

**NFIA-BTP**  
**Promotion 2001-2004**

**CONNAISSANCE DES CORPS D'ÉTAT**

**CHAPITRE 2 – Charpente bois**



Apprentis :

BEAN Guillaume  
FRANCOIS Antoine  
LE MEUR Loïc  
MOREL Fabien  
SOUCHET Laurent

# **Sommaire**

---

## **I – Généralité**

- 1 – Profession
- 2 – Principes généraux

## **II – Technologie**

- 1 – Terminologie
- 2 - Matériaux et matériels
- 3 – Mise en œuvre
- 4 – Plans lecture symbole
- 5 – Pathologies
- 6 – Prévention sécurité
- 7- Hypothèses de calcul

## **III – Consultation**

- 1 – Consultation
- 2 – Analyse des offres

## **IV – Evaluation**

## **V – Qualité**

## **VI – Délais**

## **VII - OPR**

## I – Généralités

A quoi ça sert ?

La charpente a pour rôle premier d'assurer l'ossature porteuse des éléments de couverture quelle que soit leur nature. Elle peut être réalisée en matériaux bois (massif ou lamellé collé), en éléments métalliques et plus rarement en béton. Nous ne traiterons dans cette partie de cours que la charpente bois.

La charpente est l'élément porteur de la couverture. C'est pourquoi, elle doit être réalisée au plus tôt, afin d'obtenir le hors d'eau.

On réalise donc la charpente dès que le gros-œuvre a achevé les appuis de la charpente, en tenant compte du temps de séchage du béton en fonction des efforts repris par la structure béton.

### 1. LA PROFESSION

#### Les P.M.E. :

En France le secteur de la construction bois connaît un fort développement dû notamment à la volonté des maîtres d'ouvrages d'utiliser de plus en plus le bois, mais aussi aux nouvelles réglementations européennes qui visent à promouvoir la mise en œuvre du bois.

Notons aussi que ce secteur est fortement représenté au niveau artisanal.

Le tableau suivant reprend le classement par ordre alphabétique des principales sociétés de fabrication de charpente. Ce classement ne tient pas compte des divers types de charpentes bois fabriqués. Il n'a pas non plus pour vocation d'être exhaustif.

#### **ALCA-BOIS**

24 Chem De La Menude Zi D En Jacca 31770 Colomiers - **FRANCE** - Tel : +33 561 30 23 50 - Fax : +33 561 30 23 51

Type d'activité : Fabricant Effectifs : 11 - 50 Chiffre d'affaires : 1 - 2,5 (en millions d'euros)

#### **ANTHOINE (SCIERIE) SA**

2065 Rue Nationale 74300 Magland - **FRANCE** - Tel : +33 450 34 74 67 - Fax : +33 450 90 20 84

Type d'activité : Fabricant Effectifs : 11 - 50 Chiffre d'affaires : 1 - 2,5 (en millions d'euros)

#### **BLANVILLAIN SA**

72 Route Grotteaux 41250 Mont Près Chambord - **FRANCE** - Tel : +33 254 70 70 30 - Fax : +33 254 70 78 19

Type d'activité : Fabricant Effectifs : 11 - 50 d'affaires : 5 - 10 (en millions d'euros)	Chiffre
<b>BRUTEUL SA</b> Petite Salle Rte Du Mans 72700 Pruillé Le Chétif - <b>FRANCE</b> - Tel : +33 243 39 12 40 - Fax : +33 243 47 24 43	
Type d'activité : Fabricant Effectifs : 51 - 100 Chiffre d'affaires : 5 - 10 (en millions d'euros)	
<b>CHAMPEAU ET CIE SA</b> Planchemouton 87120 Eymoutiers - <b>FRANCE</b> - Tel : +33 555 69 82 00 - Fax : +33 555 69 23 29	
Type d'activité : Fabricant Effectifs : 101 - 200 Chiffre d'affaires : 11 - 50 (en millions d'euros)	
<b>CHARLITT</b> Rte D'Ardres Zi Du Camp Du Drap D'Or 62340 Guines - <b>FRANCE</b> - Tel : +33 321 36 00 17 - Fax : +33 321 35 08 57	
Type d'activité : Fabricant Effectifs : 11 - 50 Chiffre d'affaires : 1 - 2,5 (en millions d'euros)	
<b>CHARPENTES DE BOURGOGNE (LES)</b> 12 Av De Paris 89470 Monéteau - <b>FRANCE</b> - Tel : +33 386 53 43 08 - Fax : +33 386 40 51 45	
Type d'activité : Fabricant Effectifs : 11 - 50 Chiffre d'affaires : 1 - 2,5 (en millions d'euros)	
<b>CHAUVIN FRERES SAS</b> 5 R Médecins 39250 Mignovillard - <b>FRANCE</b> - Tel : +33 384 51 35 35 - Fax : +33 384 51 30 04	
Type d'activité : Fabricant Effectifs : 11 - 50 Chiffre d'affaires : 5 - 10 (en millions d'euros)	
<b>CHAUVIN FRERES SAS</b> 5 R Médecins 39250 Mignovillard - <b>FRANCE</b> - Tel : +33 384 51 35 35 - Fax : +33 384 51 30 04	
Type d'activité : Fabricant Effectifs : 11 - 50 Chiffre d'affaires : 5 - 10 (en millions d'euros)	
<b>ETS BERTON DEMANGEAU SA</b> 45 Rue Anjou 44330 Vallet - <b>FRANCE</b> - Tel : +33 240 33 99 55 - Fax : +33 240 33 95 24	
Type d'activité : Fabricant Effectifs : 11 - 50 Chiffre d'affaires : 11 - 50 (en millions d'euros)	
<b>JAMES D'EXPLOITATION SA</b> 26 R Libération 50370 Brécey - <b>FRANCE</b> - Tel : +33 233 48 70 44 - Fax : +33 233 48 08 81	
Type d'activité : Fabricant Effectifs : 51 - 100 Chiffre d'affaires : 11 - 50 (en millions d'euros)	
<b>JAMET SA (ETABLISSEMENTS)</b> La Croix Rouge 22230 Trémorel - <b>FRANCE</b> - Tel : +33 296 25 21 68 - Fax : +33 296 25 27 40	
Type d'activité : Fabricant Effectifs : 11 - 50 Chiffre d'affaires : 1 - 2,5 (en millions d'euros)	
<b>LES CHARPENTIERS DE PARIS</b> 46 Rue Des Meuniers 92220 Bagneux - <b>FRANCE</b> - Tel : +33 146 73 92 50 - Fax : +33 147 35 75 24	
Type d'activité : Fabricant Effectifs : 101 - 200 Chiffre d'affaires : 11 - 50 (en millions d'euros)	
<b>PARIS CHARPENTE SA</b> 25 Rue Cuvier 93100 Montreuil - <b>FRANCE</b> - Tel : +33 148 59 00 40 - Fax : +33 148 59 80 79	
Type d'activité : Fabricant Effectifs : 11 - 50 Chiffre d'affaires : 2,5 - 5 (en millions d'euros)	
<b>PAVISOL SA</b> Rte Toury 45300 Pithiviers Le Vieil - <b>FRANCE</b> - Tel : +33 238 32 36 50 - Fax : +33 238 30 37 84	

Type d'activité : Fabricant Effectifs : 101 - 200 Chiffre d'affaires : 11 - 50 (en millions d'euros)

**SANGUINET SA**

Lot Artisanal Du Sailhet 65400 Argelès Gazost - **FRANCE** - Tel : +33 562 97 07 91 - Fax : +33 562 97 56 11

Type d'activité : Fabricant Effectifs : 11 - 50 Chiffre d'affaires : 2,5 - 5 (en millions d'euros)

**SCIE MAT INDUSTRIE**

37 Rte Henry, ZI Parc De Haye 54840 Velaine En Haye - **FRANCE** - Tel : +33 383 23 26 72 - Fax : +33 383 23 25 03

Type d'activité : Fabricant Effectifs : 11 - 50 Chiffre d'affaires : 5 - 10 (en millions d'euros)

**VIEU ET FILS**

Massaguel 81110 Dourgne - **France** - Tel : +33 563 73 33 63 - Fax : +33 563 73 33 60

Type d'activité : Fabricant Effectifs : 11 - 50 Chiffre d'affaires : 2,5 - 5 (en millions d'euros)

Pour analyser ce tableau il est nécessaire de savoir comment est fait le classement. Premièrement les effectifs sont groupés, donc on ne connaît pas le nombre exact de salariés (de 11 à 50 salariés par exemple). Deuxièmement, le chiffre d'affaire est aussi indiqué sous forme de tranches (de 1 à 2,5 millions d'€ par exemple).

Le tableau suivant reprend le classement, par leurs chiffres d'affaires, des entreprises de pose de charpente. Celles ci sont regroupées sous le code NAF 45.2L quel que soit le ou les types de charpente mis en œuvre. Ce classement est issu du site de Euridile l'INPI.

France entière / 452L - Travaux de charpente

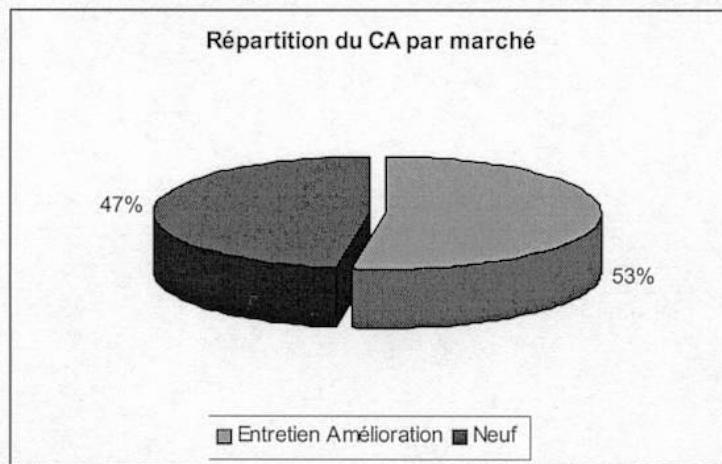
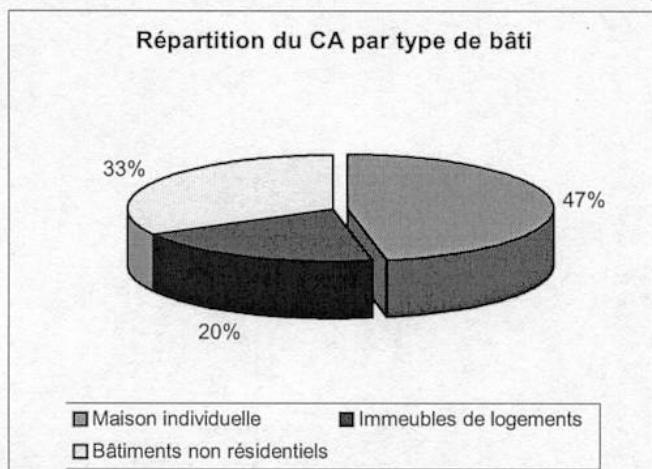
N° RCS	Dénomination	(c) Comptes consolidés	
		C.A. H.T. (Euros)	Année
1 <u>572010999</u>	SOCIETE COOPERATIVE DE PRODUCTION LES CHARPENTIERS	18 553 991	2001
2 <u>915521017</u>	ETABLISSEMENT PAUL MATHIS	15 187 688	2001
3 <u>378566988</u>	ROSE ELUDIS CHARPENTE	13 103 489	2002
4 <u>795820067</u>	ETABLISSEMENTS FARGEOT SA	12 444 589	2000
5 <u>348371550</u>	CONSTRUCTIONS GASPAILLARD	11 827 613	2001
6 <u>327834214</u>	A JAMES	10 983 753	2001
7 <u>401373410</u>	SOCOPA	10 172 351	2001
8 <u>392382917</u>	ETUDE ET MONTAGE GAUTHIER	9 197 836	2001
9 <u>433998358</u>	BELLIARD FRERES	7 384 279	2001
10 <u>351695986</u>	GESTION COORDINATION CONSTRUCTION CARAIBES	7 302 257	2001
11 <u>871802690</u>	LEDUC SA	6 939 227	2002
12 <u>418126918</u>	SA CEAS MATERIAUX	6 910 740	2001
13 <u>320182447</u>	SARL LE BRAS FRERES	6 828 008	2002
14 <u>340644327</u>	CONSTRUCTIONS TRILLOT	6 638 000	2001
15 <u>659803738</u>	Société CHARPENTE MENUISERIE BATIMENTS PREFABRIQUE	6 547 240	2000
16 <u>344327564</u>	LEBOUCHER DG	6 329 142	2002
17 <u>433361193</u>	MINOT BATISSEUR BOIS MINOT 2B	6 224 112	2001
18 <u>702013137</u>	ROBERT AUBY ET COMPAGNIE SOCIETE D'EXPLOITATION	6 175 455	2001
19 <u>546420092</u>	MARGUERON	5 953 711	2001
20 <u>350925673</u>	GOUDALLE CONSTRUCTION	5 948 532	2001
21 <u>319864468</u>	PUYENCHET SA	5 549 561	2001
22 <u>302004460</u>	CHARPENTE MENUISERIE ROUSSEAU	5 517 739	2001
23 <u>320464662</u>	ETABLISSEMENTS BARLET FRERES	5 472 383	2001
24 <u>737350033</u>	DESCHAMPS SA	5 382 766	2001
25 <u>301865630</u>	ETABLISSEMENTS GIRAUD DELAY	5 381 402	2001
26 <u>785210352</u>	ETABLISSEMENTS PIERRE GIAGNONI SARL	5 377 147	2001
27 <u>319995155</u>	SOCIETE DAUPHINOISE DE CHARPENTE COUVERTURE	5 371 886	2001
28 <u>340438365</u>	LAMELLE COLLE NORMANDIE	5 349 388	2002
29 <u>306552860</u>	LAMELLE COLLE CAILLAUD ET FILS	5 339 528	2001
30 <u>352924096</u>	ETABLISSEMENTS ROBERT WEISROCK	5 250 458	1999
31 <u>331386805</u>	SOCIETE DE CONSTRUCTION ET D OSSATURE BOIS	5 077 872	2001
32 <u>402926711</u>	SCGE EXPLOITATION	4 959 120	2001
33 <u>333985596</u>	DUCLOUX	4 869 733	2000
34 <u>303303796</u>	SA BATUT	4 558 018	2002
35 <u>384135398</u>	ETABLISSEMENTS GEORGES MOREAU	4 511 944	2001
36 <u>378685119</u>	BERTRAND PIGEON CONSTRUCTION BOIS	4 446 906	2001
37 <u>353312697</u>	CORDONNIER SOCIETE A RESPONSABILITE LIMITEE	4 427 426	2002
38 <u>388245896</u>	CRUARD CHARPENTE ET CONSTRUCTION BOIS	4 380 187	2001
39 <u>335003844</u>	BATIMENT SERVICES TRAVAUX	4 351 694	2001
40 <u>400810347</u>	CONSTRUCTION REBOURS	4 304 805	2002
41 <u>333952026</u>	COBAM	4 179 578	2000
42 <u>409194909</u>	CONSTRUCTIONS DANNO LAUNAY	4 177 275	2002
43 <u>342306180</u>	COPPET SA	4 167 094	2001
44 <u>317803203</u>	PIERREFEU	4 136 881	2001
45 <u>410473144</u>	CONSTRUCTION MILLET BOIS	4 017 755	2001
46 <u>660800491</u>	RIVIERE CHARPENTES	4 000 219	2002
47 <u>307035485</u>	LA COGECEM	3 941 025	2001
48 <u>339705295</u>	CHARPENTE MENUISERIE BILLY	3 908 681	2001
49 <u>328897418</u>	SOREBOIS	3 696 747	2001

De ces deux tableaux nous pouvons noter la taille relativement réduite des sociétés principales. En effet, contrairement à d'autres corps d'état, seuls les fabricants de charpentes ont un rayonnement économique étendu à toute la France. Les sociétés réalisant la mise en œuvre et parfois aussi la fabrication ou la préfabrication ont elles un chiffre d'affaire et un effectif reflétant une implantation régionale.

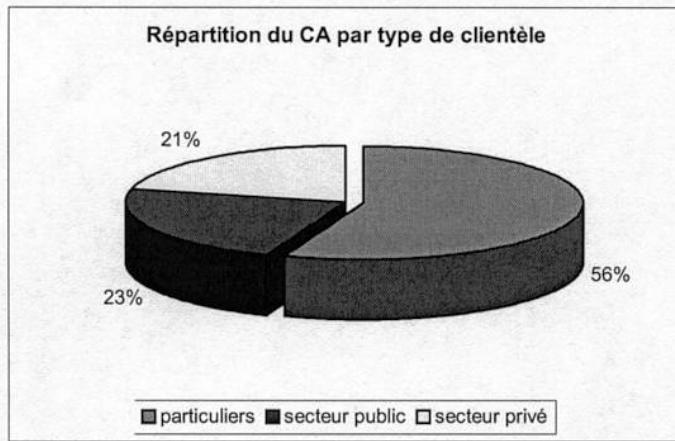
Les Artisans :

Découlant de ce que nous avons dit précédemment il est naturel de s'intéresser aux artisans qui représentent une part non négligeable du secteur de la charpente bois.

Les trois diagrammes suivants illustrent la répartition du chiffre d'affaire suivant le type de marché, le type de bâtiment et suivant le type de maîtrise d'ouvrage.

**PART DE MARCHES NEUF / ENTRETIEN AMELIORATION (Source : EAE 99)****DECOMPOSITION DU CHIFFRE D'AFFAIRES PAR TYPE DE BATI ( Source : EAE 1999)**

## DECOMPOSITION DU CHIFFRE D'AFFAIRES PAR TYPE DE CLIENTELE (Source : EAE 1999)



Cette répartition est relativement identique pour ce qui concerne les sociétés.

