reconstitution de bois a la base de lamelles de très faible section collées entre elles.

On utilise ce type de charpentes dans :

- Les bâtiments à usage public
- Les bâtiments de grande portée
- Les milieux agressifs tels les teintureries, les piscines etc.
- les formes de charpente qui ne sont pas possibles à réaliser avec les pièces de bois traditionnelles, donc les charpentes en lamellé-collé permettent plus de liberté formelle. On utilise ce type de charpentes dans :

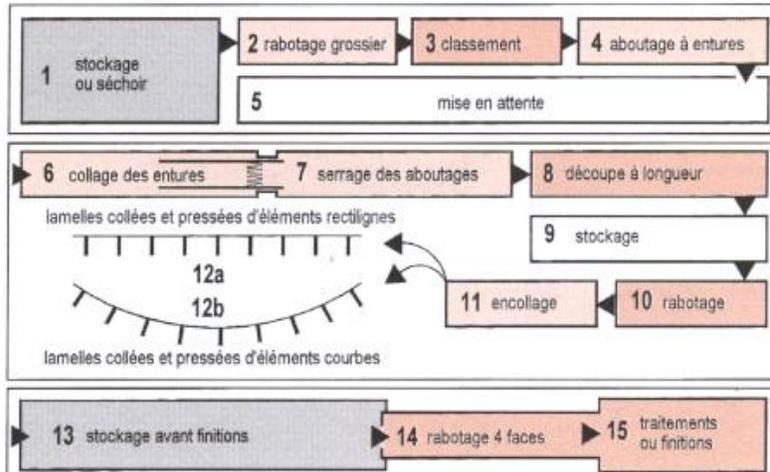
De plus, les charpentes en lamellé-collé ont une grande résistance au feu et une bonne résistance mécanique.



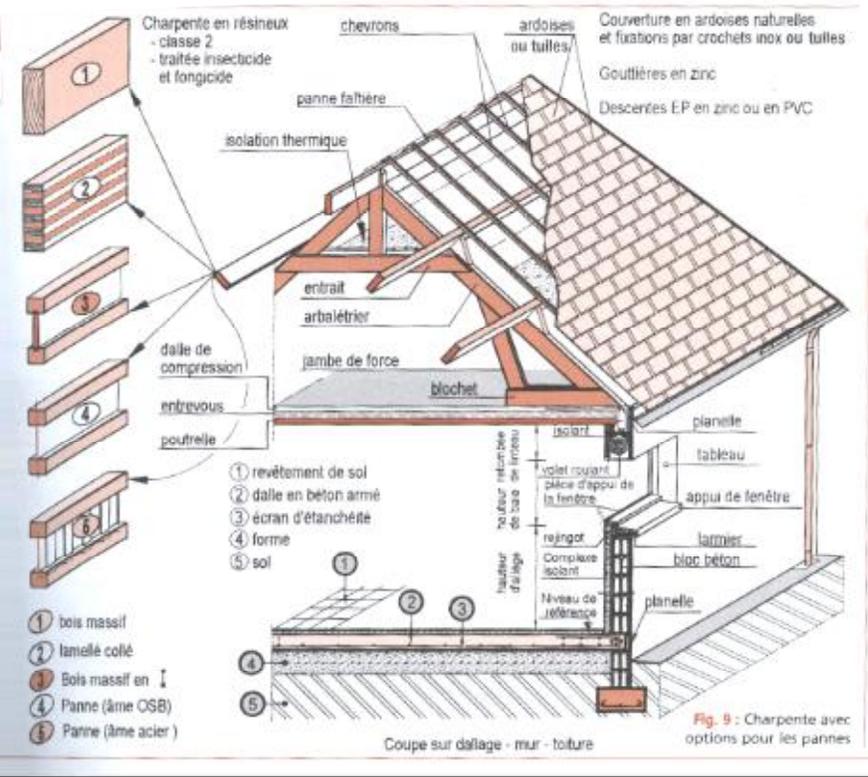


Différentes formes de charpente

Ateliers de production de poutres en lamellé collé



Les différentes étapes de production du bois lamellé-collé.



Une solution fréquente dans la construction des charpentes aujourd'hui est de mêler les éléments, la forme et les matériaux de différents types de charpente pour aboutir à la construction la plus performante et la plus économique possible.

### Conformité de la toiture avec le règlement :

de la zone de la construction concernant les hauteurs, les volumes, les proportions, la simplicité des formes, les matériaux de couverture, les couleurs etc.

### 3 - Choix du type de bois :

Les essences de bois utilisées en charpenterie sont le chêne, le châtaigner, l'épicéa, le pin, le sapin, le peuplier tremble, le mélèze et l'orme.

Sollicitation	Contrainte admise		Unité
	Bois rouges (Pin sylvestre)	Bois blancs (Épicéa et Sapin blanc)	
compression	120	95	daN/cm <sup>2</sup>
traction	140	80	daN/cm <sup>2</sup>
flexion	130	100	daN/cm <sup>2</sup>
cisaillement longitudinal	15	12	daN/cm <sup>2</sup>
compression transversale	25	20	daN/cm <sup>2</sup>
masse volumique	400 à 500	350 à 450	kg/m <sup>3</sup>
module d'élasticité	10700	9400	MPa

Le choix de l'essence dépend de l'aspect esthétique désiré par le maître d'ouvrage mais aussi des charges auxquelles la charpente est soumise. On voit dans le tableau ci-dessus, la différence des sollicitations entre le bois rouge et le bois blanc.

### 4 - Le choix de la pente :

La pente des charpentes est définie en fonction de la région où se trouve la construction, son altitude pour la charge de la neige et la destination des combles, étant donné que la pente de la charpente doit permettre d'avoir une hauteur minimale de 1,80 dans les combles pour que ces derniers soient aménageables. Un autre facteur très important déterminant dans la conception des charpentes c'est le type de couverture voulu. Ce choix détermine l'espacement des chevrons mais aussi parfois la pente de la toiture.

Unité en daN/m <sup>2</sup>	Zones					
	1A	1B	2A	2B	3	4
Charge normale p <sub>no</sub>	35	35	45	45	55	80
Charge extrême p' <sub>no</sub>	60	60	75	75	90	130
Charge accidentelle		80	80	108	108	144

► **Influence de l'altitude**

Au-delà de 200 m, les charges sont majorées suivant les tranches : de 200 à 500 m ; de 500 à 1 500 m et de 1 500 à 2 000 m.

*Construction*

Altitude A	Charge normale en daN/m <sup>2</sup>	Charge extrême en daN/m <sup>2</sup>
200 m ≤ A ≤ 500 m	p <sub>no</sub> + (A-200)/10	p' <sub>no</sub> + (A-200)/6
Exemple : zone 2A, dépt. n°70, altitude 300 m Charge normale : 45 + (300-200)/10 = 55 daN/m <sup>2</sup>		

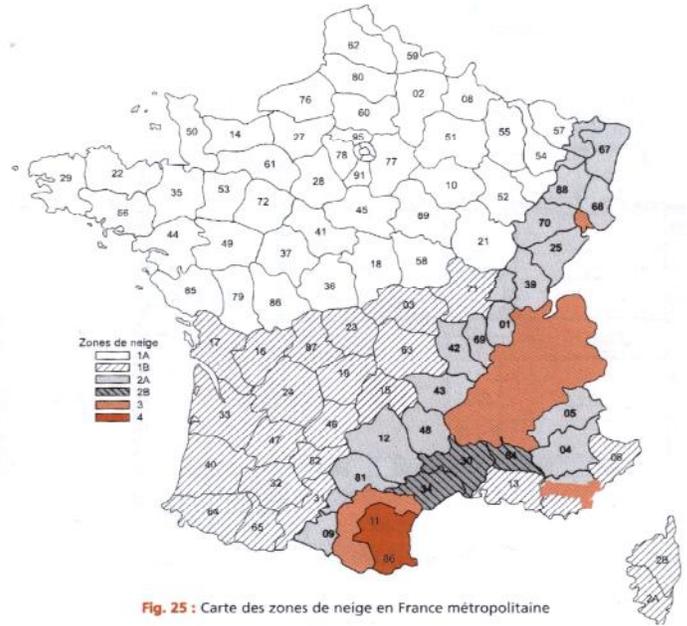


Fig. 25 : Carte des zones de neige en France métropolitaine

## B - Classement du site par rapport au vent

Avant de concevoir une charpente, il faut prendre en compte le type du site de construction, s'il est protégé, normal ou exposé au vent.

► **Zones climatiques**

La France est divisée en trois zones climatiques qui prennent en compte la concomitance vent-pluie.

Ces zones ne sont pas à confondre avec celles déterminées dans le règlement définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions.

Zones	Caractéristiques
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tout l'intérieur du pays ainsi que la côte méditerranéenne, pour les altitudes en dessous de 200 m</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Côte atlantique sur 20 km de profondeur, de Lorient à la frontière espagnole</li> <li>• Bande située entre 20 et 40 km, de Lorient à la frontière belge</li> <li>• Altitudes comprises entre 200 m et 500 m</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Côtes de l'Atlantique, de la Manche et de la mer du Nord sur une profondeur de 20 km de Lorient à la frontière belge Altitudes supérieures à 500 m</li> <li>• Altitudes supérieures à 500 m</li> </ul>

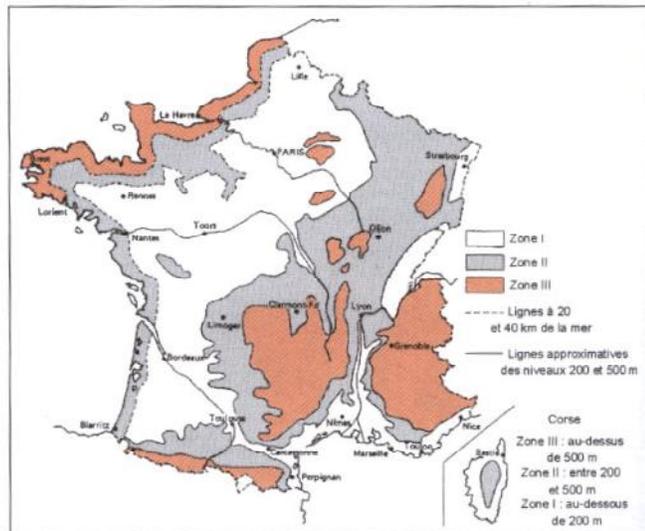
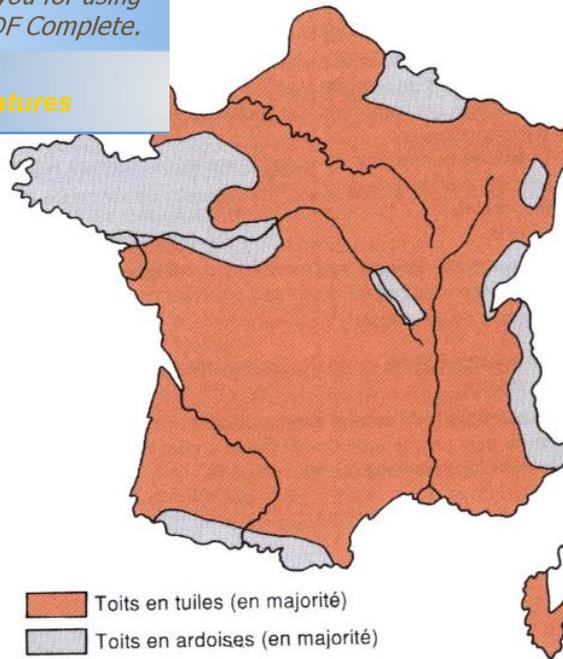


Fig. 19 : Zones établies sur la base des concomitances vent-pluie

## 5 – Le type de couverture:

Pour pouvoir déterminer la pente de la toiture, le type des pannes d'une charpente ainsi que les sections de ses différents éléments, il faudra choisir d'abord le type de couverture, et bien connaître le poids au mètre carré du matériau utilisé, par exemple, des tuiles (≤30 °) ou des ardoises (≤45 °)...



Toits en tuiles (en majorité)  
 Toits en ardoises (en majorité)

Fig. 17 : Utilisation des matériaux prédominants des toits

## 6 – La portée de charpentes :

Les choix du type de charpente ainsi que des sections des pièces, et du nombre de pannes, sont déterminés par l'espacement entre les porteurs ( murs, pignons).