## 2. LES PRINCIPES GENERAUX

Le secteur de la charpente bois est développé autour de trois principaux types de charpentes.

Premièrement il s'agit de la charpente traditionnelle qui est le plus ancien mode de mise en œuvre du bois. Il s'agit de mettre en œuvre des éléments de charpente qui sont de section importante par rapport à la résistance mécanique du bois. En effet les différences d'homogénéité et l'orthotropie du bois obligent à avoir des sections importantes qui ne sont pas optimisées.

Par conséquent la charpente traditionnelle n'est pratiquement plus utilisée dans la construction neuve. Par contre ce type de charpente est toujours majoritairement utilisée dans le cadre de réhabilitations ou de rénovations de charpentes existantes.

Le second type prépondérant est la charpente réalisée avec le système de fermettes industrielles. Cette méthode de mise en œuvre est rapide et peu coûteuse car il n'est pas nécessaire d'employer des moyens de levage importants. En outre cette méthode permet d'optimiser les sections utiles de bois ainsi que les assemblages. La fermette industrielle est largement répandue dans les constructions de maisons individuelles.

A titre d'exemple la société CHAMPEAU (87) leader français pour la fabrication de fermettes industrielles réalise un chiffre d'affaire de plus de 39.000.000 d'€ pour 67.675m<sup>3</sup> de produit fini dont 37.000m<sup>3</sup> de fermettes.

Ces deux premiers types de mise en œuvre de la charpente bois regroupent la majeure partie des entreprises.



*Vue intérieure d'une charpente d'une maison à ossature bois.*

Enfin le troisième type de mise en œuvre de la charpente bois est le lamellé-collé. Cette méthode consistant à coller des lames de bois suivant la forme de panne ou de ferme désirée est née en 1903 et ne cesse de se développer depuis.

Le fait de reconstituer des poutres en collant de minces sections de bois permet de purger les singularités du bois ce qui contribue à fiabiliser ce type de réalisation. Les défauts du bois sont entre autre l'hétérogénéité ou bien l'action néfaste de l'humidité sur l'allongement des fibres.

Parmis les 18 adhérents au syndicat du bois lamellé-collé (SNCCBLC) les sociétés ayant la plus forte capacité de fabrication sont au nombre de trois. Elles réalisent chacune plus de 10.000 m<sup>3</sup> de BLC par an.

Il s'agit de :

Société EURO LAMELLE      74000 RUMILLY

Société HASS WEISROCK      88580 SAULCY SUR MEURTHE

Société COSYLVIA      23400 BOURGANEUF

Cette technique est en fort développement car elle permet de créer des poutres et des arcs de grande portée, de forte résistance et de faible poids. On trouve le plus de réalisations en BLC dans des locaux tels que des centres commerciaux, des salles de sports ou de spectacle. En France le Stade de Poitiers est réalisé à l'aide d'éléments de 130 m de longueur.



*Vue d'ensemble d'une charpente en fermettes.*

A tous ces systèmes de charpente bois prépondérants il faut ajouter des variantes ou des systèmes annexes qui permettent de compléter l'offre de ce secteur (Bois Lamellé Cloué, constructions en ossature bois à l'aide de panneaux préfabriqués, ...).

## II – Technologie

### 1 – Terminologie

Il est nécessaire, dans un premier temps, de définir un certain nombre de mots communs aux professionnels et textes réglementaires.

**Arbalétrier** : Élément de ferme incliné suivant la pente du comble et recevant les pannes ou les liteaux.

**Bardeau** : Élément en bois de petites dimensions utilisés comme matériau de couverture ou de bardage

**Cavité** : Volume entre éléments de l'ossature, fermé par ceux-ci et les matériaux de parement directement appliqués. Ce volume peut être rempli ou non par un isolant. On distingue :

- ✓ La cavité ouverte dans laquelle il y a circulation d'air
- ✓ La cavité fermée.

**Chaînage**: Élément de structure continu ou rendu tel, fixé sur les parois porteuses.

**Contreventement** : Dispositif constructif ayant pour fonction de stabiliser le bâtiment.

**Durabilité** : Ensemble de propriétés (chimiques, physiques, anatomiques) naturelles ou artificielles, conférées par un procédé quelconque, que possède un bois pour résister aux atteintes biologiques (insectes, champignons).

**Durabilité Naturelle** : Durabilité que présente un bois, dans des conditions données, en l'absence de tout traitement de préservation.

**Écharpes** :Pièce de bois oblique participant aux contreventements.

**Entrait** : Élément de structure reliant les arbalétriers ( appelé aussi "tirant" )

**Étrésillons** : Élément de faible longueur reliant des membrures, les arbalétriers ou les entraits

**Humidité relative du bois** : Rapport exprimé en pourcentage, entre la quantité d'eau contenue dans une pièce de bois et le poids anhydre de ce même bois.

**Inertie thermique** : L'inertie thermique d'un logement peut être définie comme la capacité qu'il offre de maintenir stable sa température intérieure malgré les variations des températures extérieures ou de l'ensoleillement.

**Lasure** : Produit pigmenté, laissant apparaître les veines du bois, non pelliculaire, pour rehausser et conserver l'aspect du bois. Ce type de produit ne nécessite pas de décapage des couches précédentes, lors de son entretien.

**Lisse basse ou (semelle)** : Élément de liaison entre les fondations et le plancher, ou, entre le plancher et les murs.

**Lisse haute** : Voir chaînage.

**Matériaux de parement** : Matériaux (fréquemment appelé parement) qui réalisent la surface visible extérieure ou intérieure d'un mur.

**Module Tridimensionnel** : Volume composé d'éléments : plancher, murs plafond, cloisons, toitures, entièrement fabriqués et assemblés en usine.

**Montant** : Pièce de bois verticale d'un élément de structure.

**Ossature** : Ensemble des montants et traverses composant un élément de mur. Il peut être aussi employé pour un ensemble de solives et entretoises composant un plancher.

**Panne** : Pièce de bois posée sur les arbalétriers ou sur les murs porteurs et qui leur transmet les charges de la couverture.

**Panneau dérivé du bois** : Panneau d'origine ligno-cellulosique (bois) comprenant : les panneaux de particules, les contreplaqués, les panneaux de fibre, les panneaux lattés. ...

**Parement** : Surface visible extérieure ou intérieure d'un mur. Le parement peut recevoir un revêtement tel que : peinture, enduit, bardage.... ou rester en l'état si sa surface est destinée à être apparente.

**Pare-air** : Matériaux mis en œuvre conjointement avec les parements ou les pare-pluie et pare-vapeur pour assurer l'étanchéité à l'air des ouvrages

**Pare-pluie** : Matériaux utilisés sous le revêtement extérieur du mur comme protection contre le passage de l'eau. Le pare-pluie doit rester perméable à la vapeur.

**Pare-vapeur** : Matériaux mis en œuvre sur la face chaude de la paroi destiné à limiter la transmission de la vapeur d'eau.

**Planche** : Pièce de bois dont l'épaisseur est comprise entre 22 et 41 mm.

**Plancher** : Élément de structure horizontale destiné à séparer une construction en plusieurs niveaux.

**Plénum** : Espace situé entre deux parements de paroi.

**Poteau** : Pièce de bois verticale supportant une structure.

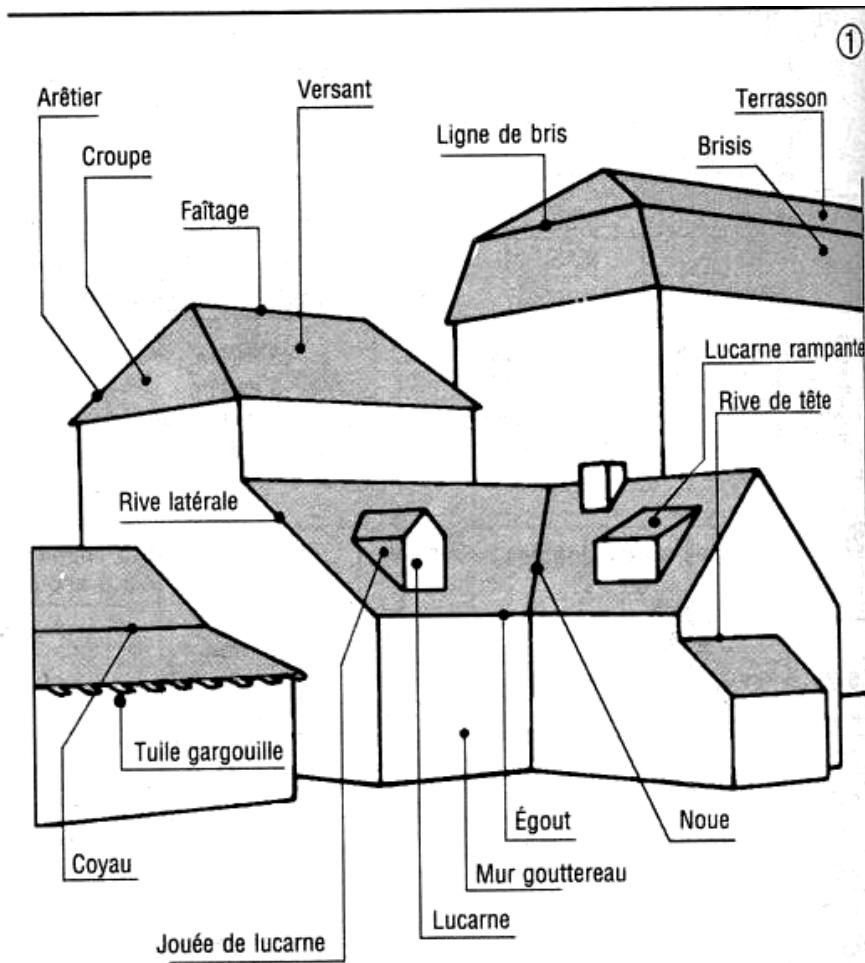
**Revêtement** : Ouvrage recouvrant le parement d'une paroi et permettant de la consolider, de l'isoler ou de la décorer (enduit, peinture, bardage, papier peint, carrelage, parquet...)

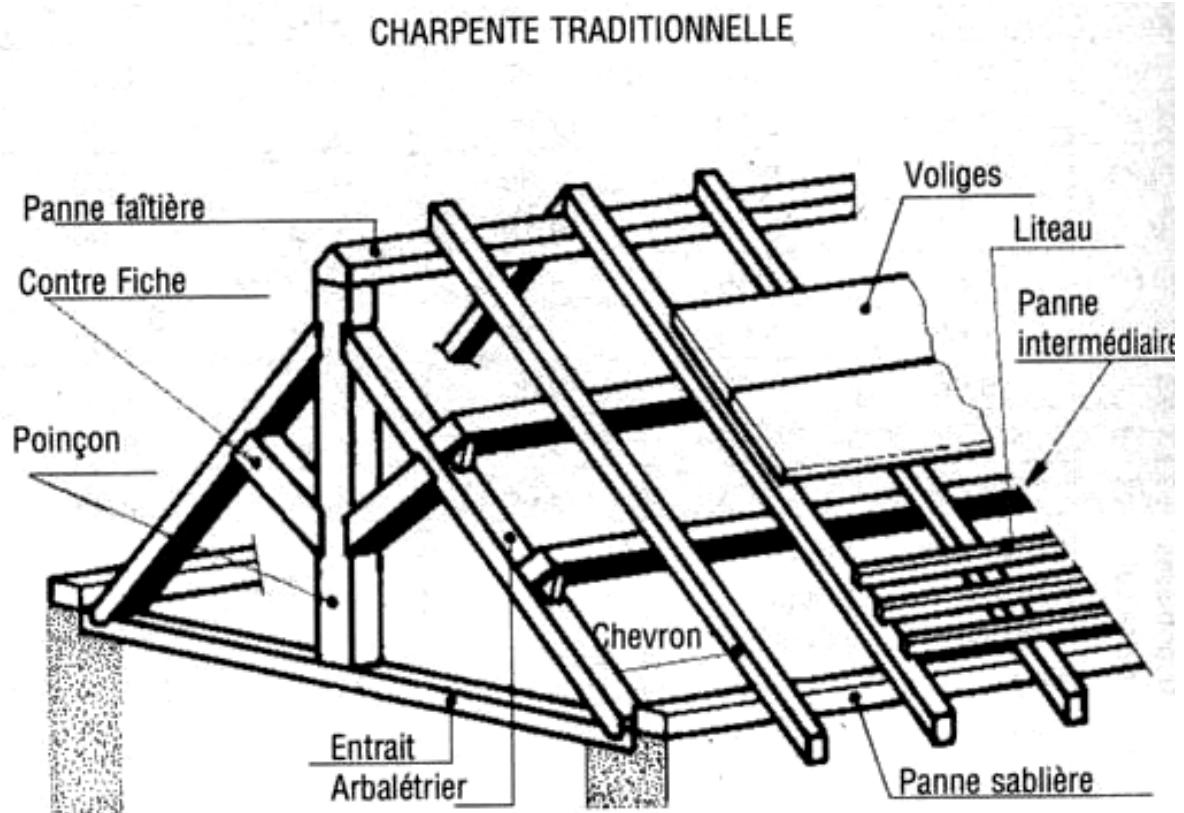
**Solive** : Pièce de bois recevant le support de revêtement de sol et éventuellement le plafond.

Solive de rive : Pièce de bois continue reposant sur la lisse haute (chaînage).

**Traverse** : Pièce de bois continue assemblée à chaque extrémité des montants dans un élément de mur.

**Voile Travailleur ou Contreventement** : Ouvrage en plaque associé à une ossature





2 – Matériaux, matériels**Matériaux****• Bois**

Le bois massif est employé dans les structures, les enveloppes, les parements et les meubles.

Cependant, en fonction des caractéristiques propres de chaque essence et des exigences spécifiques des différents ouvrages.

Pour la réalisation de charpente, on peut utiliser les différentes essences de résineux et de chêne.

Les principales qualités requises sont :

- la résistance mécanique et la tenue à long terme.
- la légèreté
- la résistance aux altérations chimiques et biologiques
- la résistance au feu

Les résineux sont des bois relativement légers, donc de mise en œuvre facile, et dont la résistance mécanique spécifique (rapportée à la densité du bois) est bonne. L'aptitude de ces essences à l'imprégnation par un produit de préservation est en général bonne.

Classes de densité et de dureté	Densité	Dureté (Chalais-Meudon)	Essences
Bois très lourds et très durs	0,85	9	Azobé, ipé
Bois lourds et durs	0,70 - 0,85	5 - 9	Charme, movingui, chêne dur
Bois mi-lourds et mi-durs	0,56 - 0,70	2,5 - 5	Niangon, iroko, châtaigner, chêne tendre, pins
Bois légers et tendres	0,45 - 0,55	1,25 - 2,5	Framiré, douglas, épicea, sapin, pins
Bois très légers et très tendres	0,45	1,25	Western red cedar, séquoia, peuplier

**• Bois lamellisé**

Le bois lamellisé PSL (parallel strand board) ressemble à une poutre constituée de longues lamelles parallèles.

Les lamelles d'environ 3 mm d'épaisseur orientées dans le sens des fibres (pour tirer parti de la résistance naturelle du bois) sont encollées et pressées en continu dans un format de base ( 20 m de long pour une section de 30 à 40 cm environ).

## Caractéristiques physiques et mécaniques

Son module d'élasticité est supérieur de 45% à celui du bois massif. Il offre une résistance mécanique élevée au cisaillement et aux sollicitations transversales ainsi que de bonnes caractéristiques en flexion.

## Applications

Stable et résistant, le bois lamellisé est adapté à la réalisation de poutres maîtresse, de poteaux et de linteaux de grande portée.

### • **Bois lamifié**

Le bois lamifié est un lamellé-collé de placages sur chant. Le produit est réalisé à partir de placages de résineux de faible épaisseur (3 à 4 mm) empilés à plat, collés avec une résine phénolique résistant aux intempéries et pressé. Les panneaux sont coupés en longueur et refendus à la demande. Les poutres peuvent ainsi atteindre 23m de longueur pour une épaisseur qui varie de 20 à 90 mm

## Caractéristiques physiques et mécaniques

Les caractéristiques sont supérieures à celles du bois massif, du lamellé-collé classique et même de l'acier

Il est par ailleurs stable aux variations de température et d'humidité.

## Applications

Ce matériaux est destiné aux éléments structuraux rectilignes, comme les poutres droites ou profilées, les pièces de charpente, les montants d'ossature....

### • **Bois Lamellé collé**

L'utilisation du bois lamellé collé remonte au XIXème siècle pour la fabrication de chaises. En 1900, Otto Hetzer, maître charpentier allemand, dépose un brevet pour la fabrication de poutres composées de lamelles de pin. Six ans plus tard, un brevet pour la charpente lamellé collée cintrée est déposé et l'ensemble de cette technique se développe sur l'Europe, sauf en France, pour la réalisation des hangars essentiellement.

Le principe du bois lamellé consiste à abouter des planches en résineux de faible épaisseur (< 50 mm) par des entures.

Ces lamelles continues sont ensuite collées entre elles et maintenues sous pression pour réaliser des éléments droits ou courbes de grande hauteur (jusqu'à 2m) et de grande longueur (jusqu'à 100m). Après la fabrication et l'usinage, ces pièces reçoivent un traitement fongicide et insecticide.

Les principes généraux de fabrication sont indiqués dans les paragraphes suivants. De nombreuses variantes existent notamment au niveau des techniques de mise sous presse et de polymérisation de la colle.

**1<sup>re</sup> opération : Séchage ou Stabilisation**

La première opération consiste à amener l'humidité du bois approvisionné à celle requise pour la fabrication. L'humidité d'une lamelle dépend du traitement ou non du bois. Pour le bois non traité, l'humidité doit être homogène, à savoir entre 8 et 15 % et avec un écart maximal de 4 % dans une même lamelle. Pour le bois traité, l'humidité doit être comprise entre 11 et 18 %.

**2<sup>e</sup> opération : Entourage et Aboutage**

Après une opération dite " de purge " (triaje) consistant à éliminer les défauts, les lamelles sont tronçonnées et aboutées, afin de réaliser les longueurs nécessaires à la fabrication. Au cours de cette opération, la température du bois doit être supérieure ou égale à 15°C. Les joints à entures multiples sont les plus utilisés "(enture de 5 à 50 mm) avec une tendance actuelle aux entures courtes (10 à 15 mm). La pression minimale pour l'aboutage est de l'ordre de 20 bars.

**3<sup>e</sup> opération : Le rabotage des lamelles**

Après aboutage, un rabotage des lamelles s'effectue au maximum 24 h avant l'encollage. L'écart maximum admissible par rapport à l'épaisseur moyenne sur une longueur de lamelle de 1 m, est égal à 0,2 mm. Pour les adhésifs urée-formol non modifiés, cet écart doit être inférieur à 0,1 mm.

**4<sup>e</sup> opération : Encollage des lamelles**

Autrefois, il était effectué manuellement. Aujourd'hui, cette opération est réalisée avec des encolleuses à rideaux ou rouleaux. Au moment du collage, les surfaces doivent être propres, et l'adhésif appliqué uniformément.

**5<sup>e</sup> opération : Serrage des lamelles**

Il a pour but de maintenir les pièces encollées à la pression voulue dans la forme désirée pendant le temps de polymérisation de la colle. Ce temps est variable suivant le type de colle employée, la température et l'hygrométrie de l'air ambiant, le mode de chauffage, éventuellement.

La pression minimale pour les différents types de colle généralement employées dépend de l'épaisseur de la lamelle (inférieure à 35 mm ou supérieure jusqu'à 45 mm) ; elle varie de 6 bars pour les faibles épaisseurs et, pour les plus fortes, de 8 ou 10 bars. Cette pression est obtenue :

- ✓ par des tiges filetées de forte section dont le serrage se fait à l'aide de clé à choc ayant un dispositif dynamométrique de débrayage automatique,
- ✓ par des vérins hydrauliques ou pneumatiques,
- ✓ par la répartition de l'effort à l'aide de blocs de serrage sur la planche de répartition,
- ✓ par le nombre de tiges filetées suivant l'épaisseur des lamelles et de la planche de répartition.

Lors du séchage, le retrait de la pièce en cours de collage nécessite un maintien constant de la pression qui peut se faire :

---

- ✓ manuellement, par un resserrage régulier,
- ✓ automatiquement, par des ressorts compensateurs ou par tout autre système équivalent.

L'entre axe maximal des presses dépend de la pression de collage ainsi que de l'épaisseur de la poutre à serrer et ne devra jamais dépasser 40 cm à l'intrados.

#### **6<sup>e</sup> opération : Taillage et Finitions**

Il s'agit essentiellement des opérations de rabotage, de perçage et taillage et application de produits de traitement et/ou finitions.

*Le vélodrome de Bordeaux*

**•Sabots métallique**

extrait de la fiche technique

*Le HD5A est utilisé pour transférer les efforts de traction à travers les planchers, pour ancrer les pannes à la maçonnerie ou au béton. La distance réglementaire du boulon au bord du bois est donnée par la hauteur HB.*

**MATIERE**

Acier galvanisé, épaisseur de la base 6,0 mm, du corps 3,5 mm.

**DIMENSIONS**

Voir tableau.

**AVANTAGES**

Fabriqué sans soudure ce qui assure de meilleures performances.

La plaque en pied élimine la rondelle pour le transfert de charge.

**FIXATIONS**

Voir tableau.

**INSTALLATION**

Utiliser toutes les fixations spécifiées.

Le jeu de perçages dans le bois pour les boulons doit être limité à 1 mm.

Utiliser des rondelles pour les assemblages écrous sur bois.

Dans le cas d'éléments doublés, les 2 pièces doivent être clouées ensemble pour agir comme une seule pièce.

**Il existe un grand nombre d'élément:**

AC - Têtes de poteaux

BC - Têtes de poteaux

RTU / RTR - Fixations 2 éléments

SF - Supports de faîtages

3 – Mise en œuvreLes assemblages

Les assemblages ont pour fonction d'assurer la liaison entre deux ou plusieurs pièces de bois constituant une charpente ou une ossature.

Il permettent soit d'augmenter les dimensions en longueur ou en épaisseur, soit de transmettre des efforts en participant à la stabilité générale de la structure. Plusieurs systèmes d'assemblage peuvent être adoptés aux efforts à reprendre et au principe constructif retenu comportant des liaisons par encastrement ou articulation : charpente traditionnelle en bois massif, charpente industrialisée, charpente en bois lamellé-collé ou ossature bois. La position des pièces doit être telle que l'intersection de leurs axes corresponde à la position théorique de calcul, afin d'éviter de prendre en compte des sollicitations secondaires, toujours difficiles à apprécier.

Les assemblages sont réalisés selon les trois principes suivant :

- **Liaison par contact bois**, employée en charpente traditionnelle ;
- **Liaison par organe d'assemblage**, pouvant être des éléments à tige – pointes, broches, boulons, tire-fonds – des assembleurs – anneaux, crampons, clavettes – ou des pièces métalliques telles que : connecteurs, cornières, sabots ou étrier ;

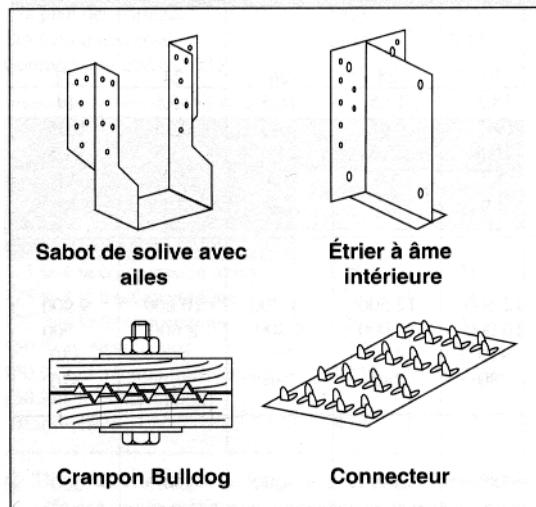


Fig. 11.15 • Organes d'assemblage:

- **Liaison par collage**, utilisée essentiellement pour la charpente bois lamellé-collé ; les techniques de collage sont limitées par des risques d'arrachement des fibres de bois

## Les assemblages bout à bout

Ces assemblages sont utilisés pour des pièces horizontales ou faiblement inclinées. En général, la liaison est assurée par une enture en sifflet ou à mi-bois ou par un joint en trait de Jupiter. Lorsque des efforts de tractions sont transmis, ces joints sont complétés par des boulons, des couvre-joints ou des connecteurs liant les deux pièces.

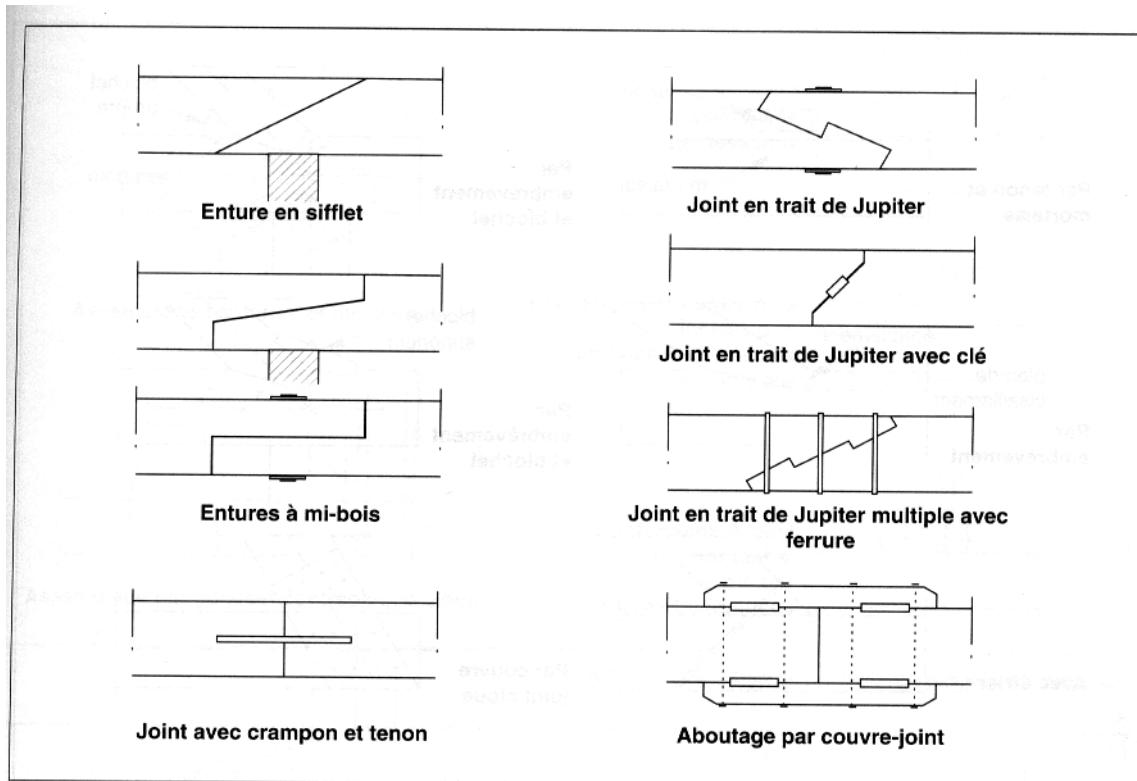


Fig. 11.16 • Assemblages bout à bout (pièces horizontales ou faiblement inclinées)

## Les assemblages obliques

Ces assemblages liant une pièce inclinée et une pièce horizontale doivent éviter les contraintes excessives locales de compression ou de cisaillement et l'effet de glissement. Ils sont réalisés par tenon et mortaise, par simple ou double embrèvement, avec ou sans blocheton. Une meilleure solidarisation des deux pièces est obtenue en ajoutant un étrier ou par clouage. La liaison effectuée par couvre-joint cloués, boulonnés ou par ajout de connecteurs évite toute perte de matière. L'utilisation de pièces moisées permet un assemblage direct.

Les pièces inclinées ou obliques transmettent une composante horizontale qu'il faut compenser. Dans une ferme, ce rôle est dévolu à l'entrait ou à un tirant métallique. Lorsque ceux-ci sont supprimés, pour permettre une meilleure utilisation de l'espace par exemple, la poussée horizontale est reprise au niveau de l'appui par un sabot métallique qui la transmet à l'élément porteur – poteau ou mur – calculé à cet effet.

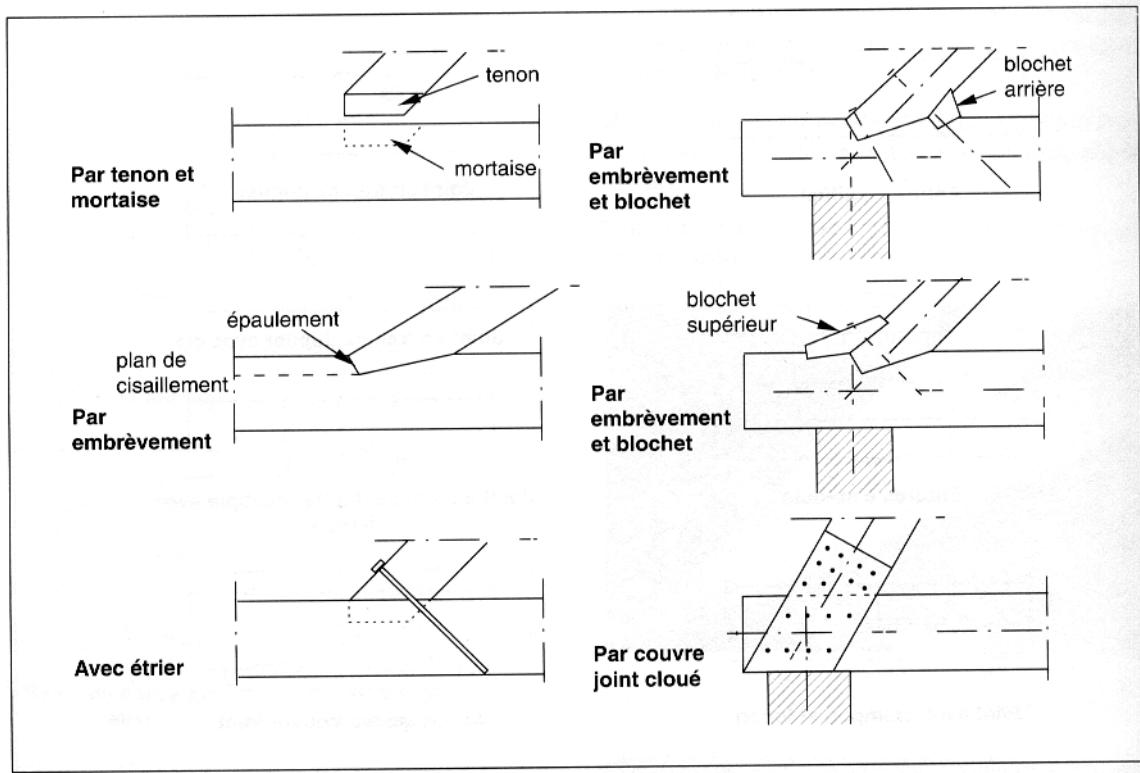


Fig. 11.17 • Assemblages obliques.

### Les assemblages perpendiculaires

Les assemblages perpendiculaires peuvent reprendre des efforts de traction ou de compression ; ils doivent éviter les contraintes excessives locales de compression ou de cisaillement ainsi que l'effet de glissement.

Soumis uniquement à des sollicitations de compression, ils sont réalisés par tenon et mortaise ou à l'aide de tasseaux, pour éviter tout déplacement latéral. Un socle en bois dur peut être interposé afin d'assurer une meilleure répartition des contraintes. L'assemblage par goussets ou par connecteurs évite la réduction de section et permet de reprendre des sollicitations aléatoires de traction.

Soumis à des efforts de traction, les assemblages perpendiculaires sont réalisés à mi-bois par queue d'aronde ou par adjonction d'une pièce complémentaire : étrier boulonné, tirant métallique traversant, couvre-joints ou connecteurs.

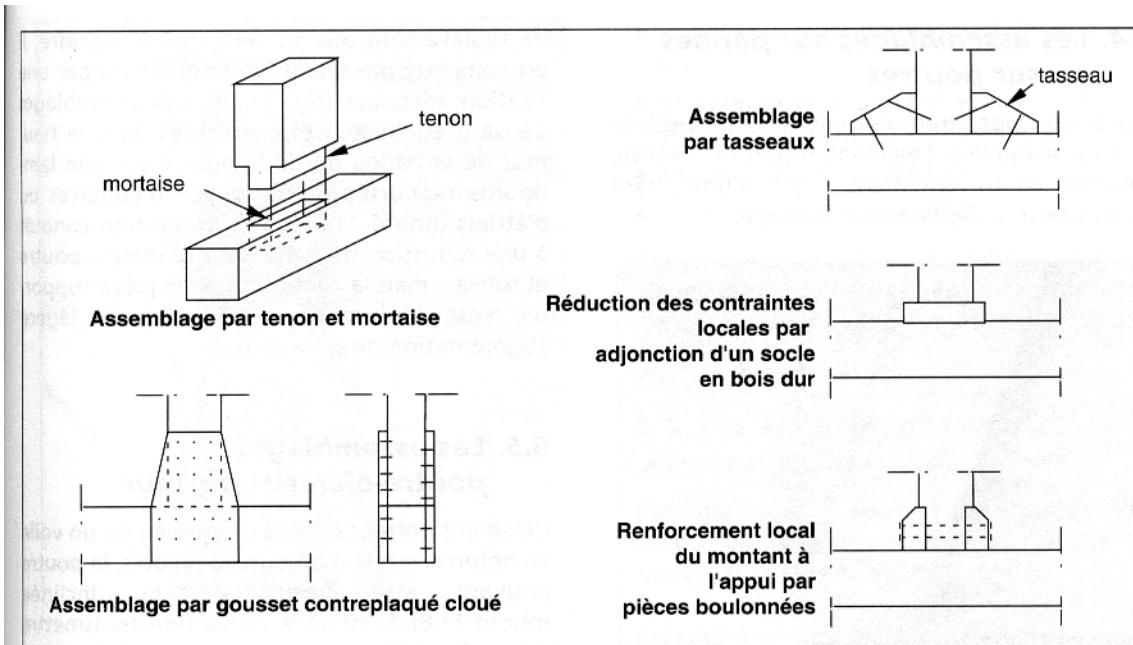


Fig. 11.18 • Assemblages perpendiculaires : compression transversale.