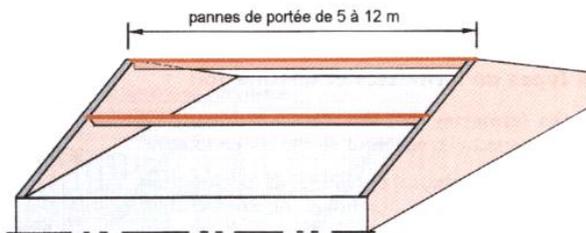


Fig. 2 : Portée de pignon à pignon

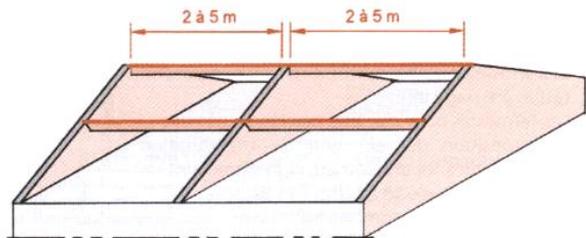


Fig. 3 : Portée de pignon à refend intermédiaire

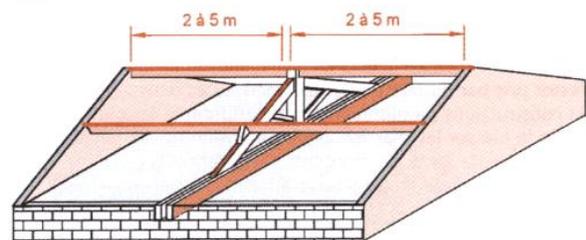


Fig. 4 : Portée de pignon à ferme classique

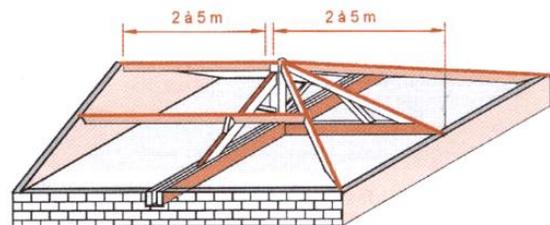


Fig. 5 : Ferme et croupe en combles perdus

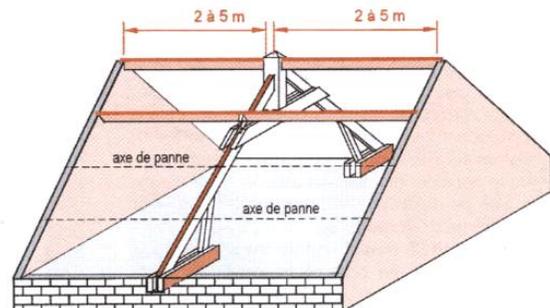


Fig. 6 : Combles habitables et ferme à entrait retroussé

## Tables des pièces de charpente :

En ce qui concerne les éléments fléchis en bois, leur dimensionnement découle du respect des déformations admissibles dictées par la réglementation - Règles CB71.

- 1/150 pour les parties d'ouvrage en console ne supportant pas de circulation régulière (auvent)
- 1/200 pour les pièces supportant directement des éléments de couverture (chevrons, liteaux)
- 1/300 pour les pannes et les pièces supportant des éléments verriers
- 1/400 pour les ouvrages fléchis, autres que les consoles, supportant une circulation régulière ou un remplissage
- 1/500 pour les pièces support d'autres éléments porteurs (poutre de reprise.....) et d'éléments fragiles déterminés par les DTU ou documents particuliers du marché.

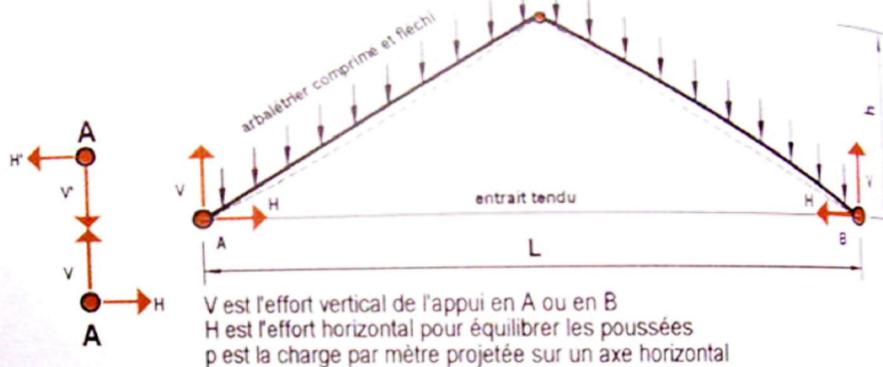
Les pièces d'une charpente travaillent à la flexion, le flambage, la traction et la compression, le calcul des sections se fait selon le type de sollicitations auxquelles est soumise chaque pièce.

Tableau des portées, sections de pannes et charge admise en flexion simple

Portée (cm)	Section B (cm) x h (cm)	Charge / panne (daN)	Portée (cm)	Section B (cm) x h (cm)	Charge / panne (daN)
200	7,5 x 15	1069	350	7,5 x 15	611
-	7,5 x 17,5	1397	-	7,5 x 17,5	798
-	7,5 x 20	1767	-	7,5 x 20	1010
-	7,5 x 22,5	2164	-	7,5 x 22,5	1237
-	7,5 x 25	2523	-	7,5 x 25	1442
225	7,5 x 15	950	375	7,5 x 15	570
-	7,5 x 17,5	1241	-	7,5 x 17,5	745
-	7,5 x 20	1571	-	7,5 x 20	942
-	7,5 x 22,5	1924	-	7,5 x 22,5	1154
-	7,5 x 25	2243	-	7,5 x 25	1346
250	7,5 x 15	855	400	7,5 x 15	534
-	7,5 x 17,5	1117	-	7,5 x 17,5	698
-	7,5 x 20	1414	-	7,5 x 20	884
-	7,5 x 22,5	1731	-	7,5 x 22,5	1082
-	7,5 x 25	2019	-	7,5 x 25	1262
275	7,5 x 15	777	425	7,5 x 15	503
-	7,5 x 17,5	1016	-	7,5 x 17,5	657
-	7,5 x 20	1285	-	7,5 x 20	832
-	7,5 x 22,5	1574	-	7,5 x 22,5	1018
-	7,5 x 25	1835	-	7,5 x 25	1188
300	7,5 x 15	713	450	7,5 x 15	785
-	7,5 x 17,5	931	-	7,5 x 22,5	962
-	7,5 x 20	1178	-	7,5 x 25	1122
-	7,5 x 22,5	1443	475	7,5 x 15	744
-	7,5 x 25	1682	-	7,5 x 22,5	911
325	7,5 x 15	658	-	7,5 x 25	1063
-	7,5 x 17,5	859	500	7,5 x 15	707
-	7,5 x 20	1087	-	7,5 x 22,5	866
-	7,5 x 22,5	1332	-	7,5 x 25	1009
-	7,5 x 25	1553			

$$\frac{\text{contrainte de traction}}{\text{contrainte admissible de traction}} + \frac{\text{contrainte de flexion}}{\text{contrainte admissible de flexion}} \leq 1$$

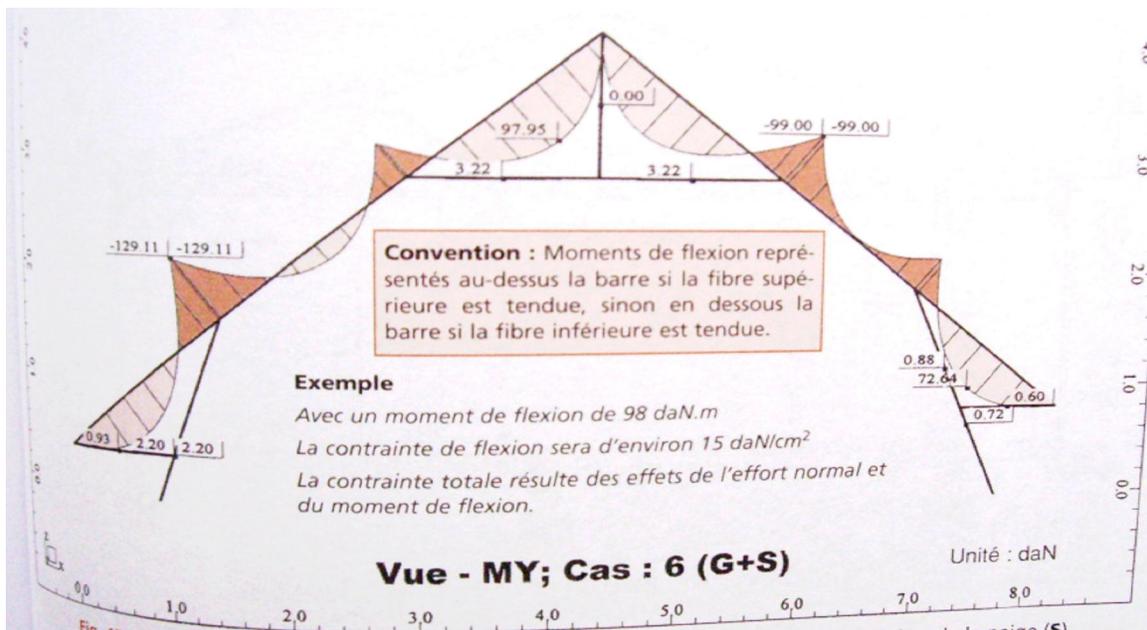
$$\text{Flexion + compression} = \frac{\text{Contrainte de compression}}{\text{Contrainte admissible compression} \times K} + \frac{\text{Contrainte de flexion}}{\text{Contrainte admissible flexion}} \leq 1$$



- H' : poussée engendrée par l'arbalétrier chargé qui sollicite l'entrait en traction
- V : charges verticales transmises à l'appui
- V : action verticale ascendante de l'appui
- H : action horizontale exercée par l'entrait sur le pied d'arbalétrier

$$V = \frac{pL}{2}$$

$$H = \frac{pL^2}{8h}$$



Exemple d'un diagramme du moment de flexion

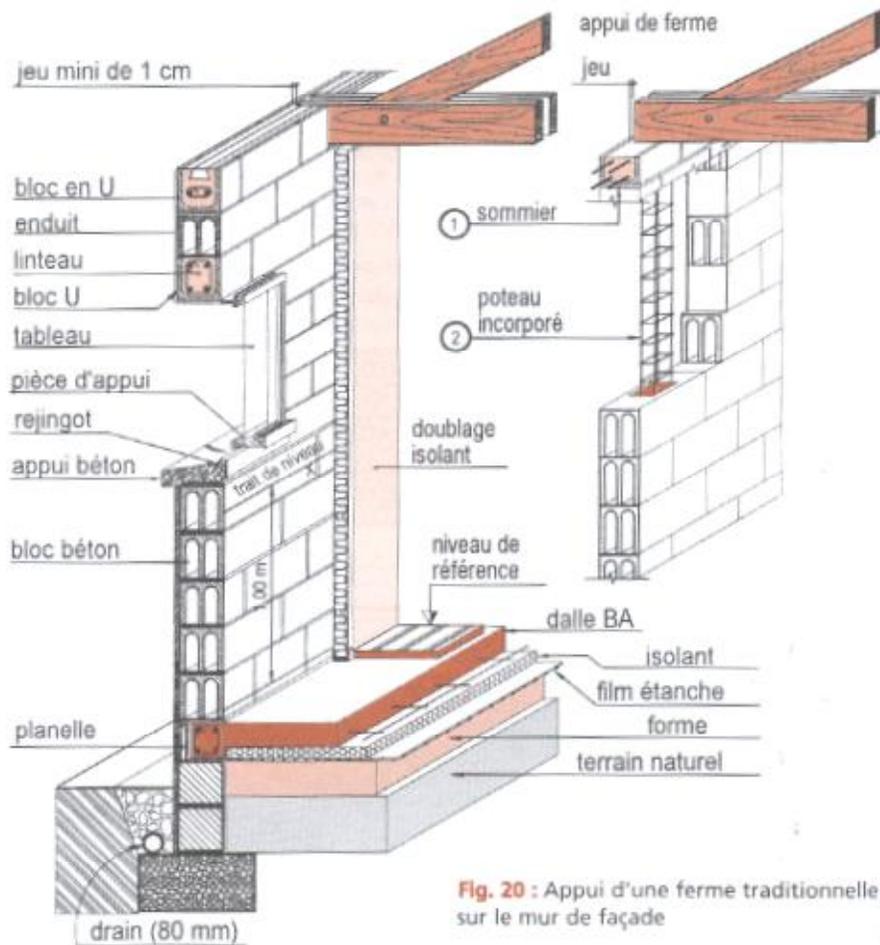
## ur la maçonnerie :

L'objectif de bien concevoir les appuis de pannes sur la maçonnerie est de répartir la charge concentrée transmise par un appui de ferme sur un mur et de réduire les risques de tassement différentiel et la fissuration du mur de façade.

Deux solutions sont possibles :

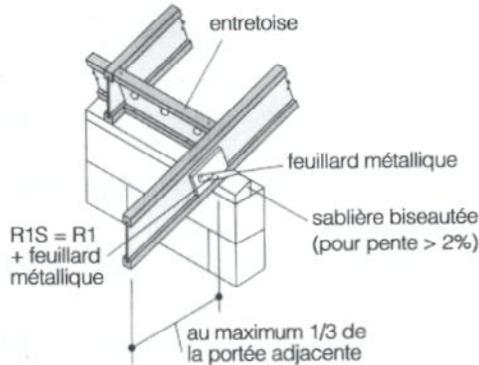
- de mettre en place un sommier de béton armé de 60 cm de long.
- de mettre en place un poteau au droit de l'appui.

Il faut prévoir un jeu d'au moins 1cm à l'extrémité de l'entrait pour prévenir d'éventuelles déformations

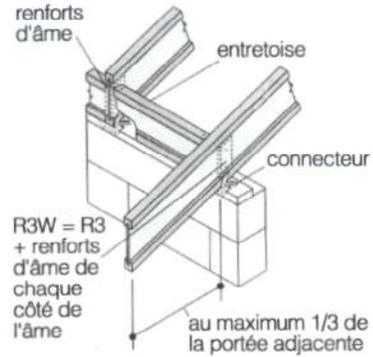


**Fig. 20 :** Appui d'une ferme traditionnelle sur le mur de façade

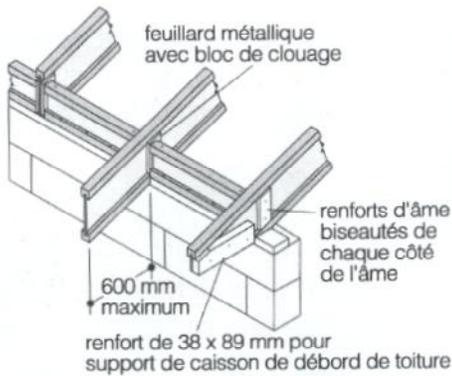
dépendent de la pente de la toiture. Parfois, les contreplaqués pour bien fixer les pannes à la maçonnerie. Dans certains cas, des feuillards métalliques ou des panneaux



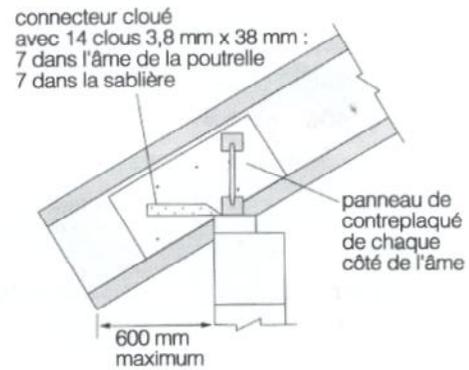
**Sablère biseautée (R1) (R1S)**



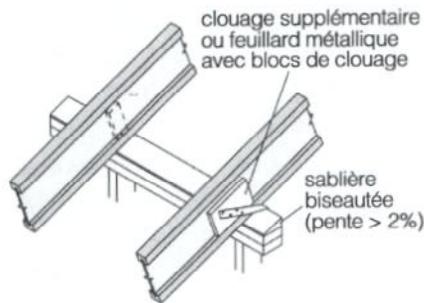
**Pentes admises par les connecteurs (R3) (R3W)**



**Appui inférieur seulement (R5) (R5S)**

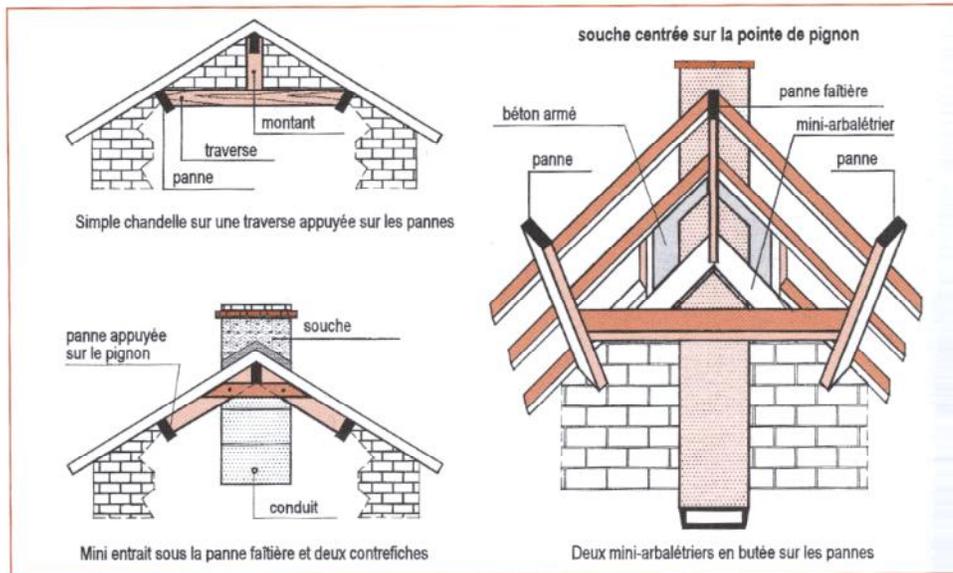
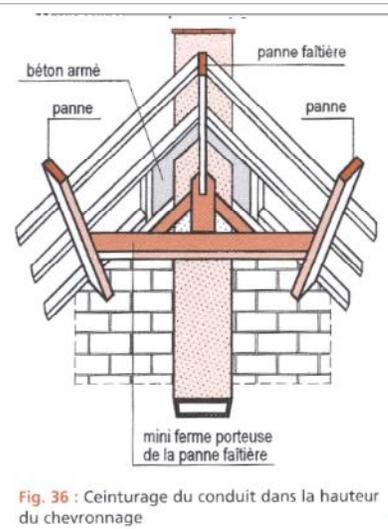
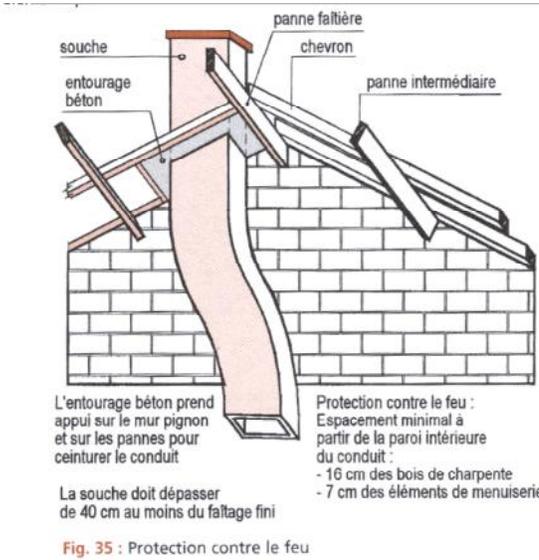
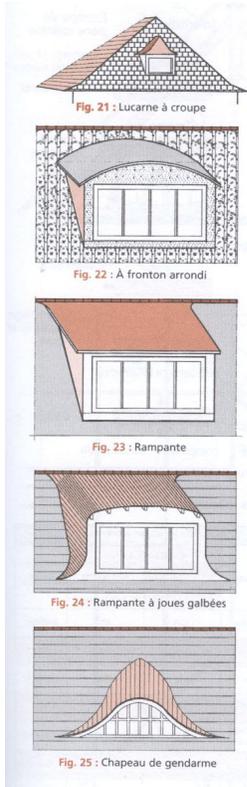


**Coupe d'assise renforcée (pente > 42%) (R5) (R5S)**



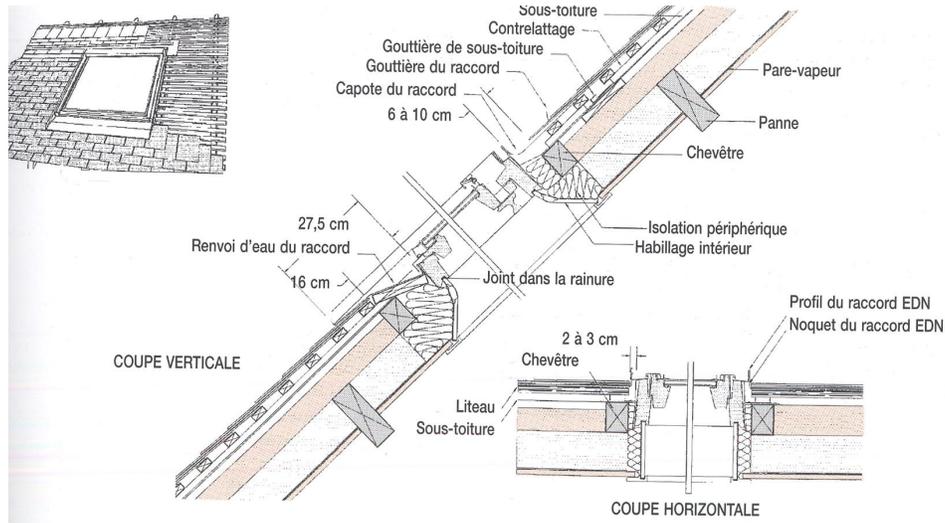
**Appui intermédiaire (R7) (R7W) (R74) (R7S)**

s, sortie de ventilation ou conduit de



La présence de conduites de ventilation ou de lucarnes ou d'escalier doit être décidée avant l'élaboration des plans d'exécution pour être pris en compte vu que ceci implique des modifications dans ces derniers au niveau des chevrons et des pièces de contreventement. Il faut également choisir entre les fenêtres de toiture et les lucarnes. Une modification des sections des chevrons doit être prévue à l'emplacement de ces éléments. De plus, les chevrons voisinant possèdent une section plus importante. Autour des éléments sortant de la charpente, on prévoit de remplir par du mortier pour bien fixer les éléments.

un ceinturage en mortier en tête du conduit dans l'épaisseur des chevrons est nécessaire. La distance réglementaire minimale entre la paroi intérieure du conduit et les bois de la charpente étant de 16 cm



Coupes d'une charpente avec fenêtre de toiture



Le quadrillage des chevrons est interrompu pour réserver une place à la lucarne



## Stabilité des fermes :

### A- les contreventements :

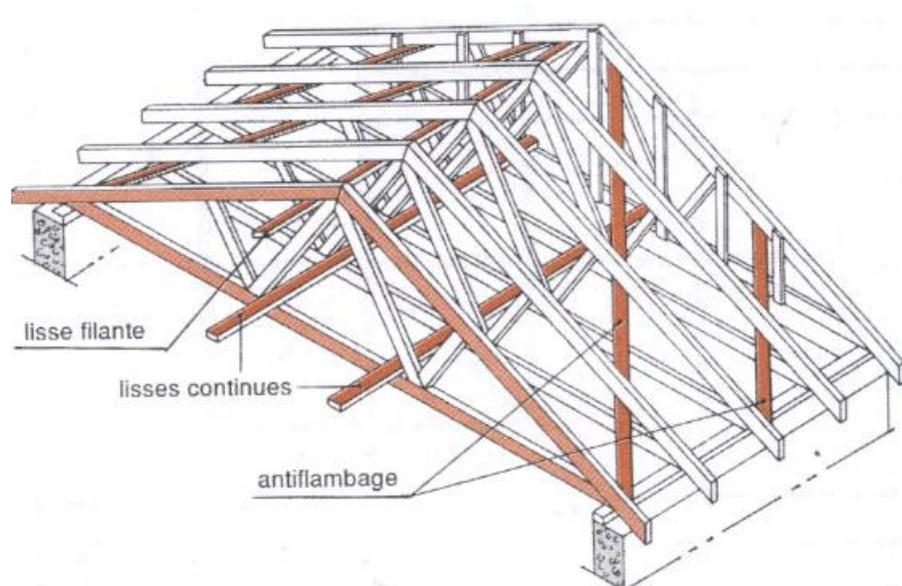
L'objectif de la mise en place des contreventements est de maintenir les fermes d'aplomb et de transmettre les efforts horizontaux dus au vent. Les pièces de contreventement sont disposées en diagonales fixées en tête sur les fiches et en pied près d'un nœud ou sur une lisse filante. L'inclinaison des pièces est voisine de 45 degrés.

### B – Les dispositifs d'antiflambage :

L'objectif de ces dispositifs est de réduire les risques de flambement des arbalétriers soumis à un effort de compression. Mais aussi de stabiliser les fermes par une triangulation dans le plan versant. Les éléments sont fixés sous les arbalétriers avec un angle de 45 degrés. Les points d'appui sont en tête proche d'un nœud et en pied près de la sablière. La position des barres antiflambement sur les contreventements et les lisses filantes est prioritaire.

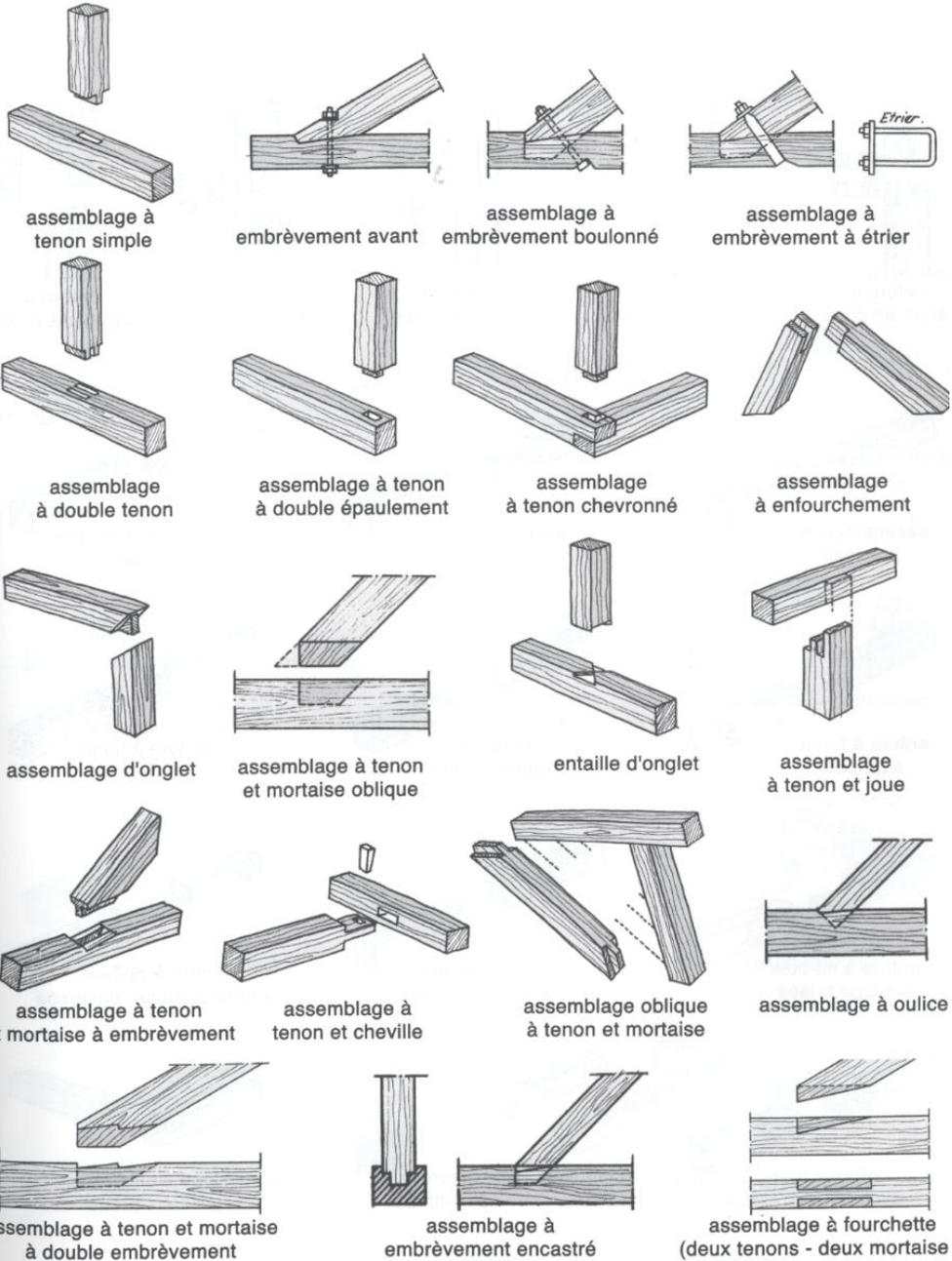
### C- Liaison des fermes par des lisses filantes :

L'objectif est de maintenir les espacements des fermes en pied et en tête et de jouer le rôle d'entretoises pour réduire les déformations des fermes dans le plan vertical. Pour cela, les lisses filantes sont posées le plus près possible des nœuds d'assemblage.