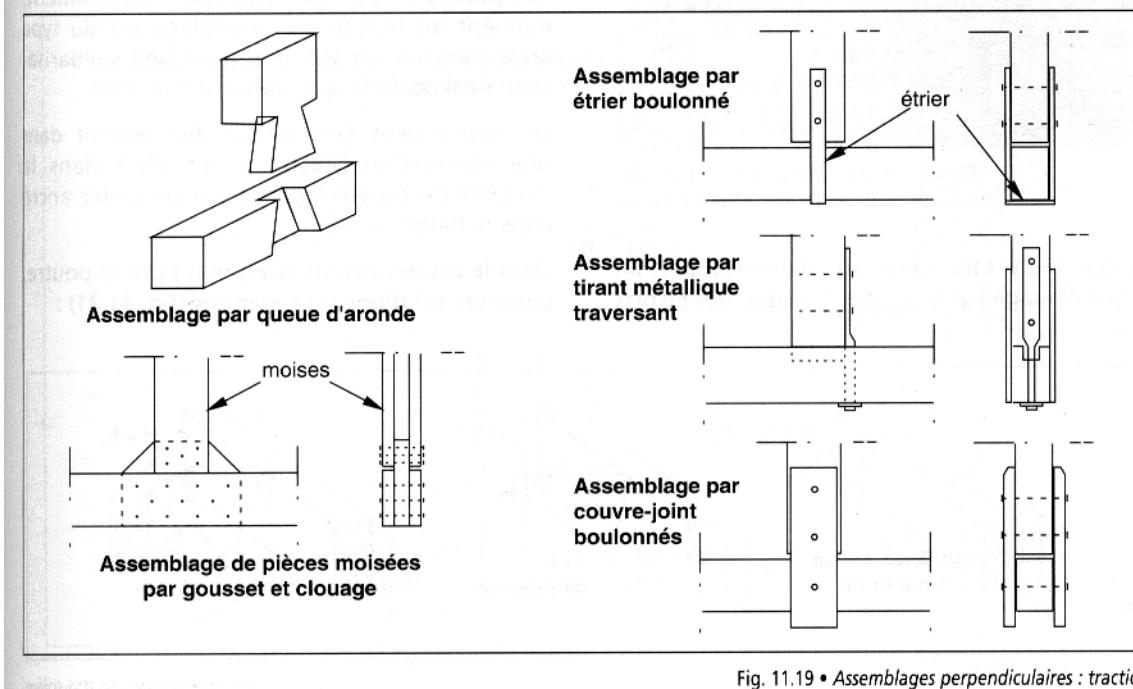


Fig. 11.19 • Assemblages perpendiculaires : traction.

### Les assemblages sur pannes ou poutres

Ces assemblages transmettent toutes les sollicitations auxquelles l'élément supporté – solive, chevron, contreventement – est soumis, sans mouvement ni déplacement possible.

L'appui peut être libre ou maintenu par un simple clouage sur la poutre. Lorsque des efforts de soulèvement dus au vent sont à craindre, il est complété par une échantignolle ou par une fixation adéquate. Ces assemblages peuvent également être exécutés dans la hauteur de la panne ou de la poutre sur une lambourde rapportée au moyen d'équerres ou d'étriers. Cette disposition conduit à une réduction de la hauteur globale – poutre et solive – mais la continuité de la pièce supportée n'est plus assurée occasionnant une légère augmentation de la section.

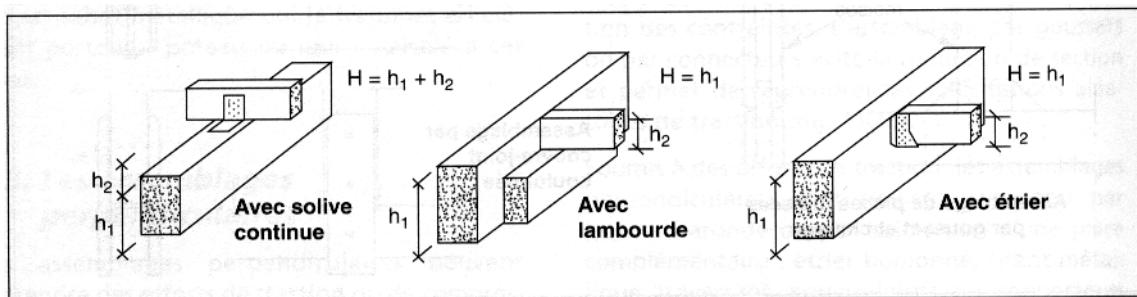


Fig. 11.20 • Assemblages poutre-solive.

### Les assemblages poutre-élément porteur

L'élément porteur est soit un poteau ou un voile en béton armé, soit un poteau en bois, la poutre pouvant être horizontale ou inclinée. Lorsque le nœud doit transmettre toutes les sollicitations auxquelles la poutre et l'élément porteur sont soumis – effort axial de compression ou de traction, cisaillement, moment de flexion – l'assemblage est du type encastrement, en vue d'obtenir une solidarisation aussi parfaite que possible.

La poutre peut être scellée directement dans une réservation prévue à cet effet dans la maçonnerie ou peut être reprise par un étrier ancré dans le béton armé.

Dans le cas des ossatures en bois poteau-poutre plusieurs solutions sont possibles :

- ✓ Les poteaux et les poutres sont dans le même plan ;
- ✓ Les poteaux et les poutres sont dans des plans différents, suivant un système moisé ;
- ✓ Les poteaux sont traversant ;
- ✓ Les poutres sont traversante.

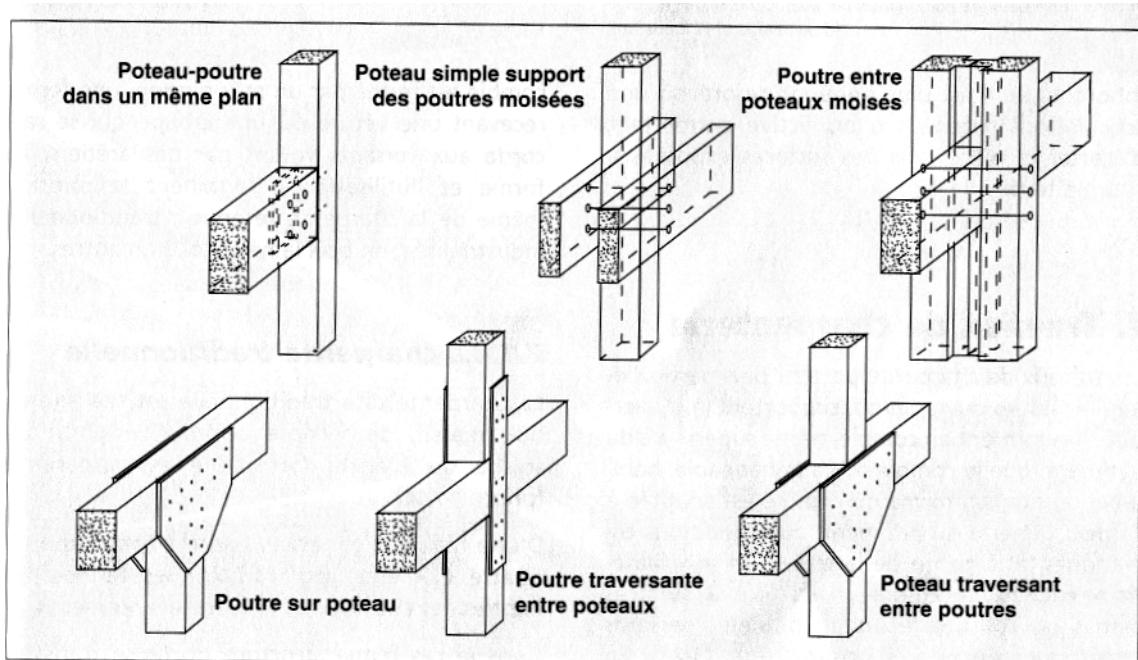


Fig. 11.21 • Assemblages poteau-poutre.

### Les assemblages en pied de poteau

Ces assemblages assurent la liaison entre le poteau et la fondation qui est calculée pour reprendre la totalité des efforts, qu'ils soient verticaux, horizontaux ou obliques. L'encastrement est relativement délicat à réaliser, le bois ne devant pas être en contact avec le sol. Il est plus fréquent de prévoir une articulation matérialisée ou fictive permettant d'éviter la pièce bois des surfaces exposées à l'humidité.

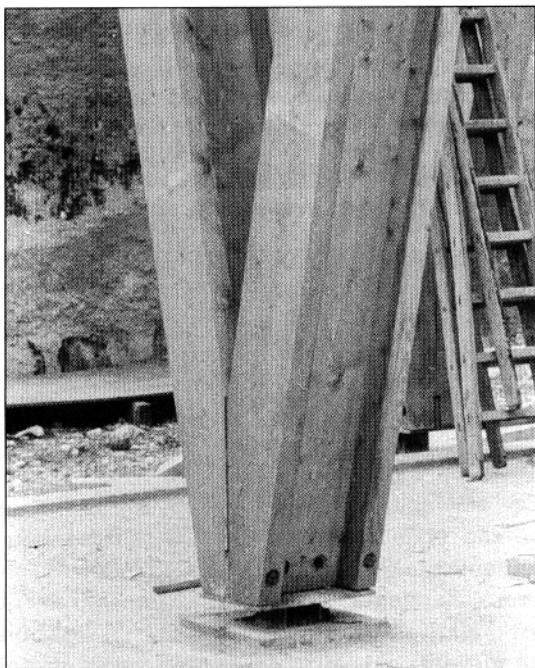


Photo 11.9 • Ossature bois : liaison par plaque métallique entre le pied de poteau et la fondation.

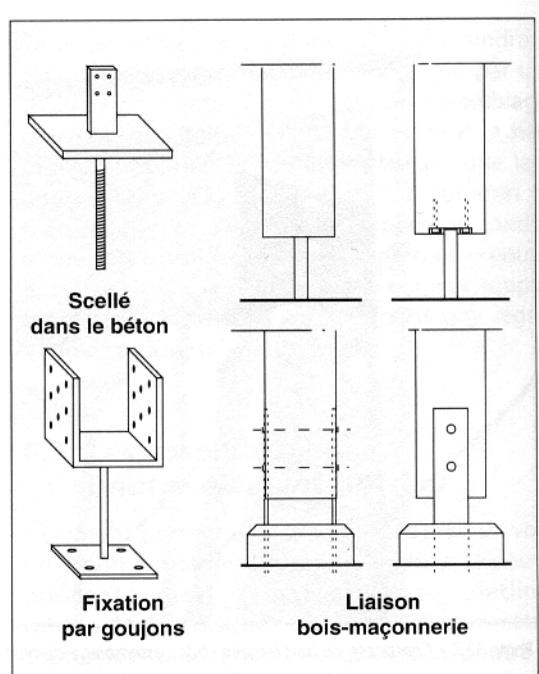


Fig. 11.22 • Pied de poteau.

Les travaux de charpente

Il existe plusieurs principes de charpente :

**La charpente traditionnelle**

La charpente dite traditionnelle est réalisée en bois massif, de sections appropriées, brut de sciage ou blanchi lorsqu'elle est apparente.

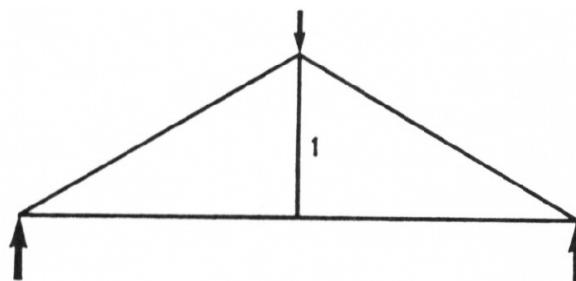
D'une manière générale, elle est constituée de quatre éléments : les fermes, les pannes, les chevrons et contreventements.

Dans le cas d'une structure porteuse transversale, les fermes peuvent être remplacées par des murs en maçonnerie sur lesquels les pannes prennent appui.

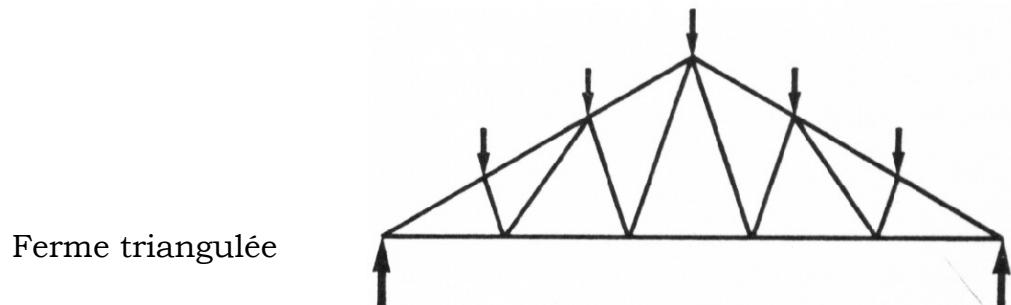
La couverture est portée par les chevrons espacés de 50 à 60 cm environ. Ceux-ci sont repris par les pannes ; faîtière, intermédiaires et sablières. Les pannes intermédiaires sont fixées sur les arbalétriers des fermes à l'aide d'échantignolles en bois ou métalliques. Elles peuvent être verticales ou déversées, c'est à dire suivant la pente du versant. Dans ce cas, le calcul doit tenir compte des contraintes de torsion.

La charpente est ancrée dans la maçonnerie pour éviter tout soulèvement dû à des effets du vent.

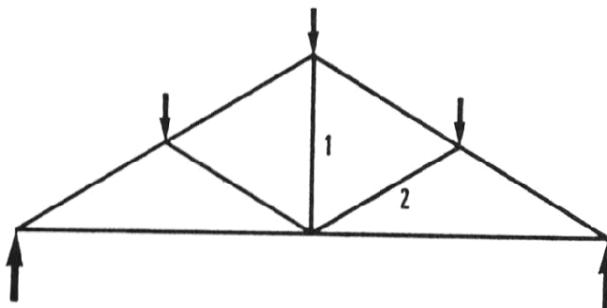
La ferme est un système triangulé indéformable composé de deux arbalétriers et d'un entrait formant un tirant en vue d'éviter les poussées en pied de ferme ; un poinçon peut reprendre la flexion de l'entrait. Lorsque les arbalétriers supportent une panne intermédiaire, ils sont soulagés, à l'aplomb de la panne, par des contrefiches venant s'appuyer sur le poinçon : cas de portée de l'ordre de 10 m. pour des largeurs de bâtiment supérieures à dix mètres, il est nécessaire de prévoir plusieurs pannes intermédiaires supportées par des fermes plus complexes avec faux entrait, jambettes ou aisseliers. Lorsque le bâtiment comporte une aile (forme de T ou de L), les combles s'interpénètrent : le raccord des versants intérieurs constitue la noue et l'arêtier forme la liaison des versants extérieurs.



Ferme avec poinçons

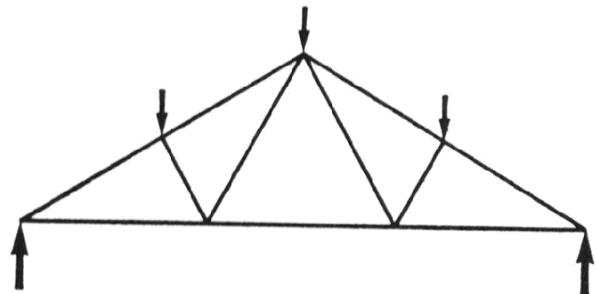


Ferme triangulée

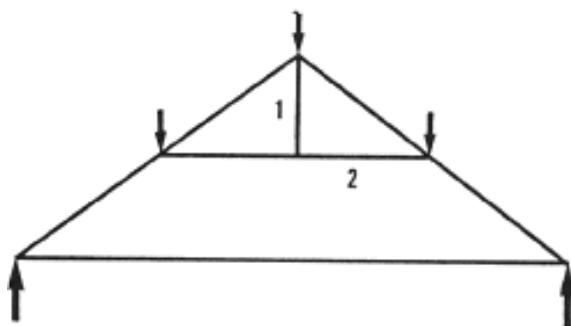


Fermes à contrefiches

Ferme sans poinçons

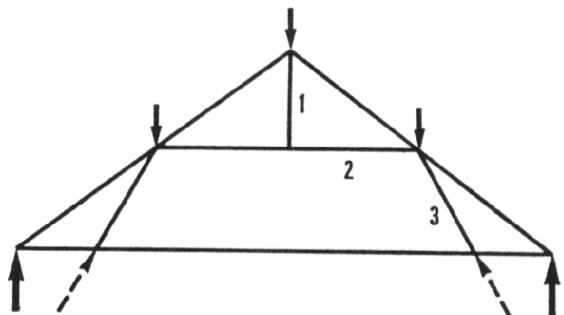


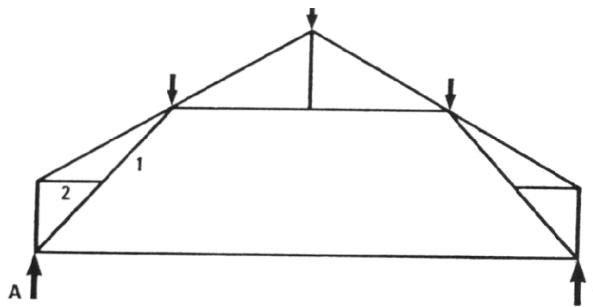
Dans le cas de comble utilisable, les pièces de bois telles que poinçons, contrefiches et jambettes représentent une gêne. L'espace est dégagé par l'emploi des fermes à entrail retroussé ou des fermes à la Mansart. L'éclairage des combles par des lucarnes ou par des châssis de toiture demande des dispositions particulières : création de trémie, chevêtre et renfort des pièces bois.



Ferme avec poinçon et entrail

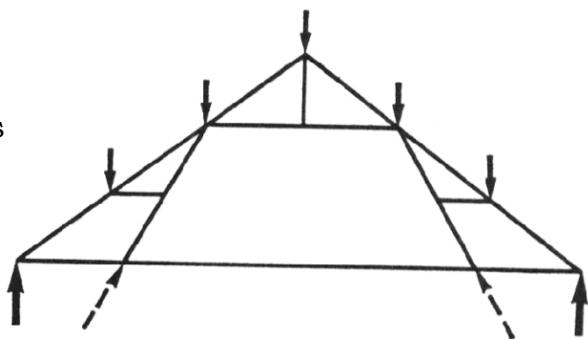
Ferme à jambe de force





Ferme à blochets

Ferme à jambe de force et blochets



Le contreventement des fermes est effectué à l'aide de contrefiches inclinées à 45° qui relient la panne faîtière aux poinçons.

La section des chevrons et des pannes est déterminée en fonction de :

- ✓ La localisation, déterminant les surcharges climatiques à prendre en compte ;
- ✓ La charge apportée par la couverture ou poids propre ;
- ✓ La charge d'entretien ;
- ✓ L'écartement des supports, chevrons, pannes et fermes ;
- ✓ La position des pannes, droites ou déversées.