## assemblage

### Exemples d'assemblages des pièces de charpente (suite)



ÉLÉMENTS DES PANNES, CHEVRONS, ÉLÉMENTS DE FERME

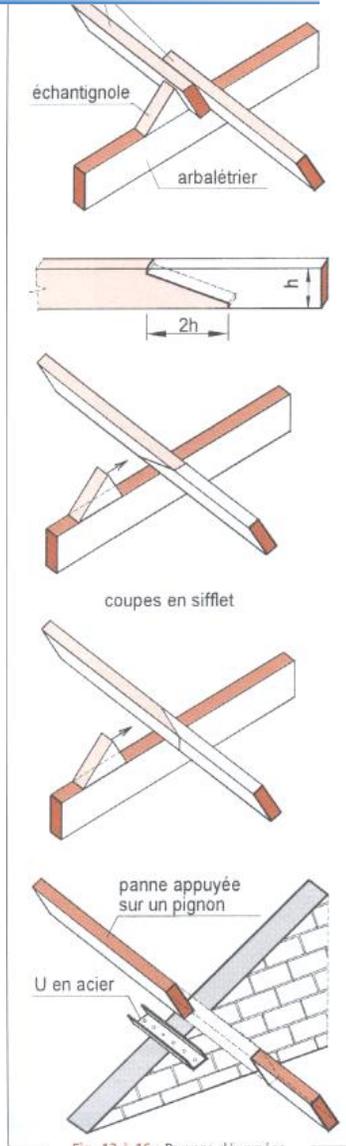


Fig. 12 à 16 : Pannes déversées

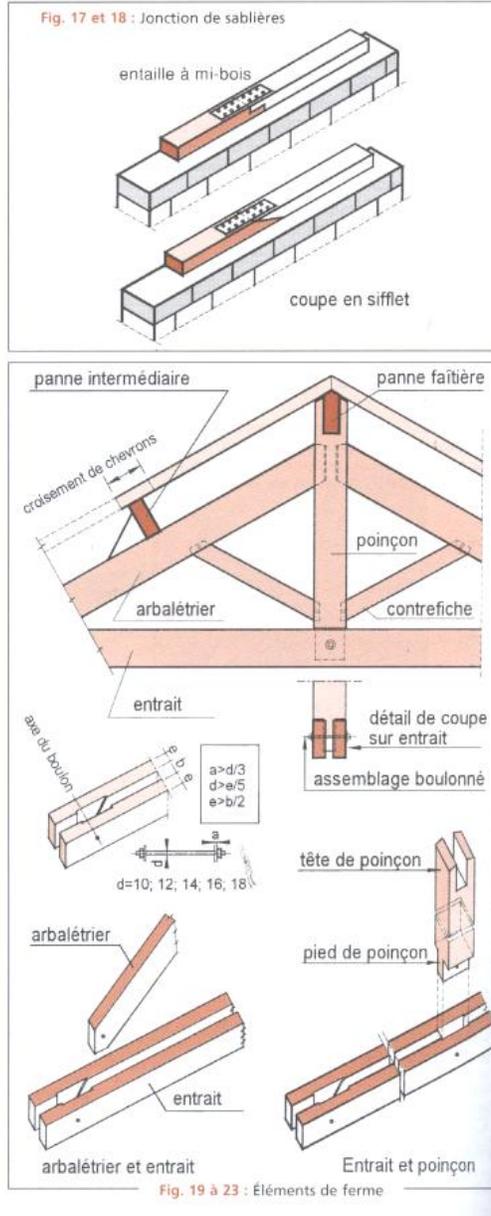
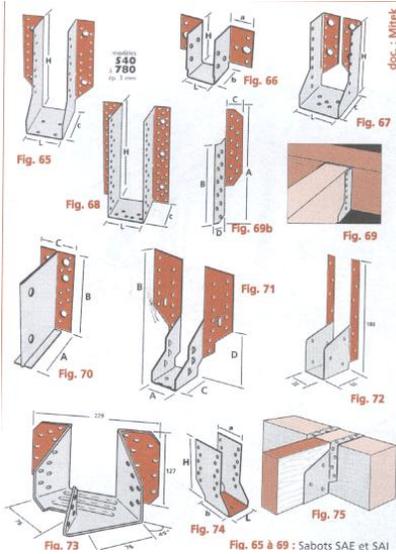


Fig. 19 à 23 : Éléments de ferme

ateur et utilisé couramment dans la fabrication de la charpente. Ces sabots existent en différentes formes adaptées à leur fonction dans la charpente.



Vue 19 : Fixation des pannes sur l'arbalétrier par sabots



Vue 20 : Détails d'assemblages (sabots pour les pannes et boulonnage blochet-jambe de force)

### Quelques coupes de conception :

- la tuile, et le plafond suspendu, etc. ;
- le repérage de chaque pièce avec sa section.

**Exemple :**

- pièce d'arbalétrier n° 1, section 36 × 97 mm ;
- pièce d'entrait n° 3, section 36 × 112 mm.

Le connecteur spécifique à chacun des nœuds (n° et type). L'optimisation des sections et des connecteurs est obtenue par un logiciel spécialisé pour le calcul des fermettes.

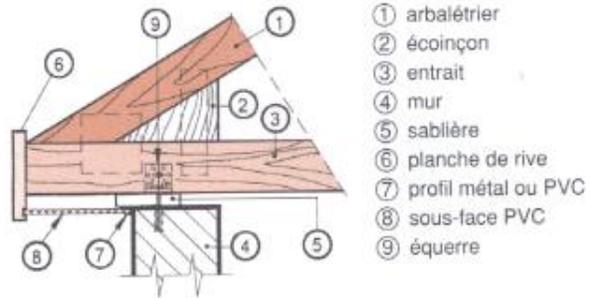
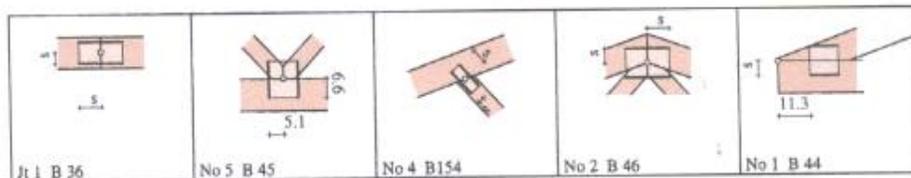


Fig. 56 : Fixation des fermettes en rive

Fig. 50 à 54 : Connecteurs référencés pour chaque nœud



D'ÉGOUT, CONDUIT DE FUMÉE

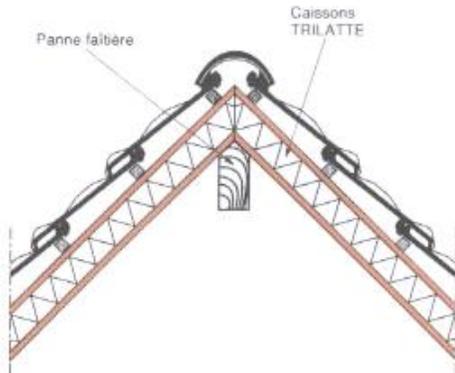


Fig. 46 : Détail de faitage avec faitières scellées

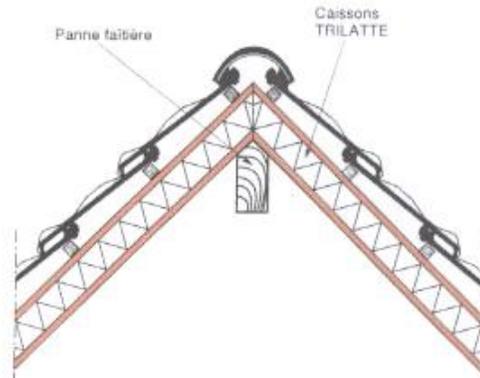


Fig. 49 : Détail de faitage avec étanchéité par closoir

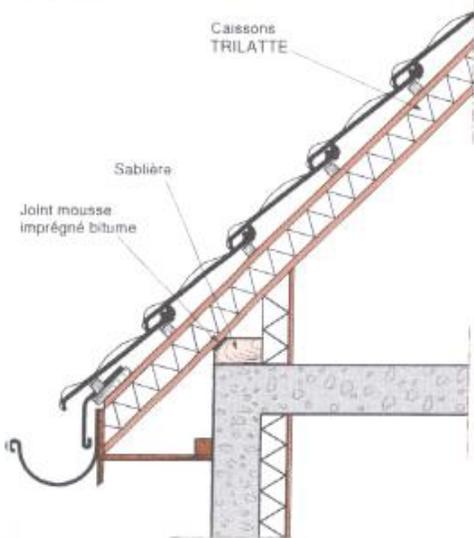


Fig. 47 : Détail de l'éégout avec débord et habillage horizontal

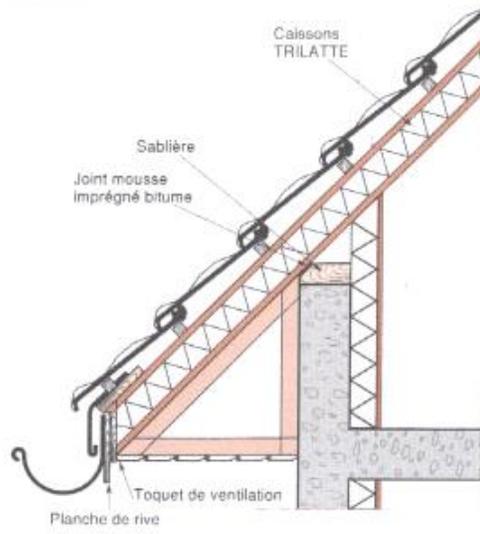


Fig. 50 : Détail de l'éégout avec lambris en habillage horizontal

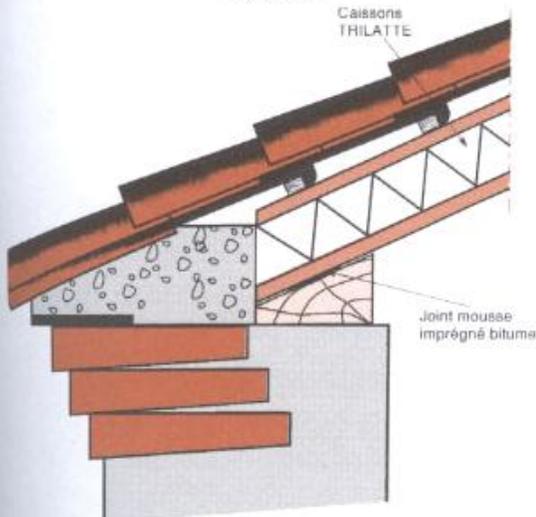


Fig. 48 : Détail de l'éégout dans le cas d'une gènoise

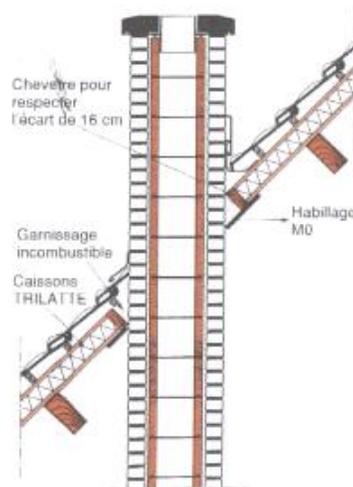


Fig. 51 : Détail de traversée de toit par un conduit de fumée

Les charpentes en bois, sous toutes leurs formes, traditionnelles, industrielles ou en lamellé collé, sont souvent utilisées dans la construction des bâtiments vu leur réussite à supporter la couverture et assurer toutes les fonctions demandées. Cependant les charpentes en bois ne peuvent pas être utilisées pour toutes les constructions. Pour cela, dans certaines constructions elles sont remplacées par des charpentes béton.



Les Avantages de ce type de charpente que la charpente bois ne présentent pas :

- une inertie constante
- une bonne isolation acoustique et thermique
- Grande portée pouvant atteindre 30 m
- une grande stabilité au feu







Le bois est un matériau qui présente plusieurs faiblesses, indépendamment du type de charpente choisi. Cependant, ces faiblesses ne posent pas de problème par rapport aux constructions si ces points sensibles sont traités :

### - La sensibilité du bois à l'humidité :

Le bois est très sensible à l'humidité, si le taux d'humidité du bois est supérieur à celui de son état d'équilibre, plusieurs insectes et champignons comme le capricorne des maisons, les anobies ou les vrillettes, les lyctus et les champignons lignicoles peuvent attaquer le bois.