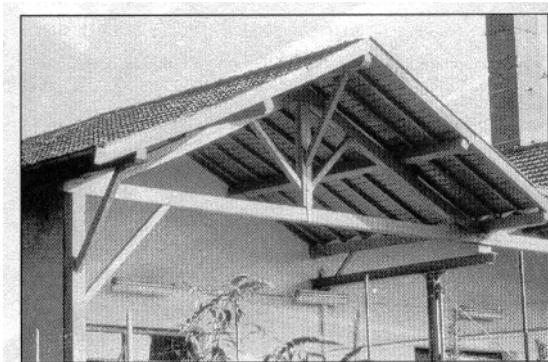
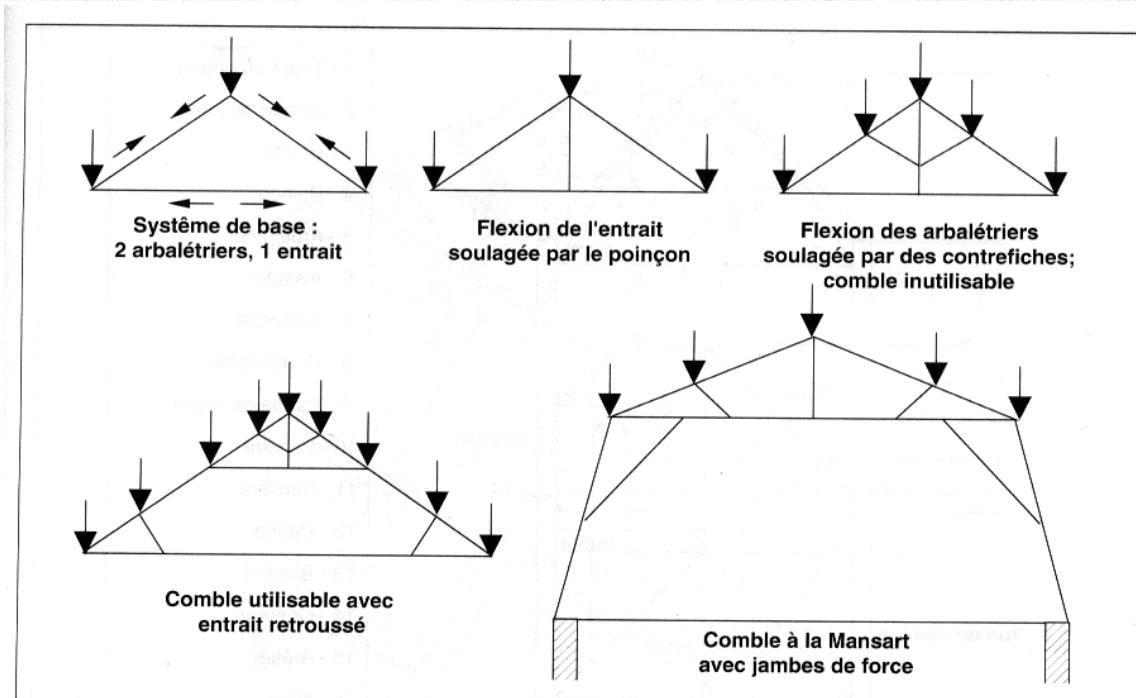
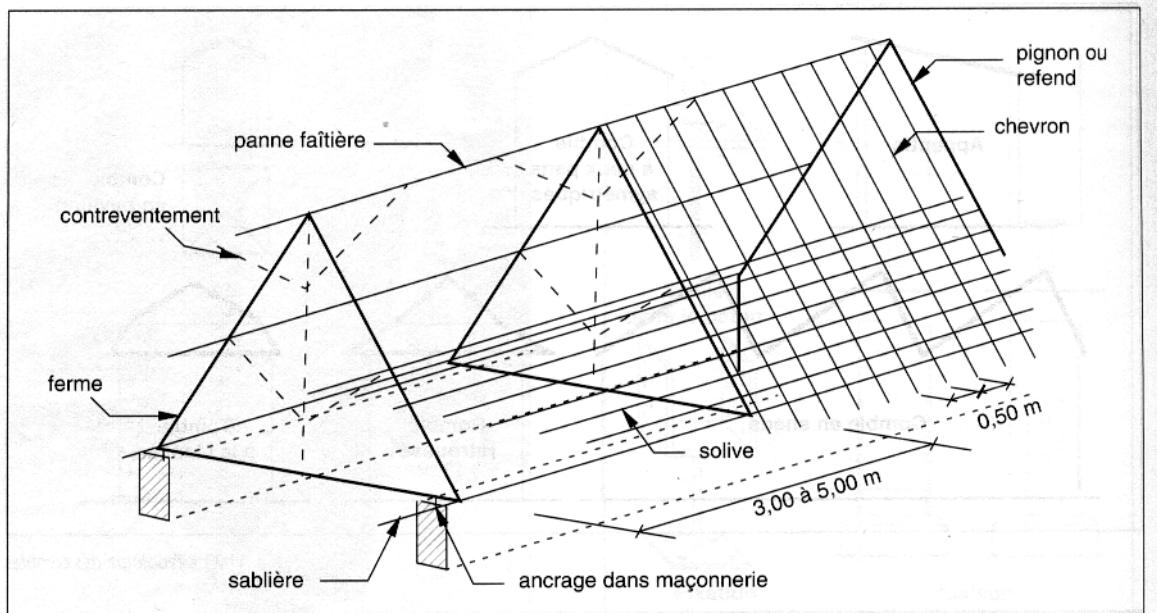
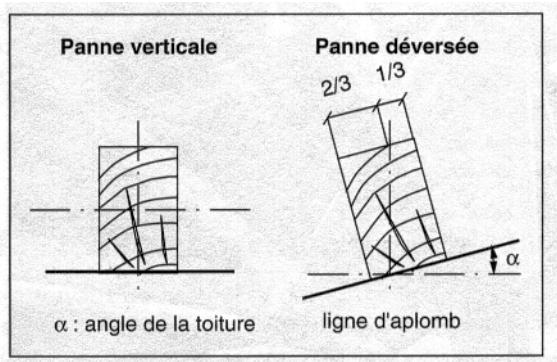
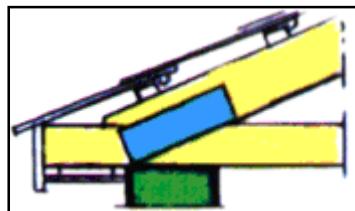


Photo 11.11 • Charpente traditionnelle : ferme, pannes et chevrons.

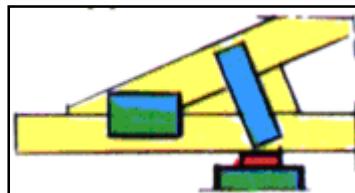


Il existe différents appuis utilisés en charpente traditionnelle :

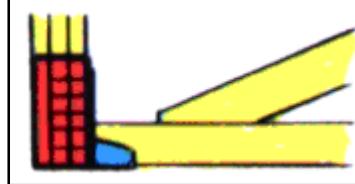
- ✓ L'appui simple



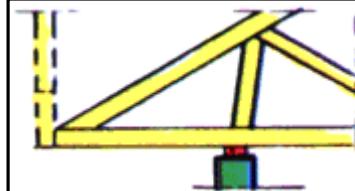
- ✓ L'appui intérieur



- ✓ L'appui extérieur



- ✓ La contrefiche



Afin de réduire la section des bois, lorsque le franchissement est important, il est possible d'employer des systèmes moisés comprenant deux pièces de bois jumelées de section plus faible. L'assemblage avec les autres éléments se fait par clouage ou à l'aide de goussets en contreplaqué, capables de résister à des efforts dans toutes les directions.

Le montage des charpentes traditionnelles nécessite une épure au sol, grandeur nature, permettant le traçage et la découpe des bois. D'une manière générale, les assemblages sont réalisés bois sur bois avec entailles, la liaison pouvant être améliorée par boulonnage ou tire-fonnage. Dans les calculs, les sections prises en compte sent celles des pièces déduction faite des entaillés.

Ce principe de charpente a tendance à être abandonné et remplacé par des fermes industrialisées.

## La charpente industrialisée

L'industrialisation en charpente bois permet de s'orienter vers des solutions techniques modernes qui tiennent compte des nouveaux dispositifs d'assemblages et d'évolution des méthodes de calcul grâce à l'informatique. Ceux-ci sont réalisés sans enlèvement de matière, donc sans affaiblissement de section. Les charges prises en compte sont les mêmes que pour la charpente traditionnelle.

Dans les constructions courantes, la charpente industrialisée est constituée de fermettes réalisées à partir de planches dont l'épaisseur est de 22, 27, 33 ou 45 mm, coupées et assemblées en atelier, par goussets en bois, connecteurs métalliques ou par clouage. Les fermettes, en W ou WW selon leur portée – maximum 20 m – sont espacées de 0.70 à 1.10 m toutefois, leurs dimensions – hauteur et longueur – sont conditionnées par les gabarits de transport.

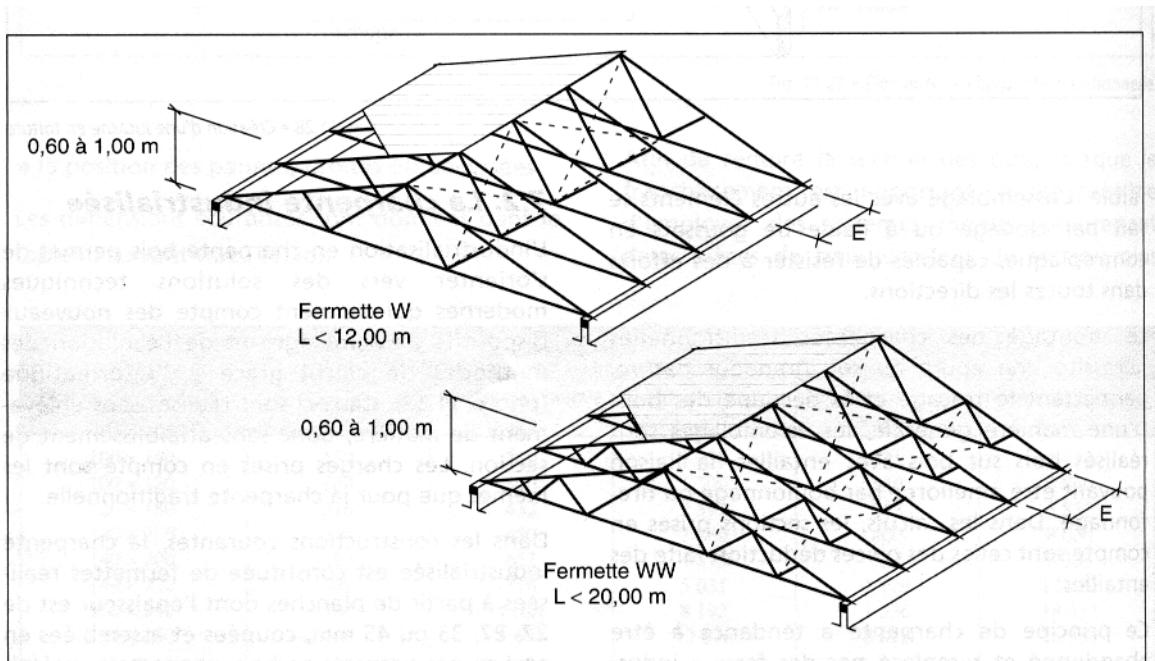


Fig. 11.29 • Fermette à 2 pans W et WW.

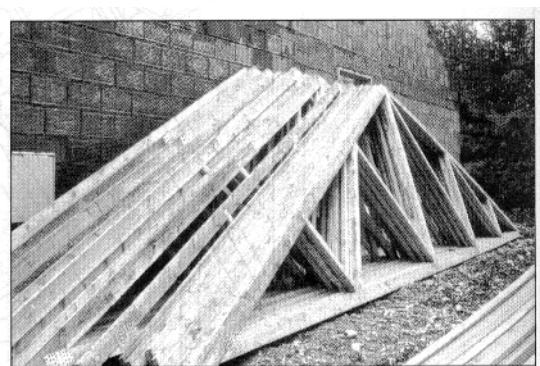


Photo 11.13 • Charpente industrialisée : fermettes WW.

Les fermettes sont conçues de telle sorte que l'arbalétrier joue le rôle de chevron et que le plafond s'accroche sous l'entrait. Celui-ci est ancré au chaînage supérieur de la maçonnerie pour éviter les effets de succion dus au vent. Elles sont couramment employées pour les combles à deux versants. Sur des toitures plus complexes, les croupes sont réalisées par l'emploi de fermettes trapézoïdales, en tronquant le sommet.

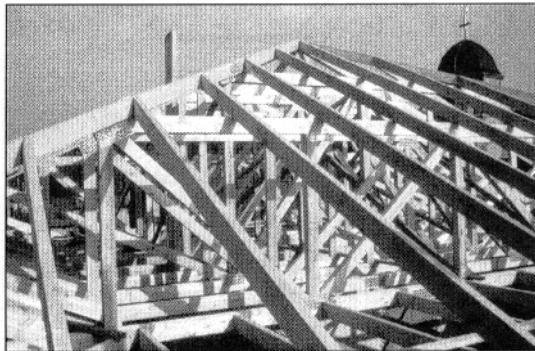


Photo 11.12 • Charpente industrialisée : croupe.

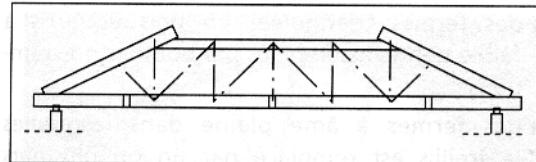
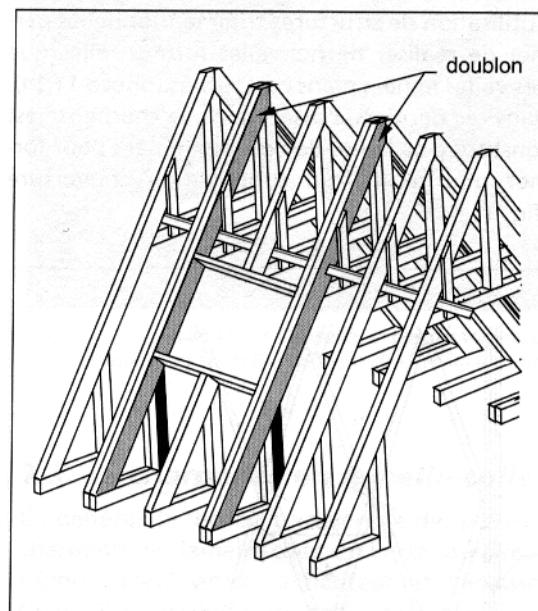


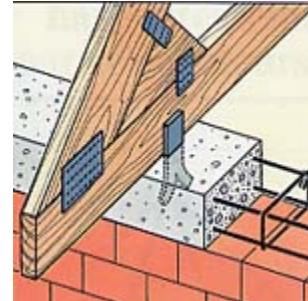
Fig. 11.30 • Fermette tronquée.

L'emploi de telles fermettes rend le comble inutilisable. Dans le cas du comble habitable, il est prévu un entrait retroussé, de manière à dégager le volume correspondant. Comme pour la charpente traditionnelle, l'éclairage des combles demande des dispositions spécifiques : chevêtre et pièces de bois à renforcer.

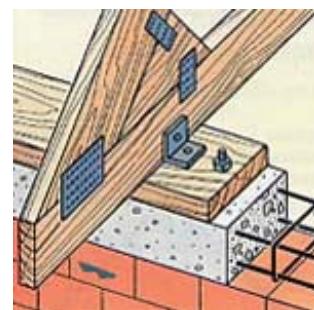


Les différentes méthodes de fixation de la charpente sont les suivantes :

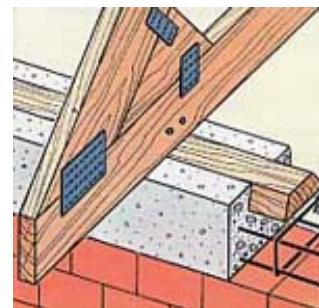
- ✓ pattes scellées au chaînage.



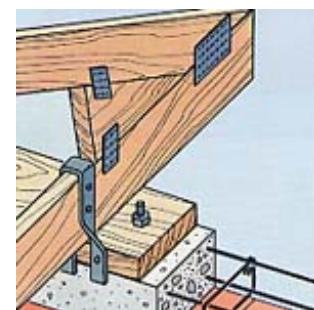
- ✓ Equerres fixées aux pannes ou sur le chaînage.



- ✓ Clouage sur tasseau scellé.



- ✓ Accrochage par feuillard ou tige d'acier.



Les débords de toiture, en long pan, font l'objet d'un traitement adapté à la largeur de la saillie soit :

- ✓ Par l'allongement de l'arbalétrier ou de l'entrait ;
- ✓ Par décalage de l'appui ;
- ✓ Par création d'un auvent sous l'arbalétrier.