Le taux d'humidité étant variable selon l'essence du bois, ainsi que le type d'insecte attaquant le bois.



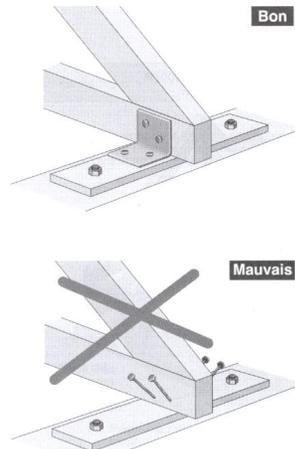
L'attaque du bois par les insectes et champignons est dangereuse, elle peut même mener à la destruction complète de la charpente. Ceci résultant des « gerces de dessiccation » provoquées par l'attaque des insectes.

Aujourd'hui, la protection du bois est bien prise en compte et contrôlée. Il existe plusieurs manières pour lutter contre cette pathologie du bois, comme l'utilisation de fongicides et d'insecticides, l'imprégnation du bois de sels solubles, de liquides huileux avec différents procédés : trempage diffusion, ou trempage court, aspersion, par passage des bois dans un tunnel d'aspersion, ou par traitement en autoclave.



## aire des assemblages :

Les assemblages constituent les points les plus sensibles d'une charpente. En effet, ce sont les assemblages qui sont les plus sollicités, que ce soit à la traction ou à la compression. Le choix et la protection des assemblages de charpente dépendent des charges à reprendre, ainsi que de la fonction de chaque assemblage, selon les sollicitations. Il y a aussi les effets de glissement des assemblages qu'il faut prendre en compte.



## Déformation des fermes:

Les déformations des fermes (totalement triangulées ou non) sont en bonne partie fonction des glissements d'assemblage, mais aussi d'une faiblesse au niveau du contreventement. Il faut donc limiter les " jeux " en cours de pose et notamment adapter au plus juste les trous devant recevoir les boulons, mais aussi bien choisir les sections et la localisation des pièces de contreventement.



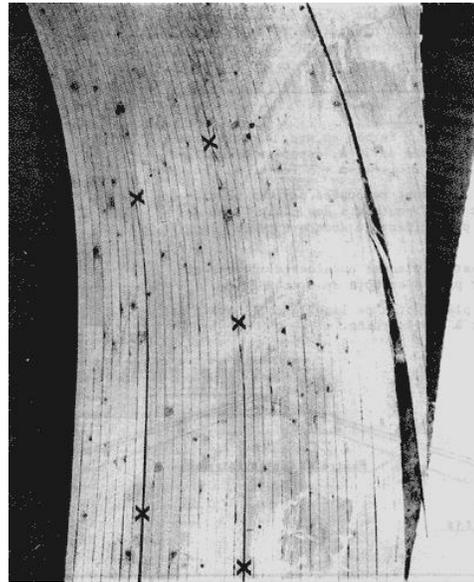
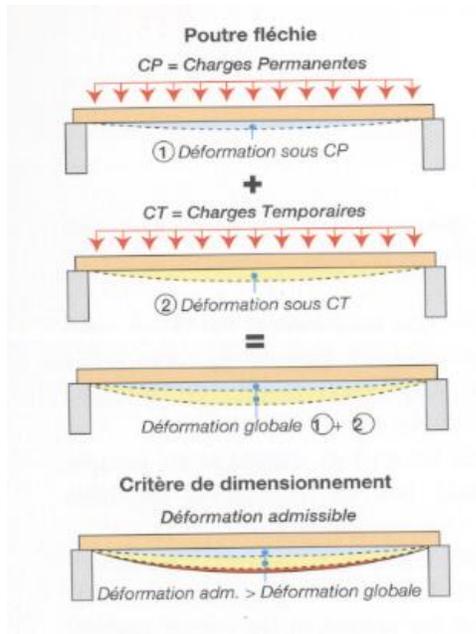
La plupart des déformations affectant ces fermettes proviennent du flambement des pièces comprimées (arbalétriers, diagonales). En effet, le poids de la couverture et des plafonds génèrent dans les barres constituant les fermettes des efforts de traction ou de compression. Or les pièces de bois utilisées sont parfois de faible épaisseur (36 mm) et pourtant longues de plusieurs mètres. La compression qui transite dans ces pièces peut provoquer un flambement : un arbalétrier se déforme, il entraîne ses voisins attachés par les liteaux et c'est l'ensemble de la charpente qui est affecté.

peut entraîner l'apparition de fissures et une éventuelle destruction de la charpente. Pour cela, les différentes pièces doivent être bien dimensionnées selon les sollicitations.

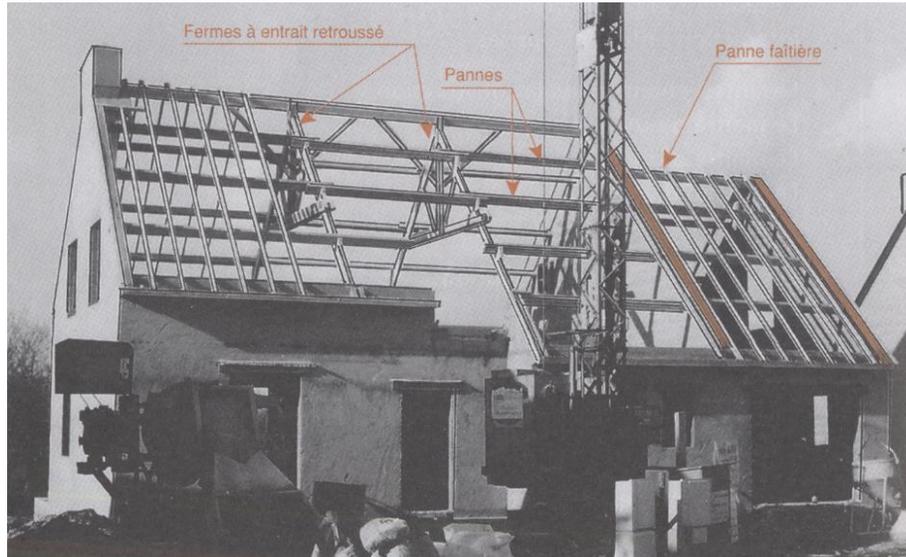
Les éléments fléchis d'une charpente sont les éléments les plus faibles.

D'un autre côté, la suppression de certaines barres de la charpente pour rendre les combles habitables, peut entraîner la ruine de la charpente.

Si les dispositifs d'entretoisement, d'antiflambement et de contreventement, assurant la stabilité de la charpente sont mal conçus.



## mise en œuvre:



Interaction entre les entreprises :

- Le gros œuvre arase à niveau les murs extérieurs et façonne les rampants maçonnés. Il ménage les réservations nécessaires pour les appuis de fermes, de pannes. La sortie des conduits de fumée ou de ventilation est souvent effectuée avant la charpente pour en effectuer les entourages (protection feu) au niveau du toit après pose de la charpente. Parfois la sortie de toit en maçonnerie s'effectue après la charpente suivant la coordination entre entreprises.
- Le couvreur vérifie la planéité des supports pour recevoir le matériau de couverture, les largeurs suffisantes de voligeage pour recevoir les noues en zinc par exemple ou les dalles nantaises ou havraises avec leur doublis. Les réservations pour la pose des fenêtres de toit ou pour les ventilations sont vérifiées.
- Le plâtrier qui doit poser le plafond en briques suspendus ou le plaquiste pour les plaques de plâtre vérifieront la planéité des supports en sous face et l'emplacement des trappes de visite ou d'accès au comble.

Après la commande des pièces de la charpente, le bois est livré sur le chantier. Avant le stockage du bois, on s'assure du taux hygrométrique des éléments de charpente (20 % du taux d'humidité du milieu), sachant que la tolérance de ce dernier est de 5 %. Si le bois de charpente est très humide, il est impératif de le sécher avant de l'utiliser.

Les bois doivent rester loin de l'humidité, les fermettes assemblées en usine doivent rester posées à la verticale, soulevées par rapport au sol pour éviter tout contact avec ce dernier, elles sont protégées contre l'humidité par des bâches.



Pour la charpente traditionnelle :

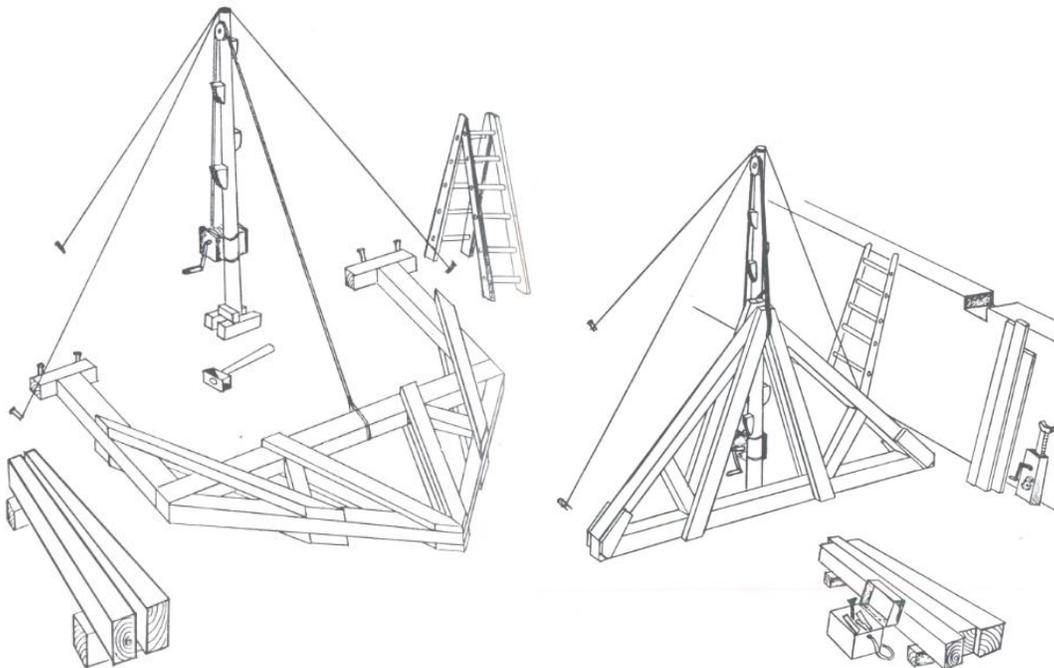
Une fois les pièces de charpente sont livrées et testées, elles sont sciées selon le mode d'assemblage choisi (embrèvement, a tenon, mortaise...) puis assemblées. Dans ce but, on effectue d'abord une épure au sol, puis on assemble les différentes pièces selon les marques retrouvées sur chaque pièce.



Après l'assemblage des pièces de la charpente, on procède au levage des fermes pour ensuite les poser en place. Pour cela il faut vérifier la maçonnerie sur laquelle sera posée la charpente. Avant le levage, le maçon vérifie les cales conçues de manière à faciliter le garnissage ultérieur, mais aussi les creux pour l'ancrage des charpentes ainsi que le niveau haut des deux pignons.

Cette étape de la pose des charpentes est très délicate car elle provoque des sollicitations à l'intérieur de la ferme et nécessite un bon choix des

pooids de la ferme, ainsi que des précautions  
ppuis des engins de levage ainsi que leur  
performance, la bonne fixation de la ferme par des treuils, des câbles,  
des moufles....



Après, il faut régler les niveaux des pièces de charpente : ainsi, comme la ferme fléchit sous sa pleine charge et que la maçonnerie n'a pas de tassement, il faut régler les pannes sur les échantignoles plus haut que sur les pignons. D'un autre côté, pour les fermettes industrielles, il faut

Pour cela, on tend une corde entre les deux  
cra les fermes.



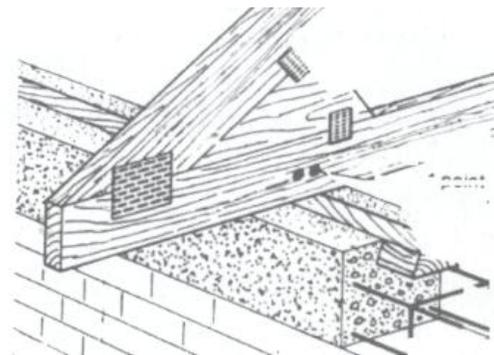
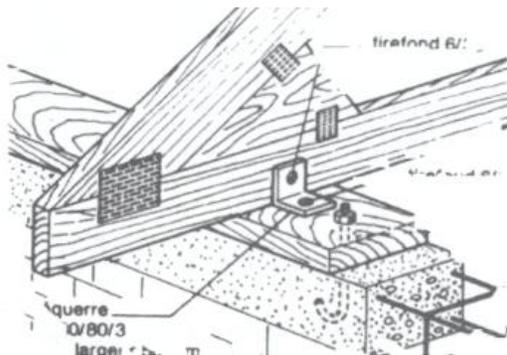
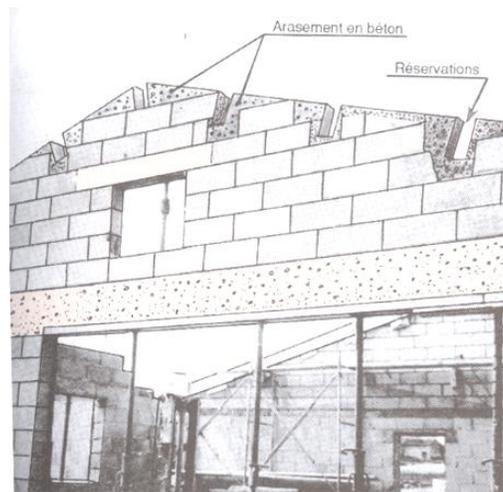
On place les étrésillons d'entrait



On cale la fermette suivante en  
plaçant le milieu de la largeur de  
la section sur les repères  
d'entraxe préétablis sur la lisse  
haute qui correspondent à la  
largeur des étrésillons en  
ajoutant 2 fois la moitié de  
largeur des bois.