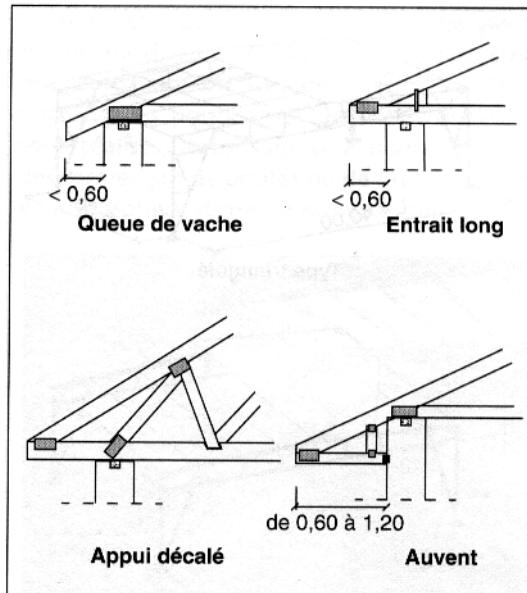
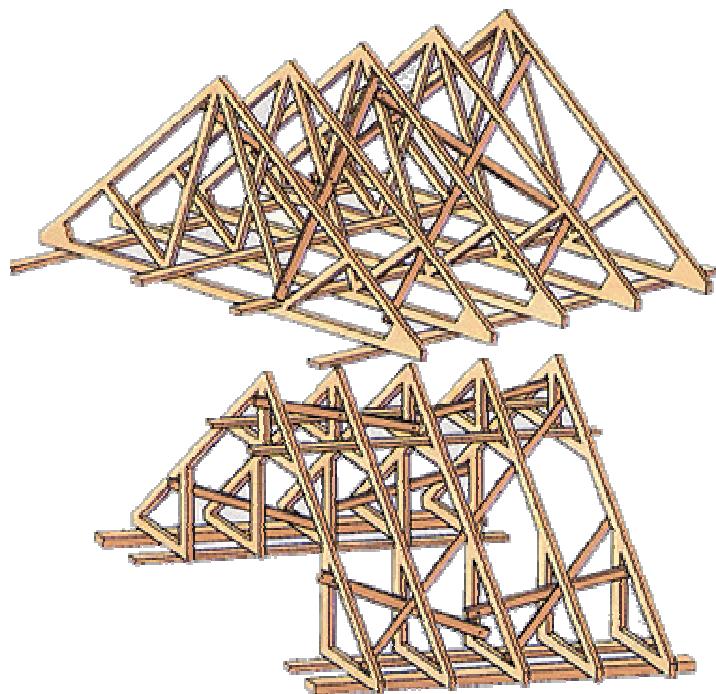


Fig. 11.32 • Débord de toiture..

La stabilité est assurée par des entretoises, des barres de contreventement et des bois antiflambement posés sous les arbalétriers et bloqués sur appuis fixes.



Par rapport à la charpente traditionnelle, la charpente industrialisée apporte des les avantages suivants :

- ✓ Un gain de temps pour les travaux, les fermettes étant fabriquées en usine et livrées prêtes à être posées ;
- ✓ Une mise en place rapide de la toiture et du plafond ;
- ✓ Une meilleure utilisation du bois par l'emploi d'élément de faible épaisseur, donc un moindre coût ;
- ✓ La mise en oeuvre d'un cube de bois inférieur.
  - D'autres systèmes triangulés ou à âme pleine permettent des franchissements plus importants, de 30 à 40 m environ, pour un entraxe de 4 à 10 m. A cet effet, sont utilisés :
- ✓ Des fermes triangulées en bois équarris à faible pente, assemblées par boulons ou crampons ;
- ✓ Des fermes à âme pleine dans lesquelles le treillis est remplacé par un ou plusieurs panneaux en contreplaqué CTBX ; l'âme est moisée entre les membrures, avec des raidisseurs pour éviter le déversement, ou placée à l'extérieur par rapport aux membrures ;
- ✓ Des portiques à deux articulations en treillis ou à âme pleine ;
- ✓ Des arcs triangulés avec tirants métalliques ou à âme pleine.

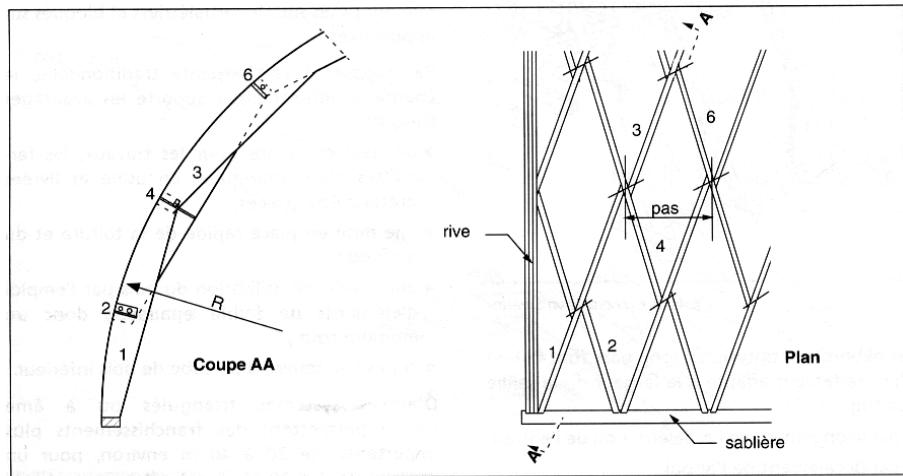


Fig. 11.34 • Ossature de voile mince courbe en résille.

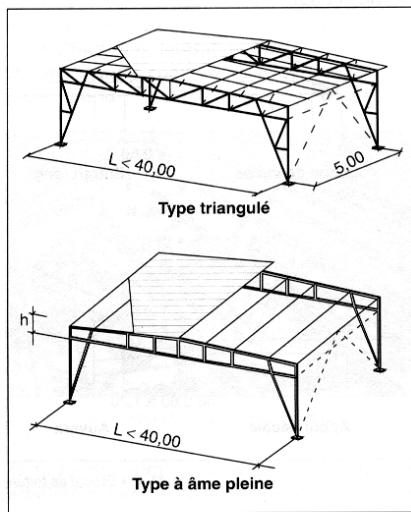


Fig. 11.33 • Portique à 2 articulations:

### La charpente en lamellé-collé

En général, la section transversale des pièces de charpente en lamellé-collé est rectangulaire. Le rapport élevé entre la hauteur et l'épaisseur ( $h/b = 8$  à  $10$ ) donne le meilleur module d'inertie, à section égale. L'épaisseur  $b$  correspond à la largeur des lames, comprises entre  $60$  et  $250$  mm, dimension maximale. Les hauteurs couramment employées vont de  $260$  mm à plus de  $1000$  mm.

L'assemblage des lamelles par collage permet des profils diversifiés : droits ou courbes, à hauteur constante ou variable. Les poteaux, les poutres, les portiques ou les arcs sont réalisés, autorisant une bonne harmonie des formes, sur petites ou grandes portées, en atmosphère sèche ou humide.

Le rayon de courbure  $R$  dépend de l'épaisseur  $e$  des lames et de l'essence du bois, feuillus ou résineux. En principe, pour ces derniers, le rayon de courbure est :  $R = 160 \times e$

Pour les épaisseurs courantes, les rayons retenus sont les suivants :

- $e = 22$  mm :  $R = 3.52$  m
- $e = 27$  mm :  $R = 4.32$  m
- $e = 33$  mm :  $R = 5.30$  m
- $e = 45$  mm :  $R = 7.20$  m

La stabilité transversale peut être assurée par des poteaux en béton armé ou métalliques encastrés dans le sol.

Le retrait transversal consécutif à une modification du taux d'humidité du bois peut avoir une influence sur les assemblages des poutres de grande hauteur et entraîner des ruptures dans le bois ou dans les plans de collage. En principe, le choix du bois lamellé-collé détermine une structure apparente. Celle-ci doit être traitée comme telle et la finition dépend de la destination des bâtiments.

Les pièces sont calculées pour résister aux sollicitations habituelles, en tenant compte des risques de flambement ou de déversement. Ceux-ci ne sont pas pris en compte lorsque le rapport  $h/b$  entre la hauteur  $h$  et la largeur  $b$  est inférieur ou égal à  $9$ . Si le rapport  $h/b$  est supérieur à  $9$ , il est nécessaire de prévoir des entretoises.

Ce mode de construction autorise des formes diverses :

- ✓ **La poutre droite :** le bois lamellé-collé devient intéressant dès que la hauteur de la pièce est supérieure à une trentaine de centimètres. Comparé au bois massif, pour lequel il est nécessaire de tenir compte de coefficients réducteurs dans les calculs, les contraintes admissibles sont supérieures. La section peut être constante ou variable, donnant une légère pente afin de recevoir la couverture. Elle atteint des portées d'une trentaine de mètres.

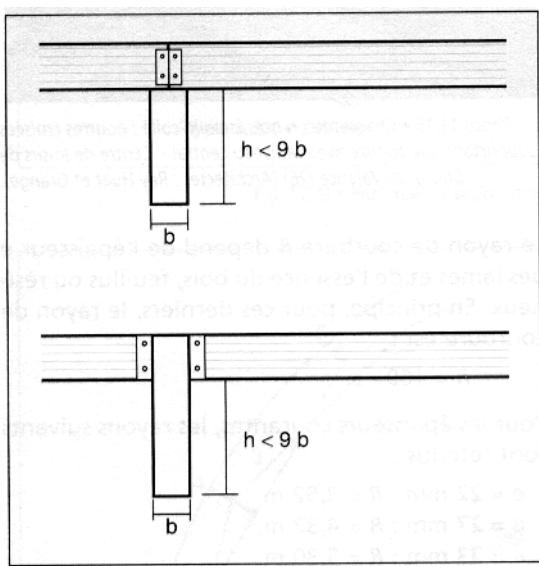


Fig. 11.35 • Détermination du rapport  $h/b$

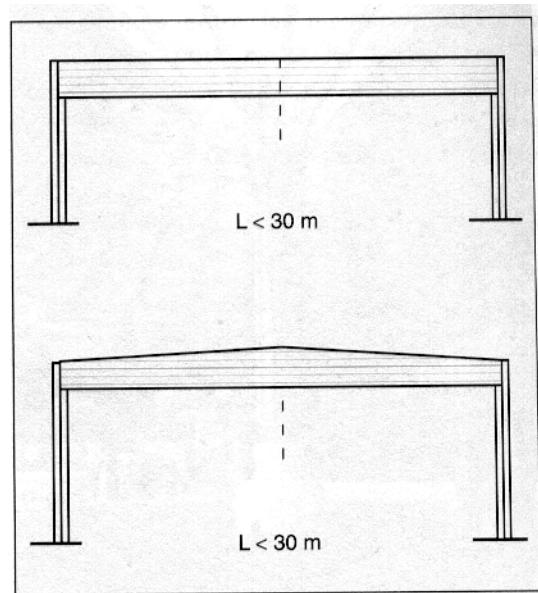


Fig. 11.36 • Poutre sur appuis en bois lamellé-collé

✓ **Les portiques à deux ou trois articulations** : ils comprennent une traverse horizontale ou courbe, ou deux traverses obliques assemblées sur les poteaux par enca斯特ment. Ils peuvent atteindre des portées de 25 à 30 m.

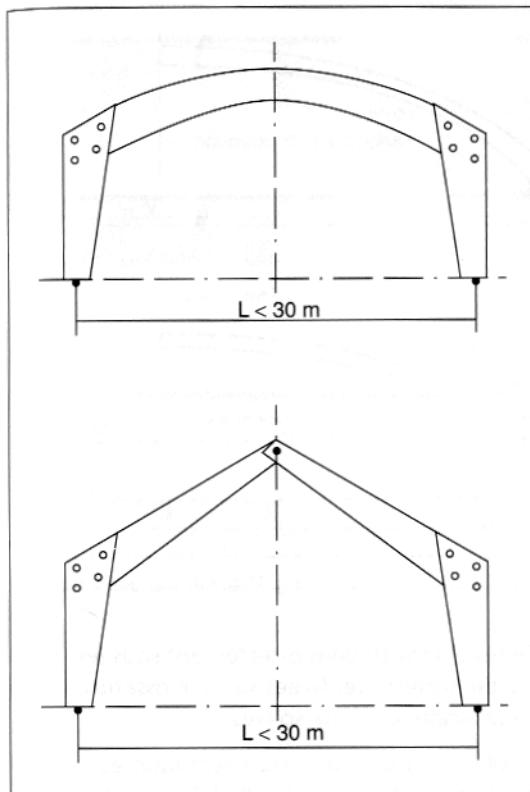


Fig. 11.37 • Portique à 2 ou 3 articulations en bois lamellé-collé.

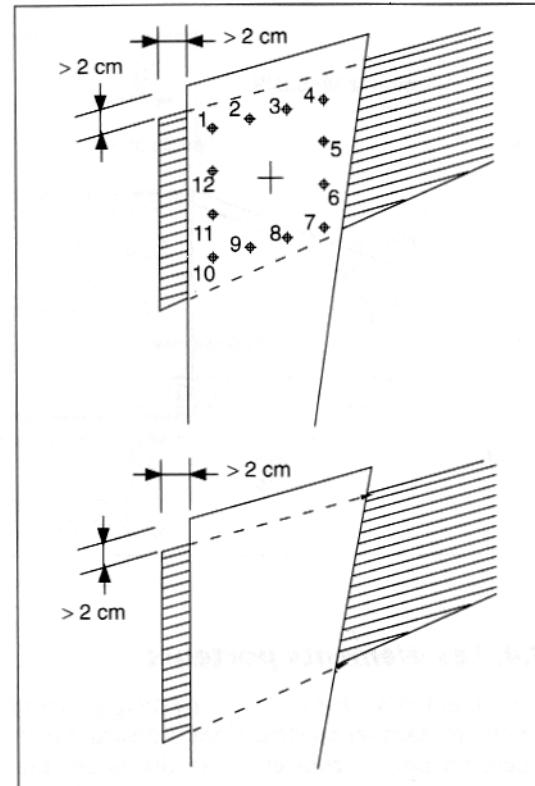


Fig. 11.38 • Encastrement d'une traverse et d'un poteau de portique.

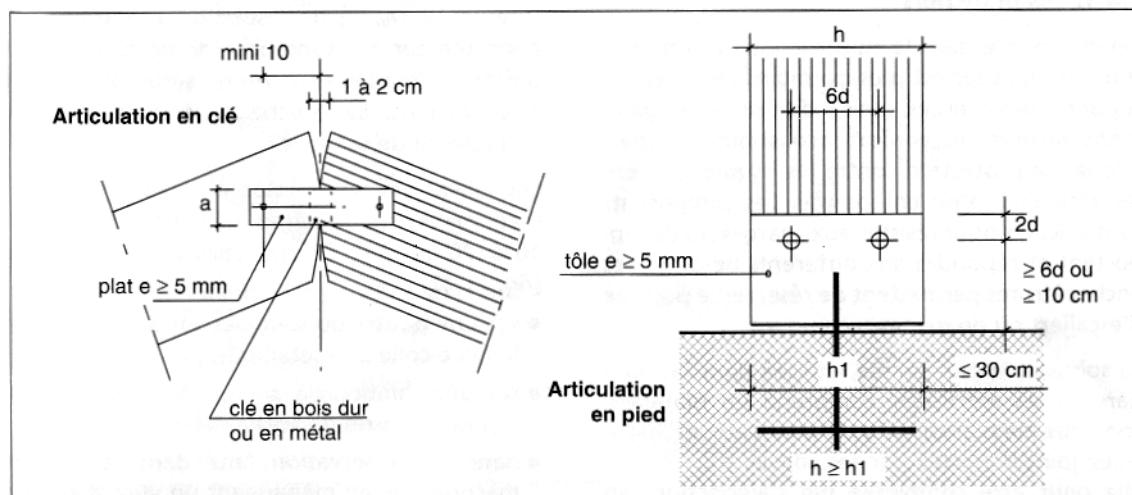


Fig. 11.39 • Articulations en charpente bois lamellé-collé.

✓ **Les arcs à deux ou trois articulations** : de forme circulaire ou parabolique, ils sont utilisés pour des portées supérieures à 30 m.

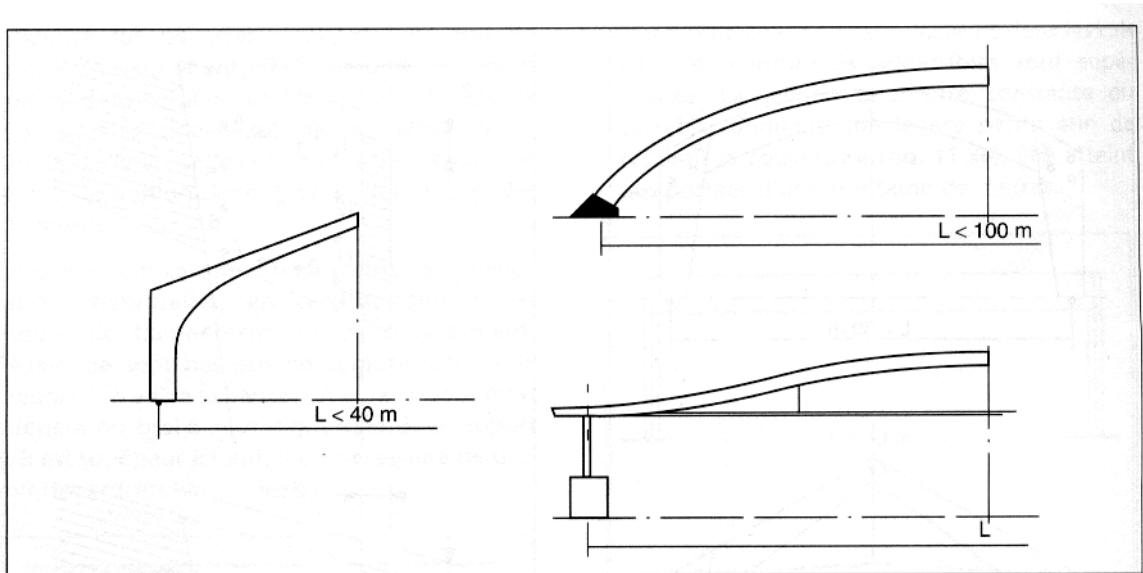


Fig. 11.40 • Arcs en bois lamellé-collé.