On continue ainsi de suite jusqu'au réglage de toutes les fermes.

Pour les fermes traditionnelles, une fois le réglage terminé, on procède à l'ancrage des pannes dans la maçonnerie et au scellement de tous les points d'attache avec un bon mortier.



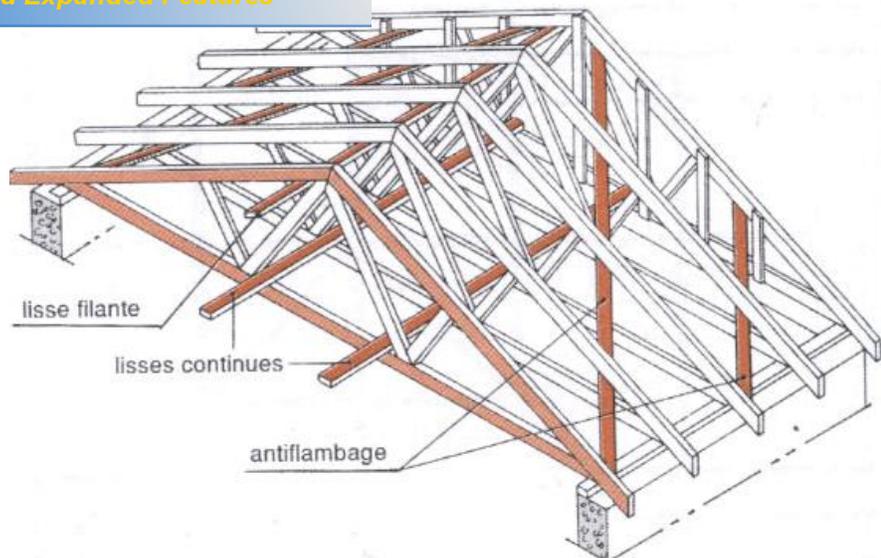
Les fermes sont directement posées sur la maçonnerie est scellée ou reposent sur des pannes sablières. Des équerres métalliques assurent cette liaison.

Après l'ancrage de la première ferme, on réalise un dispositif de contreventement provisoire, afin d'éviter tout accident pendant le levage des autres fermes.

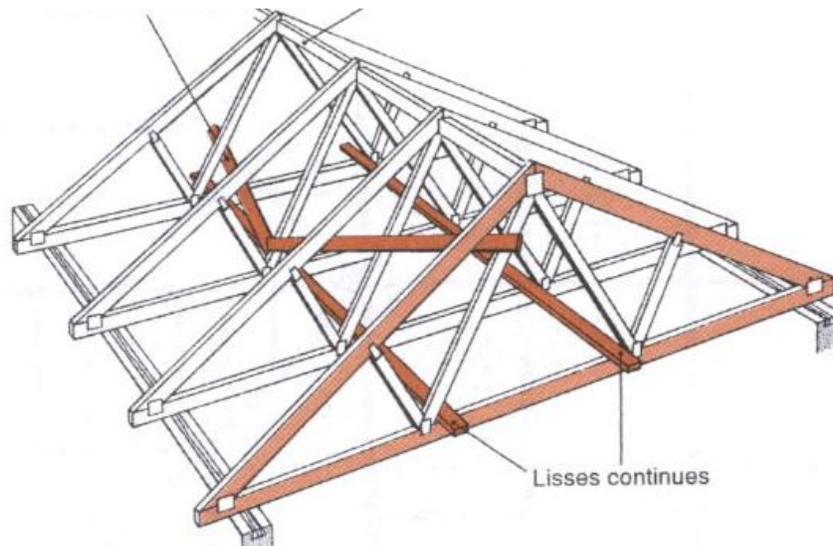
L'étape suivante est la mise en place du dispositif d'anti flambement à l'aide de pièces fixées sous les arbalétriers avec une inclinaison de 45 °, ce qui stabilise

Une fois toutes les fermes réglées et ancrées, on passe à la mise en place des pannes qu'on ancre dans les pignons

ant.



Après on met en place les dispositifs de contreventement et d'entretoisement. Des pièces fixées en tête sur les fiches et en pied près d'un nœud ou sur une lisse filante. ces pièces sont inclinées à 45 °,



d'autres pièces permettent de lier les entrants et d'assurer leur stabilité.

Les fermes sont maintenant à leur place et stabilisées, on procède alors au chevronnage.

Les chevrons sont cloués sur les pannes à l'emplacement des marques prévues dans le dessin d'exécution. On évite par une position biaisée du clou les fentes des têtes de panne.

L'étape qui suit le chevronnage est le lambrissage. Les lambris sont simplement cloués. Mais il faut surtout que l'enfoncement des clous soit

le meilleur moyen.

is sont soumis à de fortes alternances les lambris massifs, le carton bitumé reste

## Plafonds suspendus:

Entraxe des profilés : 60 cm  
Portée entre suspentes : 125 cm

Portée entre suspentes

Entraxe des profilés

**1** Plafond à ossature simple

20 mm

60 mm

150 mm

260 mm

Suspente C + profilé F 530

Suspente C + profilé F 530

Suspente L + profilé F 530

Suspente M + profilé F 530

Liaison suspente - profilé :  
Charge maxi 53 kg

**2** Suspentes type F avec deux points de fixation par suspente

**3** Clipsage sur suspentes

Eclisse

**4** Éclisse de raccordement

**5** Rails clipsés après avoir embroché l'isolant maintenu en place sur les suspentes

**6** Vissage V tous les 20 cm des plaques posées perpendiculairement aux profilés

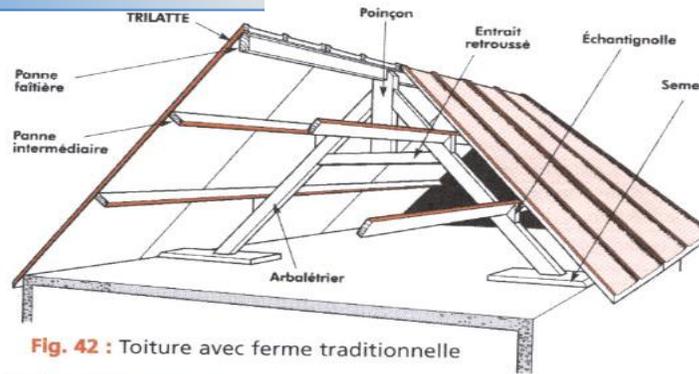
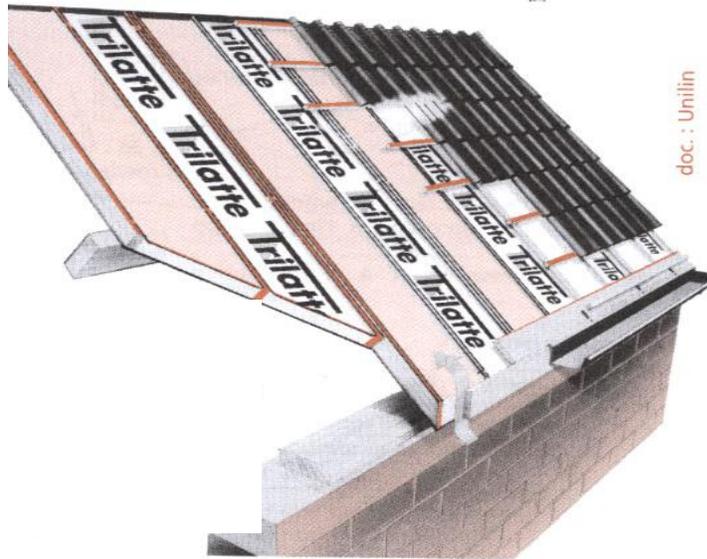
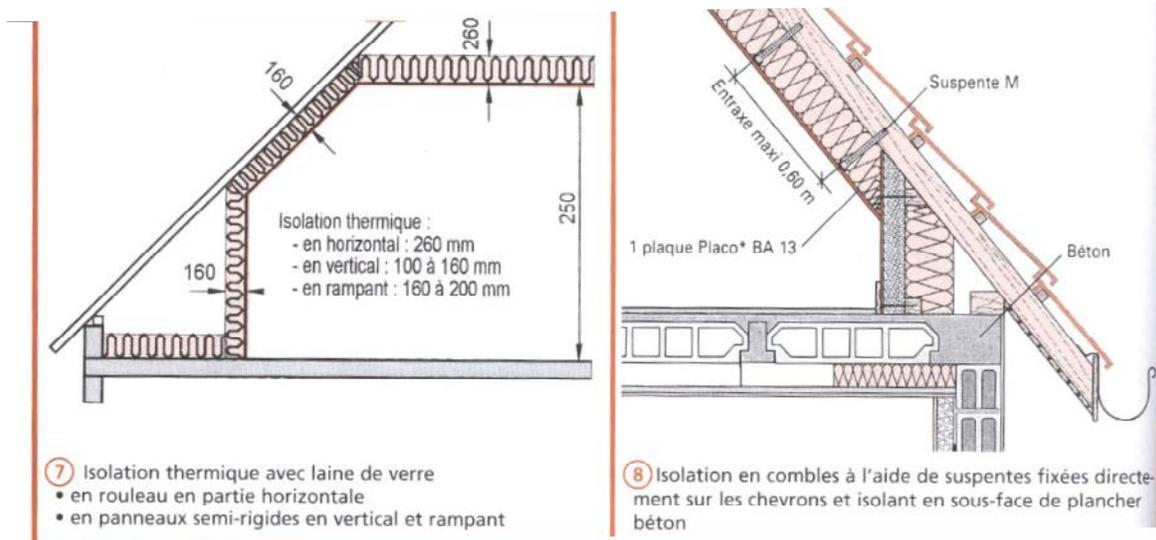


Fig. 42 : Toiture avec ferme traditionnelle



Les panneaux d'isolant sont posés dans des caissons formés par les panneaux de bois et les caissons.



## Précédents de sécurité du chantier

Pour éviter tout accident de travail pour la mise en œuvre d'une charpente, il convient d'essayer de réduire le temps d'exposition des travailleurs aux risques de chute, en mettant au point le plus souvent possible des procédés faisant intervenir le réassemblage au sol d'éléments importants de la construction. Cependant, le volume et la masse de ces derniers doivent rester compatibles avec la capacité de levage des engins et une stabilisation provisoire de la structure doit être mise en place pour éviter tout accident.

Mais des risques d'accident persistent malgré ces mesures, surtout au niveau de la chute des travailleurs qui doivent régler la précision de la pose de la charpente lors du levage.



### Les principaux risques :

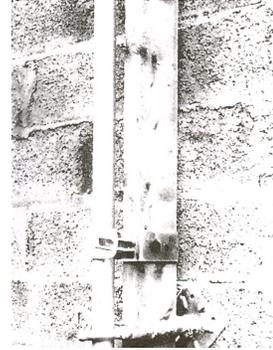
#### Renversement des fermes pendant le transport

Pour éviter le renversement des fermes pendant le transport, il faut utiliser des chevalets assurant la stabilité de l'ensemble.

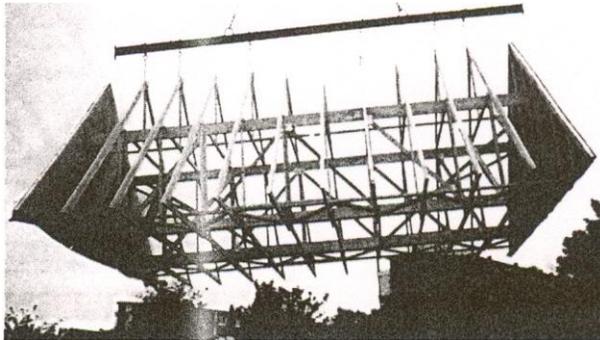


de la maçonnerie :

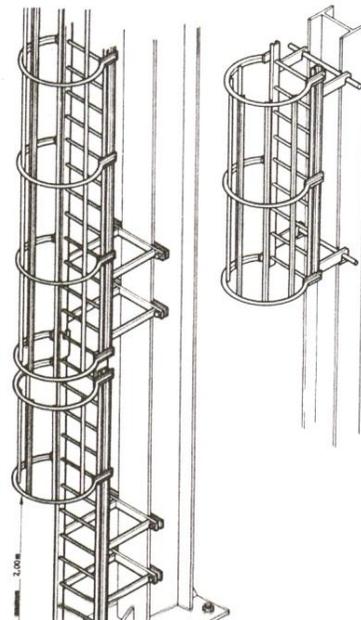
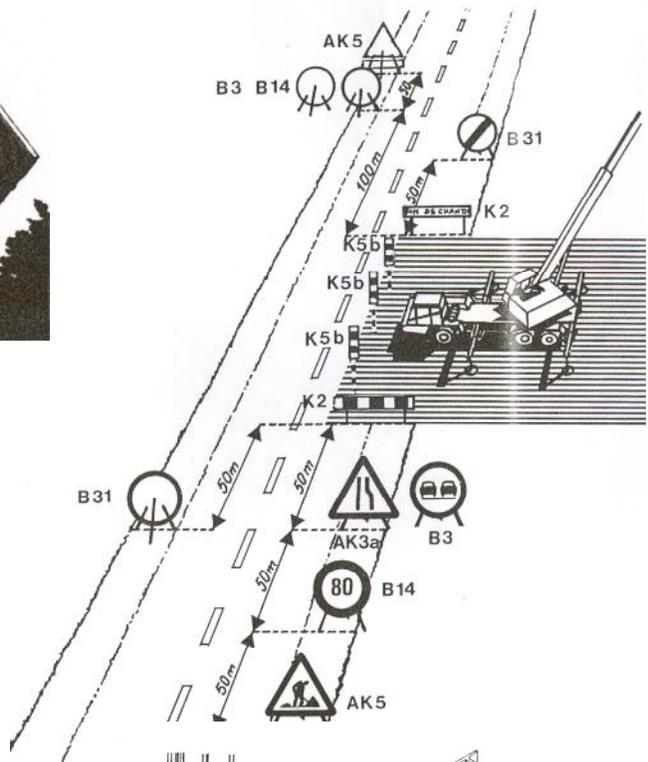
l'entreprise de maçonnerie doit mettre en place un dispositif de contreventement provisoire à l'aide de bastaings et de crochets et de cales qui relie la maçonnerie aux bastaings.



Accident lié au levage de la charpente :



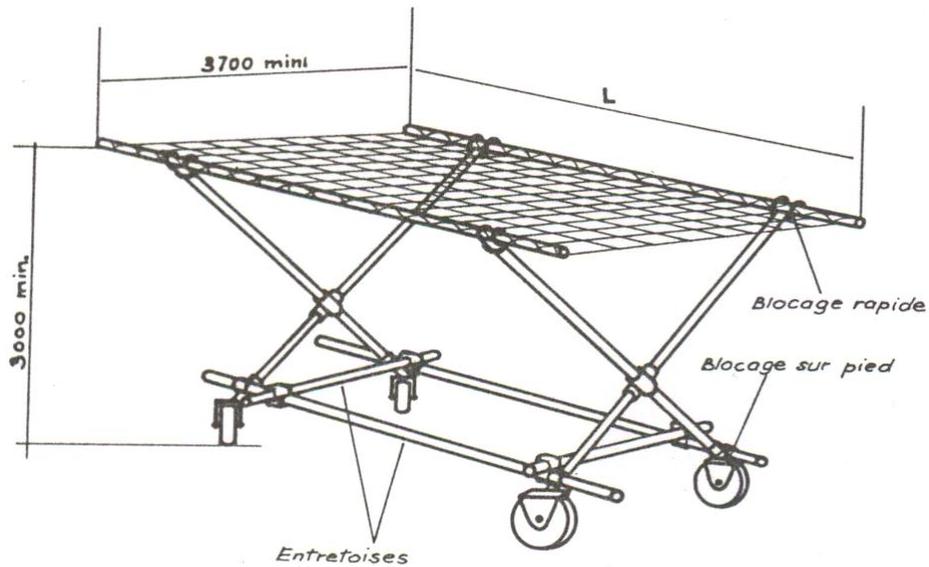
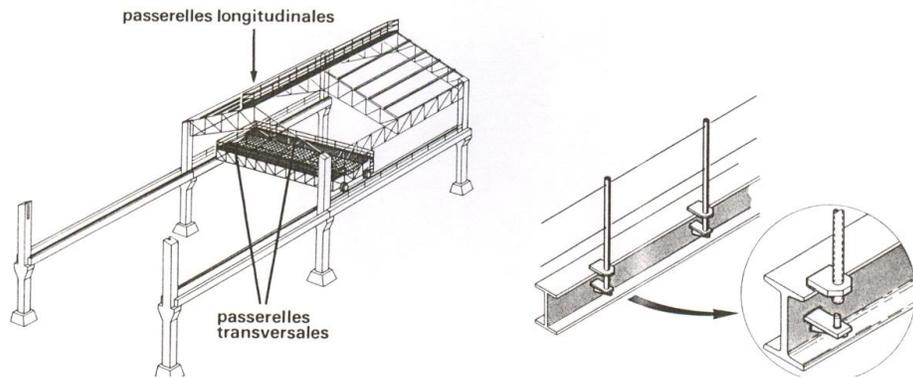
il faut installer l'engin sur une base solide, s'assurer que le périmètre de manœuvre de l'engin de levage soit libéré de tout autre matériel et personnel et vérifier que les élingues de l'appareil supportent la charge de la charpente et qu'elles sont disposées aux endroits les plus éloignés des points sensibles.



Accident de la circulation verticale :

ant que les travailleurs essaient d'accéder aux charpente, des échelles à crinoline doivent être

### Accident de la circulation horizontale en hauteur :





*Your complimentary  
use period has ended.  
Thank you for using  
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to  
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

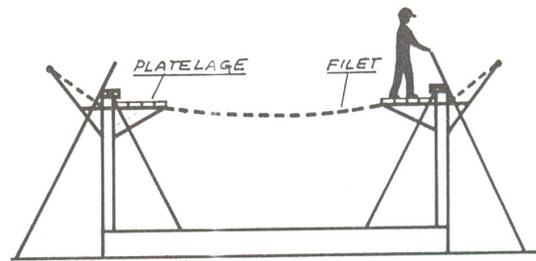
La chute pendant la circulation en hauteur, des échelles ou longitudinales, peuvent être utilisées, ainsi que des échafaudages fixes ou roulant, de trampolines, ou de platelages partiels dans le cas d'absence de planchers.

### La chute lors de l'exécution des travaux en hauteur :

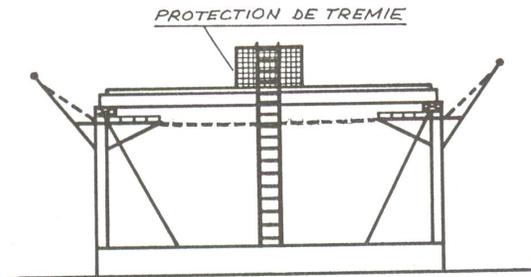
L'emploi des crochets de sécurité ainsi que la mise en place des garde-corps aux normes et de consoles sont des procédés indispensables pour éviter la chute des travailleurs.



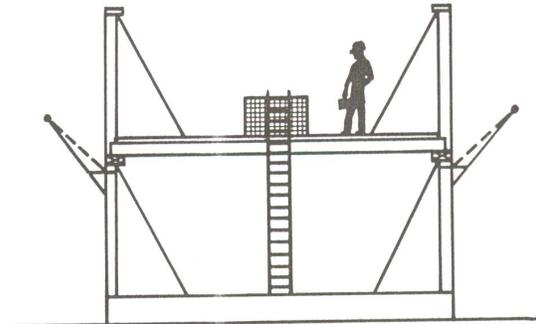
8.1. — Levage et assemblage des murs périphériques. Pose de la lisse de ceinturage.



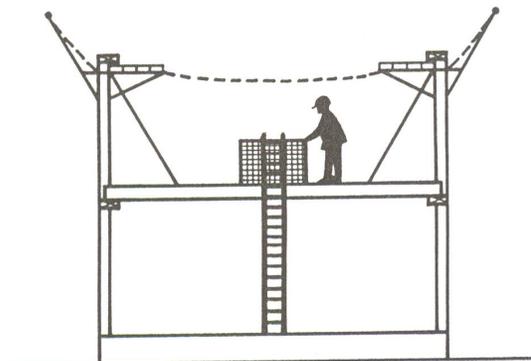
8.2 — Pose des consoles intérieures et extérieures, du platelage intérieur et des filets.



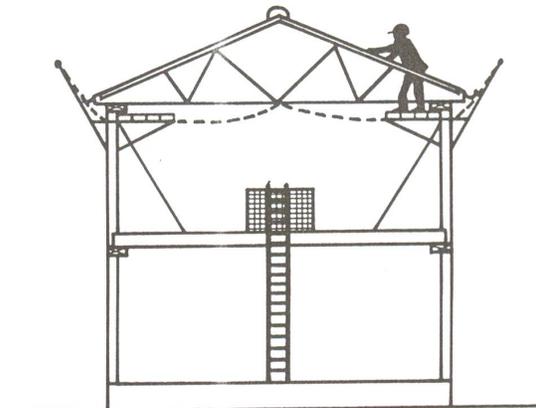
8.3 — Pose du solivage et du plancher.



8.4. — Pose des murs périphériques et de la lisse de ceinturage du 2<sup>e</sup> niveau.



8.5 — Dépose des consoles RdC, puis pose des consoles intérieures et extérieures à l'étage.



8.6. — Les fermettes étant assemblées au sol et posées à la grue, le filet peut être supporté en partie médiane par les entrails. La fixation de la charpente sur la lisse et la pose de la couverture s'effectuent en sécurité.

## Innovations :

Les pannes Nail web sont utilisées en pannes dans une construction avec combles portant de pignon à pignon, sans ferme intermédiaire, la poutre Nail web offre ainsi une souplesse d'aménagement en comparaison avec les charpentes traditionnelles et les fermettes. La charpente est construite par le dessus et n'amène pas de poussée horizontale ; libérés en bas de pente, les chevrons ne sont pas porteurs. Ainsi, la pose de lucarnes ou fenêtres de toit est libre, sans entrave et permet un aménagement intérieur sans contrainte.

La poutre **Nail web** est composée d'une âme en acier galvanisé traité époxy pressée entre deux membrures de bois résineux raboté et traité.

### En quoi cette poutre est-elle innovante ?

Résistance à la flexion : La poutre **Nail web** présente une rigidité accrue grâce à la possibilité de régler la contreflèche dès sa fabrication et par son cœur en acier galvanisé profilé.

Légère : La poutre **Nail web** est manuyportable [de 2 à 11 kg. au m./l], donc sa mise en œuvre est très facile, elle ne nécessite pas d'engins de levage spéciaux.

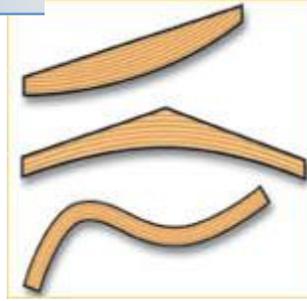
Grande portée : La poutre **Nail web** peut atteindre une longueur de 15 m, donc une portée beaucoup plus grande que les pannes des fermes traditionnelles ou industrielles.

Adaptabilité dimensionnelle : La poutre **Nail web** existe en 18 hauteurs, de 180 à 490 mm. Par ses 7 hauteurs d'acier et ses 15 dimensions de bois, la poutre Nail web, toujours livrée à la dimension qui convient, offre 105 combinaisons adaptées à tout type de projet.

Adaptabilité fonctionnelle : La poutre **Nail web** peut devenir élément décoratif prêt à poser, par les colorations possibles en usine de l'âme d'acier [prélaquage et thermolaquage] d'une part et des membrures bois [lasure colorée ou non] d'autre part.



Structures complexes:



- Poutre courbe à inertie constante ou variable
- Arc en plein cintre à deux ou trois articulations
- Portique à deux ou trois articulations
- Chevron cintré autoportant
- Poutres droites inertie variable droite ou courbe



## Environnement

Les produits utilisés dans le traitement des bois de charpente jusqu'aux années 70 étaient très toxiques : Pentachlorophénol, Créosote, sels métalliques, sulfate de cuivre. C'est depuis 25 ans qu'a commencé en France la généralisation des traitements des sels métalliques tels que le CFK (Cuivre, Fluor, Chrome), CCB (Cuivre, Chrome, Bore) et surtout CCA (Cuivre, Chrome, Arsenic), mais tout aussi toxiques.

En effet, le recyclage de ces déchets de bois traités est problématique car ils contiennent des éléments polluants (Chrome, Cuivre, Arsenic ...), ce qui les classe dans la catégorie des déchets dangereux. **Ces déchets de bois ne doivent être ni abandonnés, ni brûlés à l'air libre.** Ils doivent être collectés et traités comme les déchets par lesquels ils ont été souillés. Ainsi le détenteur et le producteur de déchets de bois doivent éliminer ou faire éliminer ces déchets de manière à éviter tout effet sur la santé de l'homme et l'environnement.

A l'inverse, le recyclage des bois non traités ne pose pas de problème grave puisque les produits constitués en ces matériaux peuvent être brûlés ou être déchiquetés, broyés en vue d'autres applications.

### Le problème de l'incinération des bois traités

**Dans le cas particulier des bois traités, la combustion peut s'avérer très dangereuse et encore plus s'il s'agit de bois traités au CCA** (pollution de l'environnement, risques pour la santé des personnes).

L'incinération dans des incinérateurs classiques avec d'autres déchets n'est pas réalisable car les éléments contenus dans le bois traité, notamment l'arsenic du CCA, ont tendance, pendant la combustion, à se combiner avec d'autres éléments présents dans les déchets pour former **des composés qui ne sont pas maîtrisables**. En outre, sous influence du choc thermique air ambiant/température foyer, la plus grande partie de l'arsenic contenu dans le bois traité au CCA s'évapore entraînant avec lui d'autres métaux lourds.