Exemple de chantier à Lisbonne :

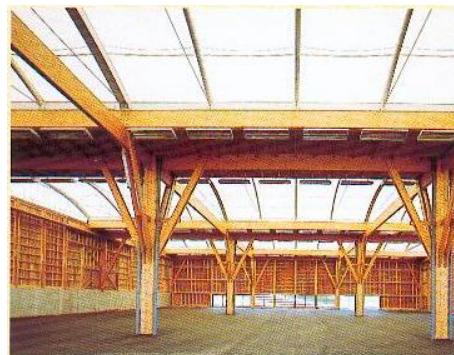


Les assemblages se déclinent sous trois formes :

- ✓ Par assemblage mécanique



- ✓ Par assemblage direct



- ✓ Par collage

### Les planchers

Selon son rôle dans la construction, la composition du plancher est plus ou moins complexe. Il supporte des charges, mais il doit pouvoir également assurer un confort acoustique et thermique. La protection contre les risques d'incendie doit être prise en compte. Les composants sont calculés pour résister aux charges qu'ils supportent et répondre aux différents besoins. Des enchevêtrements permettent de réservé le passage d'escaliers ou de gaines techniques.

La solution la plus simple, utilisée dans les hangars ou les entrepôts, comprend un platelage constitué de planches ou de panneaux de particules jointifs portés par des solives. Elle peut être complétée par l'adjonction, en sous-face, d'un plafond en plaques de plâtre.

Celles-ci sont clouées directement sous les solives ou, de préférence, fixées sur une ossature métallique suspendue aux solives.

L'isolation acoustique ou thermique est assurée par la pose d'un matelas de laine minérale dans l'espace compris entre le plafond et le platelage

Une amélioration de l'isolation acoustique est apportée par une superposition de couches plus ou moins lourdes avec interposition d'un matériau résilient. La couche supérieure reçoit le revêtement de sol collé. Les solives ont une section proches de celle des madriers ou des bastaings, de l'ordre de 6.5 x 17, 10 x 20 ou 8 x 22 cm. Elles prennent appui :

- ✓ Sur une poutre ou sommier, en bois massif, en lamellé-collé ou métallique ;
- ✓ Sur une lambourde ancrée dans un mur ou reposant sur décrochement ;
- ✓ Dans un réservation faite dans le mur de maçonnerie, en ménageant un vide d'air afin de ventiler l'extrémité de la pièce de bois.



L'appui sur le sommier en bois est réalisé soit directement dessus, mais il augmente l'épaisseur du plancher, soit par encoche, diminuant la section utile des bois, soit encore à l'aide d'une lambourde rapportée latéralement.

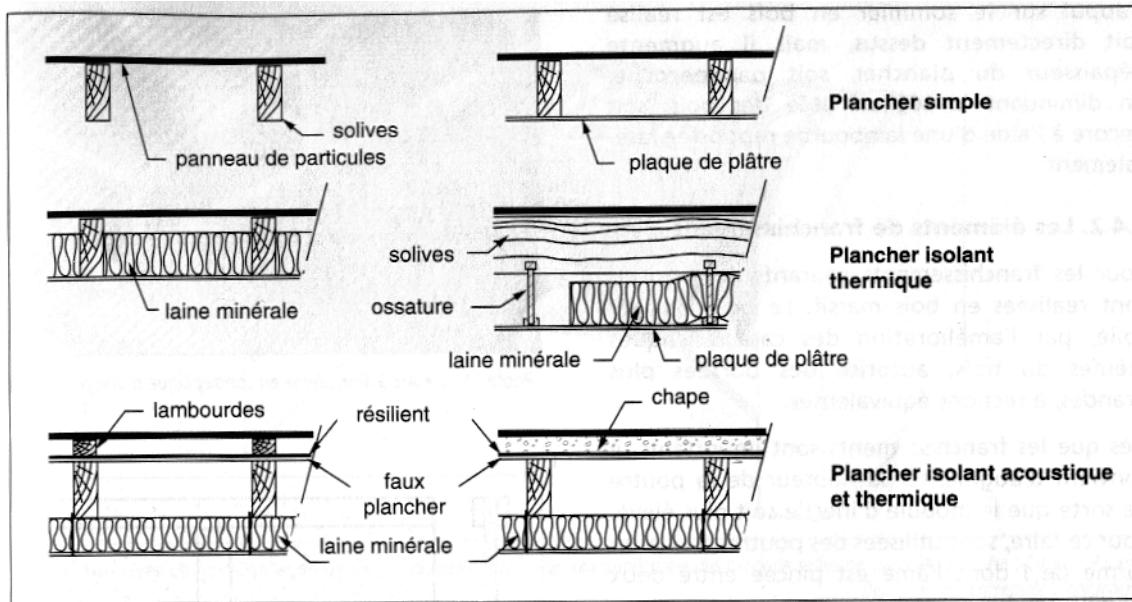


Fig. 11.41 • Types de plancher en bois.

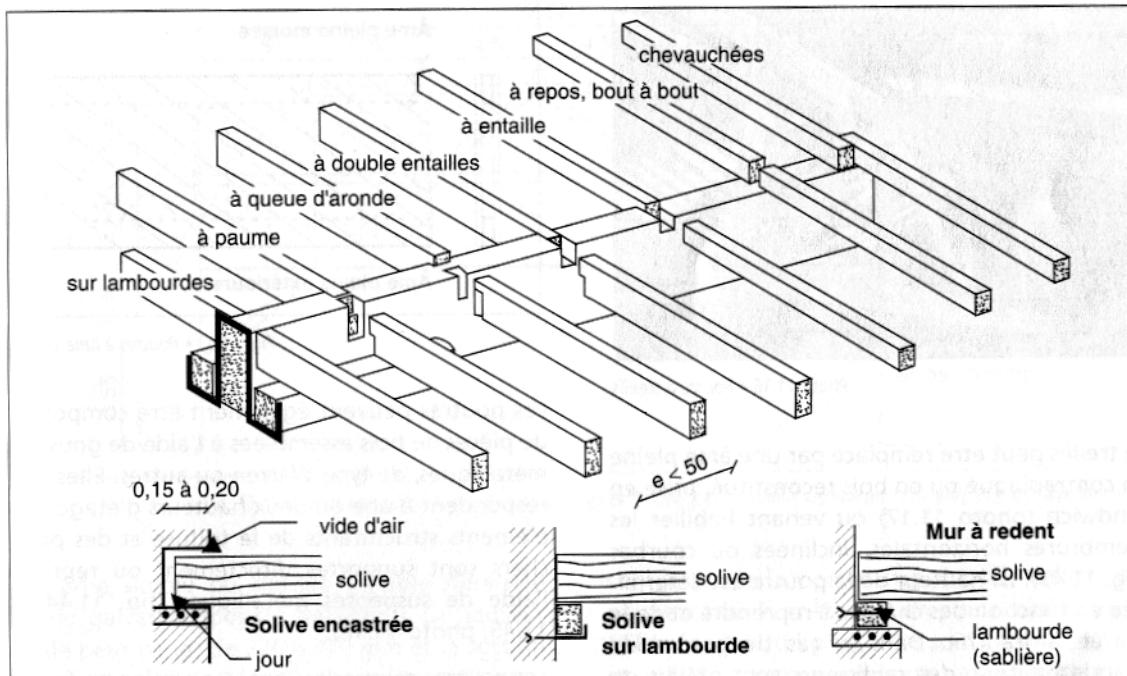


Fig. 11.42 • Principes d'appui d'une solive sur une poutre ou sur un mur.

*Traitement des joints de dilatation :*

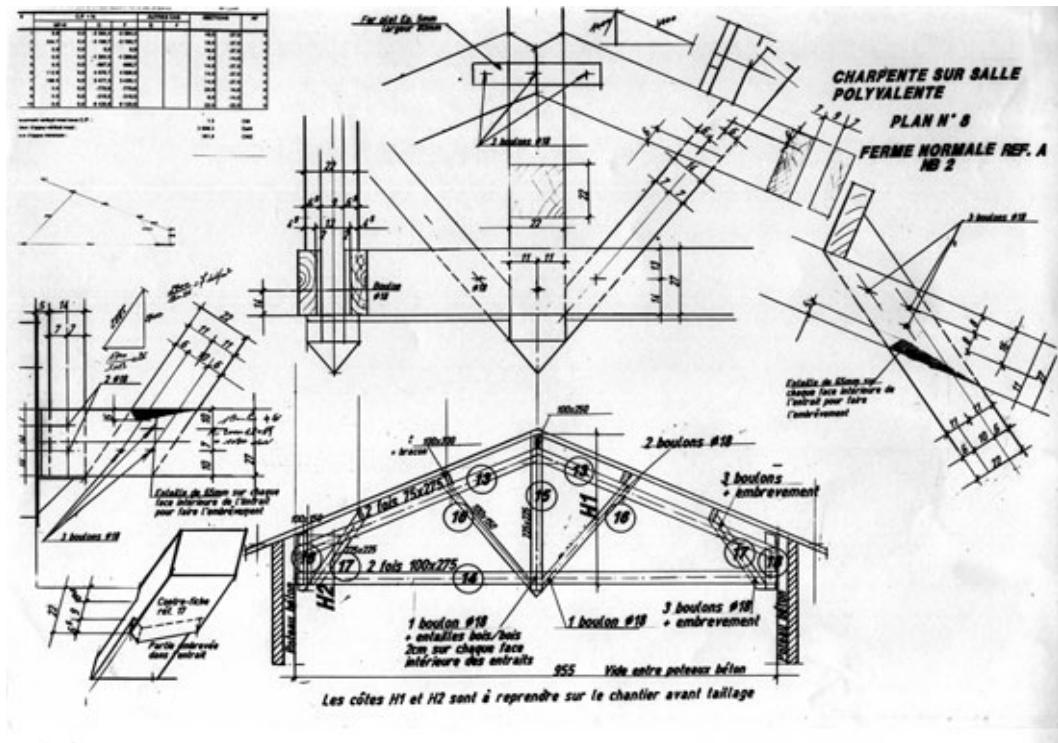
Dans les constructions industrielles, il faut attirer l'attention de l'entreprise de charpente sur l'existence d'un joint de dilatation. Il existe deux méthodes pour traiter ce problème :

- ✓ Interruption de la charpente de part et d'autre du joint de dilatation. La continuité sera assurée par la couverture (par recouvrement par exemple).
- ✓ Traitement de la dilatation par des trous oblongs au niveau des fixations.

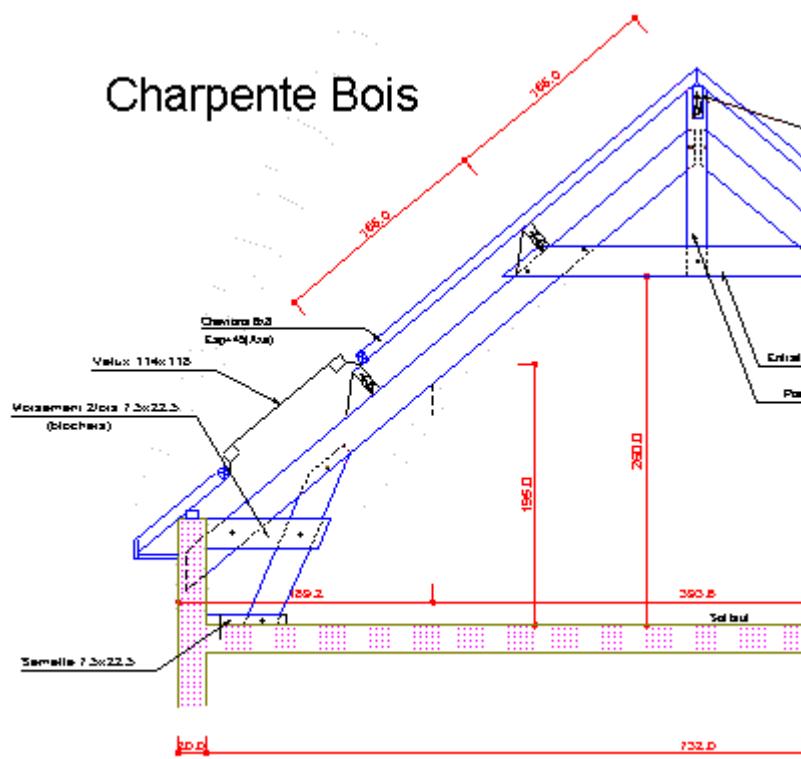
Il n'est pas possible de traiter un joint de dilatation par des appuis glissants, comme en gros-œuvre, car la charpente doit être solidaire de son support pour éviter tout risque d'arrachement et de soulèvement de la structure.

## 4 - Lecture de plan et symboles

Le plan suivant représente une vue générale d'une charpente traditionnelle. On observe aussi des détails sur les différents assemblages des éléments. Enfin le tableau en haut à gauche du plan est un récapitulatif des sections et des longueurs des bois utilisés.

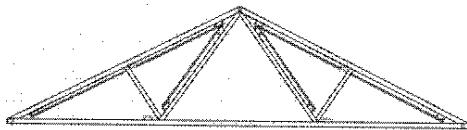
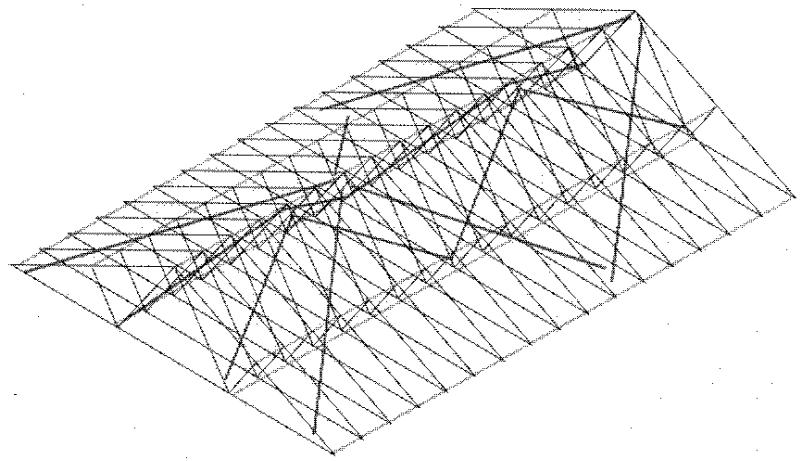
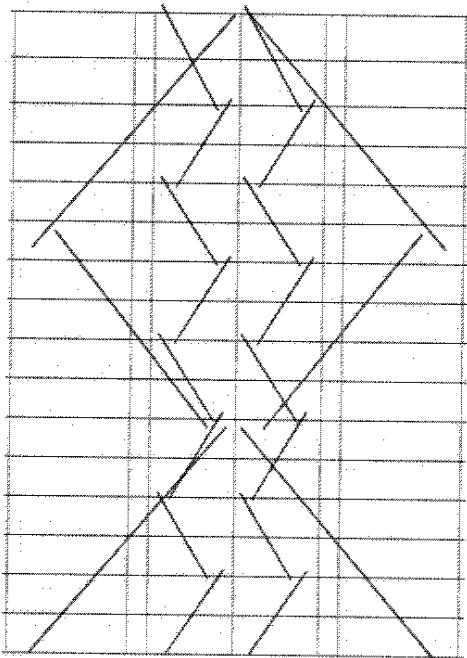


## Charpente Bois



Ce plan dessiné à l'aide du logiciel AUTOCAD permet de visualiser une coupe sur un ensemble comprenant la structure de gros œuvre, les éléments de charpente ainsi que la couverture. On observe aussi la vue en coupe d'une fenêtre de toit.