- **La combustion du bois imprégné ou badigeonné** avec des huiles ou des produits chimiques tels que les peintures, vernis, colles ou produits de préservation, **exige des précautions spéciales en raison de la toxicité des fumées** émises lors de cette opération. Cette toxicité est due au fait que la chaleur dégage les produits chimiques et libère la plupart de leurs composants sous forme gazeuse. Ce phénomène est encore plus évident avec les métaux lourds contenus dans les vernis, peintures et produits de préservation.
- **Les incinérateurs d'ordures ménagères et la majorité des incinérateurs de déchets industriels** sont équipés pour capter la plupart de ces types d'éléments toxiques cependant ils **ne sont pas en mesure** de tous les capter et encore moins à de telles concentrations.

faire baisser ces niveaux de concentration dans les fumées par **dilution**, en mélangeant différents pourcentages de bois pollués et d'ordures, se sont soldés par des **échecs**. A chaque tentative, ces mélanges ont provoqué la déstabilisation des conditions de combustion dans les incinérateurs, entraînant **l'apparition dans le foyer de composés chimiques très dangereux et incontrôlables.**

Plus critique encore : l'expérimentation menée sur du **bois traité au CCA** a montré qu'il **ne pouvait être incinéré que seul et dans un incinérateur dont les conditions de fonctionnement ont été spécialement adaptés** à cet usage.

#### La lutte contre l'effet de serre :

Une tonne de bois représente 1,4 tonne de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) absorbé par les arbres. Or ce sont les arbres jeunes, en pleine croissance, qui consomment le plus de carbone et rejettent le plus d'oxygène. Ainsi, quand on prélève en forêt non pas les jeunes mais ceux qui sont arrivés à maturité et qu'on met en œuvre ce bois dans des constructions pérennes, on accroît doublement l'efficacité du piège à CO<sub>2</sub> créé par la photosynthèse. C'est d'ailleurs pourquoi, suivant les engagements de la France dans le protocole de Kyoto, l'Etat et les professionnels du bois se sont fixés pour objectif 25 % d'augmentation du volume de bois utilisé dans la construction d'ici 2010. De plus, le bois produit de l'oxygène. Un hêtre de 25 mètres libère ainsi chaque jour la quantité d'O<sub>2</sub> que respirent trois personnes.

#### Un matériau renouvelable

Le bois est un matériau renouvelable unique (à l'échelle humaine et non géologique). En outre, le bois est fabriqué par photosynthèse, réaction un peu magique qui utilise l'énergie lumineuse pour associer les deux constituants de base du bois : le CO<sub>2</sub> de l'air et l'eau du sol.

#### Une grande capacité d'isolation, une économie d'énergie :

Non seulement le bois absorbe le CO<sub>2</sub> mais, par sa faible inertie thermique, il permet de se chauffer en réalisant de conséquentes économies d'énergie. Le bois, particulièrement performant contre le froid, est aussi très bien adapté aux régions chaudes. Le mur en bois le plus simple isole mieux qu'un mur maçonné à isolation renforcée. La faible inertie thermique du bois régule rapidement les changements de température.

La maison en bois se situe à l'avant-garde des systèmes de réduction de la consommation d'énergie. Réputées de longue date dans le Nord, les maisons bois le sont également dans le Midi. Le bois n'emmagasine pas la chaleur et le principe de la case créole se fonde sur la ventilation.



**PDF Complete**

*Your complimentary use period has ended.  
Thank you for using PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

du très Vivant, respire : sa capacité à absorber et libierant génère un climat d'habitation très sain.

Mais l'économie d'énergie du bois se trouve aussi au niveau de sa transformation en produit fini et son transport. La fabrication d'une poutre de bois exige 5 fois moins d'énergie que la fabrication d'une poutre béton de performances égales. Autre avantage, un chantier de construction en bois- « filière sèche » à la différence du béton qui nécessite de l'eau- est un chantier rapide et propre.

## conomie du lot

Tableau de l'importance financière des lots

Lots	Pourcentages indicatifs
Maçonnerie	22 à 30 %
Charpente	7 à 10 %
Couverture	7 à 8 %
Menuiseries	12 à 15 %
Électricité	3 à 5 %

### Exemple de devis d'une charpente traditionnelle pour un espace de 170 m<sup>2</sup>

	Quantité	Prix unit.	Montant H.T.
<b>1 / CHARPENTE</b>			
Charpente fermette 3 et 4 pans, en sapin traité, calbré, entraxe de 0,60 m environ, pente 30 %, forêts en caisson 0.40 m	M <sup>2</sup> 170,800	39,68	6 777,34
Bandeaux bas de pentes et rives en panneaux 3 plis B/C, épaisseur 21 mm	Ml 67,650	23,35	1 579,63
Panneaux 3 plis B/C, épaisseur 21 mm, posés en caisson, dessous les bas de pentes	M <sup>2</sup> 27,060	50,45	1 365,18
<b>Total CHARPENTE H.T.</b>			<b>9 722,15</b>

1-Éléments	2-Nombre d'éléments	3-sections (m <sup>2</sup> )	4-longueur(m)	5-Volume (sxl en m <sup>3</sup> )	6-Prix à l'unité (m <sup>3</sup> )	7-Prix de la pièce (5x6)	8-Prix total (2x7)
Arbalétrier	2	0.08x0.23	5.26	0.096	1820	176	352
Entrait	1	0.2x0.065	2	0.026	1820	8.84	8.84
poinçon	1	0.15x0.15	1.725	0.038	1820	13.26	13.26
pannes	5	0.08x0.23	8.9	0.16	1820	298	1490
jambes de force	2	0.08x0.2	1.5	0.024	1820	44	87
Blochets	2	0.02x0.05	0.15	0.00015	1820	0.3	0.54
semelles	2	0.08x0.15	0.74	0.009	1820	16	32
chevrons	15	0.045x0.065	5.26	0.015	1820	28	420
sablières	2	0.05x0.08	8.96	0.035	1820	65	130
				0.41		Total =	2535

Arbalétrier	36	0.036x0.097	5.26	0.018	801	14.71	529.66
Entrait	18	0.036x0.097	2	0.007	801	5.6	100.7
poinçon	18	0.036x0.06	1.725	0.0037	801	2.98	53.72
pannes	5	0.036x0.097	8.9	0.031	801	24.89	124.47
jambes de force	36	0.036x0.097	1.5	0.005	801	4.195	151.043
Blochets	36	0.036x0.06	0.15	0.00032	801	0.259	9.343
semelles	36	0.036x0.097	0.74	0.00258	801	2.07	74.514
sablières	2	0.036x0.097	8.96	0.0312	801	25.0619	50.124
						Total =	1093.56

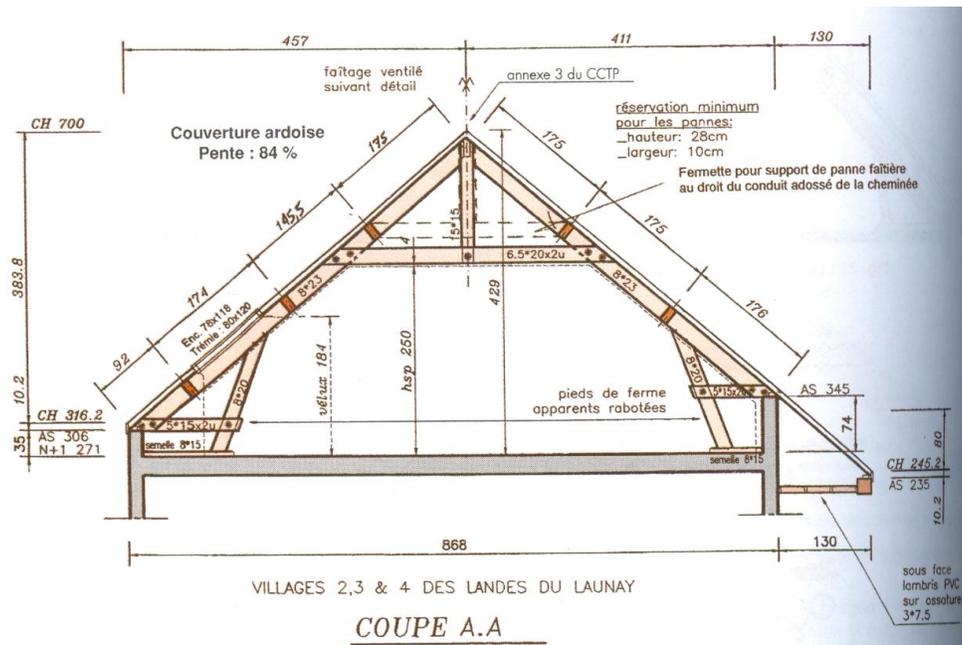
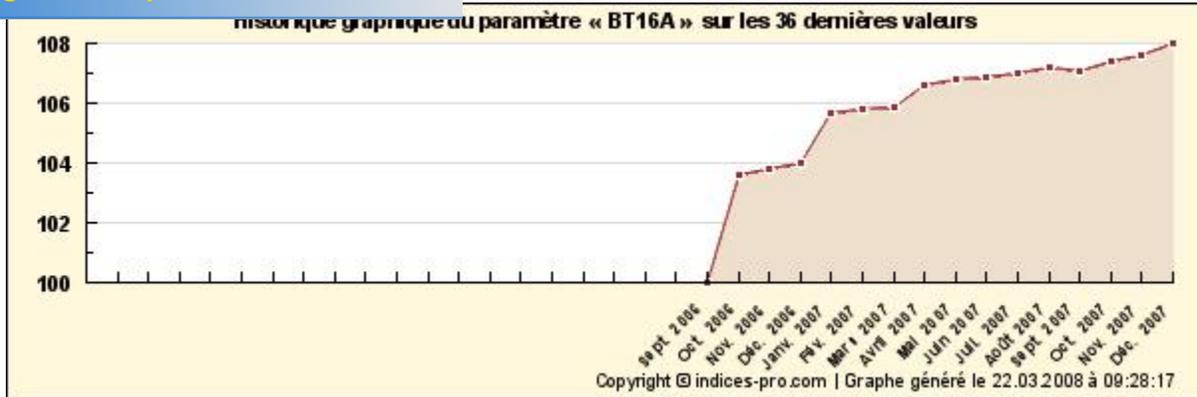


Fig. 25 : Élévation de la ferme et détails d'assemblage

Exemple d'une charpente à 2 pans inclinée de 45 degrés avec 2 pannes intermédiaires en sapin du pays.

de l'évaluation des prix des charpentes bois résineux.



BT16a-Charpente bois en résineux	%
Sapin	30
Quincaillerie	6
Prod. trait. bois	7
Salaires et charges	37
Matériel	4
Transports	5
Frais divers	11

Mo = mois d'établissement des prix

Mn = mois de révision du marché

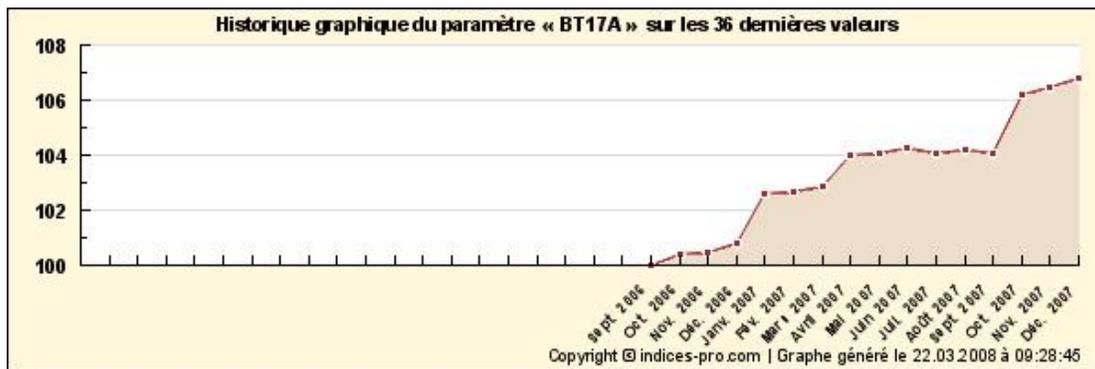
Coef = coefficient de raccordement

P = prix actualisé HT

Po = prix initial HT

$P = P_o \times \text{Coef}$

$\text{Coef} = (\text{BT15 de sept. 2006} / \text{BT15 de Mo}) \times (\text{BT16a de Mn} / \text{BT16a de sept. 2006})$



Le BT 16 a est le paramètre de l'évaluation des prix des charpentes bois en chêne.

		épaisseur	longueur	nombre	volume
		0,04	6	24	1,037
		0,04	3	24	0,519
d'entrait					
arbalétrier	0,18	0,04	3,2	48	1,106
poinçon (1,15m)	0,12	0,04	3,5	8	0,135
contreventement arbalétrier	0,1	0,04	3,7	8	0,119
contreventement poinçon	0,1	0,04	2,4	23	0,22
queue de vache (1m)	0,12	0,08	2,1	24	0,484
sablère	0,18	0,04	6	4	0,173
pannes de pignon(1m)	0,18	0,1	3,2	2	0,115
montant 2 pignons	0,15	0,04	2,5	8	0,12
lisse haute 2 pignons	0,15	0,04	3,2	4	0,177
étrésoillons de pignon	0,15	0,04	2,2	8	0,106
Chevron de panne	0,11	0,08	3,7	4	0,130
				<b>TOTAL</b>	<b>4,341</b>

Autre exemple de devis de fermettes industrielles pour combles non aménageables employant 4,34 m<sup>3</sup> de bois et coutant 1669 euros.

On conclut que les fermettes industrielles sont beaucoup plus économiques que les fermes traditionnelles. Cependant, elles ne permettent pas d'aménager les combles et les travaux éventuels ultérieurement pour rendre les fermes habitables coutent très cher.