## Charpente industrialisée :



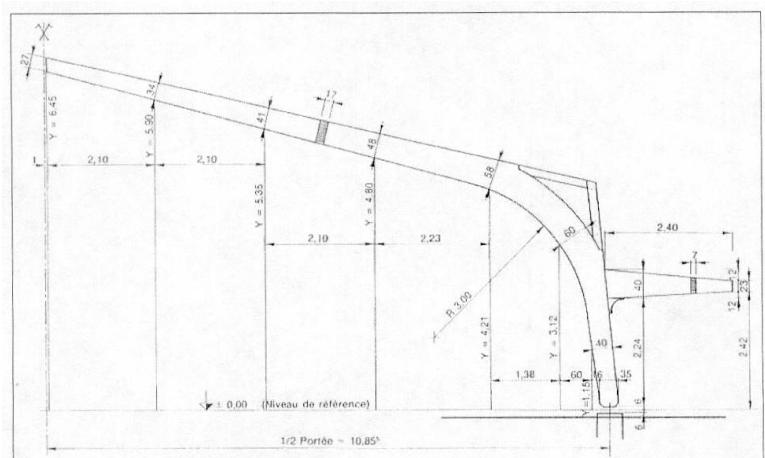
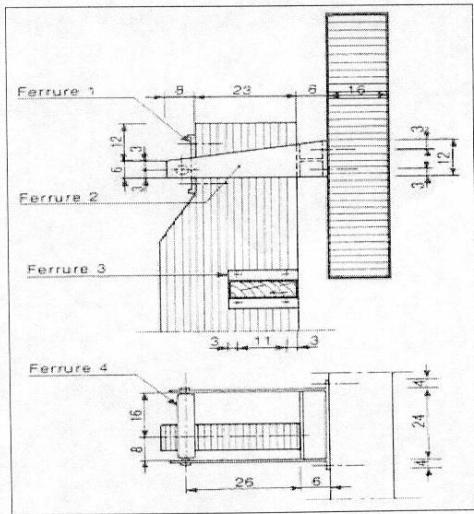
## **Légende**

### rouge : Antiflambement

bleu : Contreventement

vert : Entretoisement

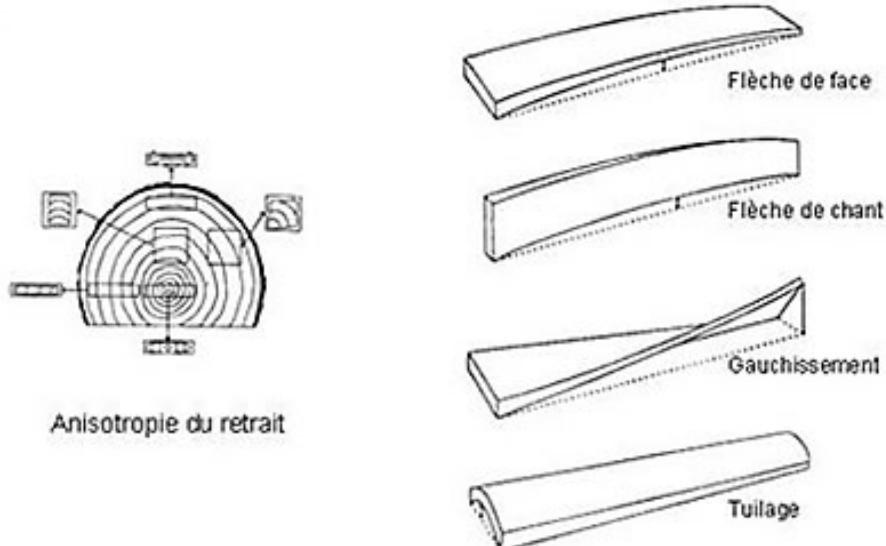
### Charpente lamellé collé :



5 – Pathologies

Les désordres survenant sur une charpente en bois sont très variés et d'origine diverse. Leurs effets vont de la rupture de pièces en bois, jusqu'à la dislocation et l'effondrement de la charpente. Ils résultent d'une erreur de conception ou de mise en œuvre ou encore d'une mauvaise utilisation des locaux :

- ✓ Par suite d'une erreur de calcul ou de conception, des contraintes trop importantes se produisent dans le bois ou dans les liaisons, entraînant un fléchissement des éléments ou une poussée horizontale aux appuis.
- ✓ La qualité du bois ne correspond pas à celle retenue dans les hypothèses de calcul.
- ✓ La mauvaise mise en œuvre : appui insuffisant de la charpente sur les murs porteurs, absence de liaison entre la charpente et le gros-œuvre, assemblage défectueux entre les pièces de bois.
- ✓ Le contreventement insuffisant, qu'il soit provisoire en cours de montage de la structure ou définitif.
- ✓ L'action des insectes, ou des champignons sur des bois mal protégés, en présence d'une humidité quasi permanente, entraînant une détérioration du matériau et une réduction importante des sections.
- ✓ Une cause extérieure, comme l'action du vent ou une surcharge de neige sous-estimée.
- ✓ La mauvaise ventilation des locaux avec un taux d'humidité ambiante important.
- ✓ La modification de la configuration existante sans précautions particulières.
- ✓ Déformations survenant au cours du séchage du bois :



**Traitements du bois :**

Du fait de sa constitution et pour éviter toute détérioration, le bois doit subir un traitement après un séchage correct et préalablement à toute utilisation.

## ✓ Protection fongicide et insecticide :

Le bois subit une série d'opérations : le dessévage permet d'entraîner les sels solubles, le séchage afin de ramener le taux d'humidité dans les valeurs admissibles.

Une fois ces opérations achevées, le bois subit un traitement fongicide (pour lutter contre les champignons) et insecticide.

Il existe cinq procédés permettant au bois de s'imprégnier de ces produits afin de lui conférer une durabilité plus importante.

par trempage : par immersion, ensuite le bois est stocké afin d'assurer la diffusion du produit.

par aspersion : le bois passe dans un tunnel où est projeté le traitement, la vitesse est fonction de l'essence du bois et des dimensions.

par injection en autoclave : les pièces de bois sont stockées dans un endroit fermé et étanche et le traitement est réalisé sous pression et à température élevée.

par injection : le traitement est injecté sous pression dans le bois par des valves, à intervalles réguliers.

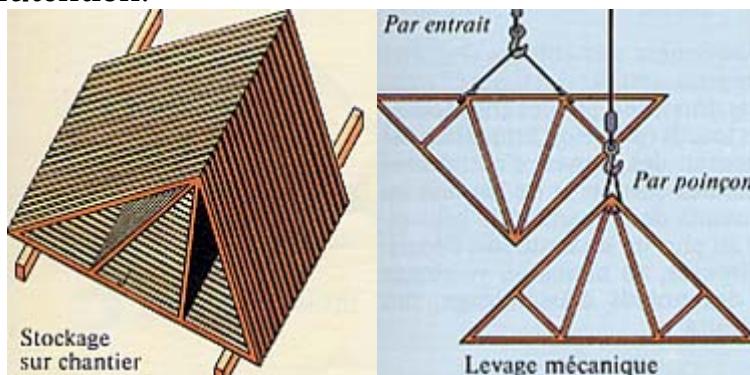
par badigeonnage : utilisé pour des pièces de petites dimensions, ce procédé consiste à passer plusieurs couches de produit.

Le bois est un produit combustible, et en fonction de ses dimensions, il se consume plus ou moins rapidement. Ainsi, est réalisé un traitement par ignifugation permettant de retarder le démarrage du feu.

La protection au feu induit de dimensionner la pièce de façon à résister au feu et à garantir la stabilité de la charpente pendant une durée déterminée.

6 – Prévention, sécurité

## Stockage, Manutention.



Les fermettes industrielles sont conçues pour travailler dans le plan vertical. Les manutentions et le transport s'effectuent donc à plat.

Les fermettes doivent généralement être stockées verticalement isolées par des bastaings placés aux endroits qui prendront appui sur le chaînage. Les fermes peuvent aussi être stockées horizontalement avec des bastaings répartis sous les nœuds d'assemblage.

Dans le cas d'un stockage prolongé, il faut recouvrir les fermes par une protection mais assurer une ventilation et éviter la condensation sur le bois.

## Transport.

En fonction de la longueur des éléments, il faut prévoir des transports en conséquence, et des moyens de déchargement et de stockage adaptés.

Notamment pour les éléments en bois lamellé collé, dont les portées peuvent atteindre plus de quarante mètres, des transports spéciaux sont requis et nécessitent des moyens importants.

## Sécurité.

Suivant les conditions du chantier, plusieurs modes de pose peuvent être envisagés :

- ✓ Utilisation de la grue du gros-œuvre : l'approvisionnement et la pose s'effectuent grâce à cette grue, ce qui permet de ne pas utiliser un engin de levage supplémentaire (donc éviter des interférences et la superposition des tâches).
- ✓ Utilisation d'une grue d'appoint : il faut aménager la zone de travail auprès de l'ouvrage, afin de faciliter la pose (par grue mobile ou nacelle à bras).

- ✓ La pose débute par l'implantation des sabots, puis par la pose des pannes et enfin les contreventements. En bâtiments industriels, il est souvent imposé d'utiliser des filets afin d'éviter les chutes d'objets ou de personnes.
- ✓ Pour la pose des fermes, un moyen de levage est indispensable, comparativement à la charpente traditionnelle où les éléments peuvent être manuportables.
- ✓ S'assurer du contreventement provisoire des éléments de charpente.
- ✓ Conserver les protections collectives en rive de la structure béton (garde-corps), en prévision des interventions futures pour l'étanchéité et la couverture.
- ✓ Dans le cas d'une impossibilité d'assurer un accès auprès de l'ouvrage (tranchées, terrassements complémentaires), la pose de la charpente peut être effectuée de l'intérieur du bâtiment à l'aide d'échafaudages et de platelages. Cet échafaudage pourra être utilisé ensuite par d'autres lots pour l'aménagement intérieur : électricité, faux-plafonds, peinture.
- ✓ L'utilisation du harnais pour la protection individuelle suscite quelques interrogations : type de harnais, point d'ancrage, ligne de vie, liberté d'évolution (longueur).

Chaque chantier est particulier et demande une réflexion spécifique en fonction du délai et de sa configuration.

Les précautions énoncées peuvent être une source d'aide à la réflexion et doivent être adaptées à l'opération, en collaboration avec l'entreprise exécutante.

## 7 – Hypothèses de calcul

### ✓ Charges

#### **1 Charges permanentes**

Il s'agit des charges permanentes de structure (poids propre) des remplissages et isolations, des couvertures et des équipements fixes, qui doivent être évaluées en fonction de leurs masses réelles. Il s'agit aussi des charges des cloisons de distribution dont les valeurs de charges équivalentes uniformément réparties sont données par la norme NF P 06-001, lorsque la répartition transversale en est assurée par le plancher.

Une part des charges d'exploitation, au moins égale à 20 % et variable selon la destination des locaux concernés, doit être considérée comme permanente.

Une part de la surcharge de neige normale peut éventuellement être considérée comme permanente (voir 3.1.4).

#### **2 Charges d'exploitation**

Il s'agit des charges de plancher définies par la norme NF P 06-001, sauf dispositions contractuelles.

En raison du mode d'exploitation habituel des combles aménageables, il est admis dans ce document de ne pas tenir compte de la majoration pour petites surfaces (sauf clause particulière des documents particuliers du marché).

Pour les fermes à entrant porteur étudiées en chargement dissymétrique (cas 3 du tableau 1), les charges d'exploitation du plancher sont considérées comme dissymétriques s'il existe au moins un appui intermédiaire sous la zone aménageable du comble. On réduit alors de moitié la charge d'exploitation sur la travée la plus courte.

Pente ( $\alpha$ ) (°)	Coefficient de réduction
$\alpha \leq 15$	0,85
$15 < \alpha \leq 18$	0,80
$18 < \alpha \leq 22$	0,75
$22 < \alpha \leq 25$	0,70
$\alpha > 25$	0,65

Tableau 1

#### **3 Charges d'entretien**

Les charges d'entretien doivent être prévues, telles qu'elles sont définies par la norme NF P 06-001.

Elles doivent être appliquées pour les barres d'arbalétriers, et pour les barres d'entrants des combles perdus, dans les zones où la hauteur libre pour la circulation au-dessus de ces barres est au moins égale à 1,20 m.

## 4 Surcharges climatiques

Elles sont définies pour la neige et le vent par les Règles Neige et Vent en vigueur.

Neige normale : Dans certains cas exceptionnels, en fonction de l'altitude (et sur clause spéciale des documents particuliers du marché), une portion de cette charge (à définir) est éventuellement considérée comme permanente à l'égard de l'évaluation des déplacements.

### **NOTE : Vent perpendiculaire au faîte**

Les fermes dissymétriques (par la pente, la position des potelets, la longueur des parties libres d'arbalétrier, par exemple) doivent faire l'objet de deux études distinctes (une pour chaque sens du vent).

### **Demi-neige normale dissymétrique**

Telle que définie par les règles Neige et Vent et le versant le moins chargé étant situé sous le vent.

### **Surpression ou dépression intérieure**

Les deux cas suivants, au moins, doivent être étudiés :

- vent normal perpendiculaire au faîte : On retient pour ce cas la présence d'une dépression intérieure sur la totalité des rampants de couverture ;

- vent extrême perpendiculaire ou parallèle au faîte : On retient pour ce cas la présence d'une surpression intérieure sur la totalité des rampants de couverture.

Les charges ponctuelles (amenées par d'autres fermes, chevêtres ou équipements tels que conduits de fumées) doivent être considérées comme telles.

### **Divers**

Certaines fonctions ou sollicitations autres que celles traitées dans le présent paragraphe peuvent être imposées à la charpente. Elles doivent alors être explicitées par les documents particuliers du marché.

Il s'agit notamment des aspects suivants :

- rigidité particulière en fonction de certains matériaux associés à la structure ou de certaines caractéristiques d'exploitation ;
- résistance à des sollicitations particulières prévisibles en matière de transport, manutention, mise en oeuvre ;
- résistance à des sollicitations dynamiques alternées ou non ;
- stabilisation par la charpente étudiée d'autres éléments ou structures (long-pans, pignons, etc.) ;
- stabilité au feu.

## ***Prescriptions concernant le calcul des fermes***

### **1 Modélisation des fermes**

Les calculs sont conduits avec les hypothèses suivantes :

- le modèle de calcul doit être constitué par des barres correspondant aux lignes d'épure des éléments;
- les lignes d'épure de tous les éléments doivent être situées à l'intérieur de ceux-ci;
- les lignes d'épure des éléments périphériques doivent correspondre à leur fibre neutre;
- on considère que les assemblages par connecteurs ou goussets sont articulés;
- les chargements uniformes sont appliqués aux longueurs des barres du modèle de calcul;
- tous les contacts d'appui avec l'infrastructure sont considérés, soit comme rotules, soit comme appuis roulants la prise en compte de deux appuis rapprochés distincts n'est admise que sous certaines conditions (voir b en 5.1.2);
- dans le cas des fermes sans entrail porteur incorporé, mises en oeuvre sur les planchers dont la raideur ne peut pas être considérée comme très grande devant celle de la ferme (planchers en bois par exemple), la raideur du plancher aux points d'appuis de la ferme (appuis de jambettes en particulier) doit être incorporée dans le modèle statique de la ferme (appui élastique, barre fictive, entrail fictif équivalent, etc.) et on utilise des hypothèses de liaison en ces points qui correspondent aux dispositions réelles prévues pour la mise en oeuvre, en vérifiant leur aptitude à reprendre les efforts de traction entre fermes et planchers ;
- on tient compte de la continuité des barres ;
- la géométrie du modèle de calcul doit correspondre aux sections figurant au plan de fabrication.

#### **a) Epure de calcul, principes généraux**

Tous les types de fermes constituées de barres à inertie constante (en bois massif, lamibois, lamellé-collé ou reconstituées en pièces connectées ou à âme continue) doivent être modélisés pour le calcul selon des segments de droites confondus avec leur fibre neutre en flexion (avec leur axe de symétrie pour les pièces de section symétrique). Les nœuds doivent en général être situés au point de concours des fibres neutres des barres.

Les barres périphériques, arbalétriers et entrails notamment, sont « prioritaires » par rapport aux barres internes du treillis. Il en découle que :

- les altérations de position des barres du modèle de calcul (par rapport aux fibres neutres des pièces définies au plan de fabrication) doivent être faites en premier lieu (et si possible exclusivement) sur les barres internes;
- les longueurs des barres du modèle doivent être égales aux distances entre points d'épure tels que définies au plan de fabrication.

**b) Cas particuliers**

A un nœud d'assemblage entre une pièce périphérique rectiligne (arbalétrier ou entrait) et une ou plusieurs pièces internes, la position du nœud de calcul est définie par le point de concours unique des axes de ces pièces avec celui de la pièce périphérique quand cela est possible. A défaut, la position du nœud de calcul est déterminée, sur l'axe d'une pièce périphérique, de manière à ce que les segments de droites servant à modéliser les pièces secondaires soient intégralement contenus dans la largeur des pièces de bois concernées, telles que prévues au plan de fabrication.

A un noeud d'assemblage entre deux barres de pentes différentes d'une pièce périphérique (arbalétrier ou entrait) et une ou plusieurs pièces secondaires, la position du noeud de calcul est définie par l'intersection des fibres neutres des deux barres périphériques (voir figure 1).

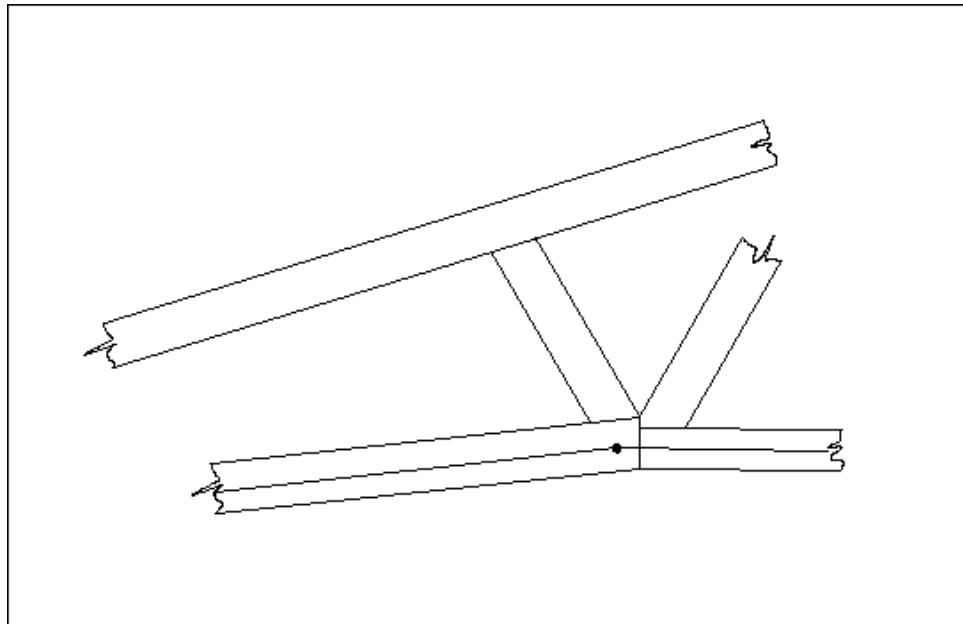


Figure 1 : Nœud défini par des barres périphériques

Dans les cas où l'on ne peut pas respecter les règles du présent article, les défauts de concourance des fibres neutres des barres doivent être incorporées au modèle de calcul sous la forme de barres fictives supplémentaires.

Les arbalétriers de la partie supérieure de la ferme au-dessus de l'entrait haut d'un comble habitable, lorsque cette partie est préfabriquée séparément, perdent leur priorité pour la détermination des positions de noeud du modèle et leurs positions peuvent être altérées comme celles des barres secondaires. On peut adopter, pour ces barres, une épure de calcul alignée sur celle de l'arbalétrier principal.

Pour les entraits composés (dans une zone de comble habitable par exemple) de deux pièces superposées et connectées, on conserve, pour le calcul, l'axe neutre de la pièce inférieure, en continuité avec les parties non renforcées de l'entrait.

### c) Cas des assemblages entre arbalétriers et entraits

Si le point de concours des fibres neutres des deux barres se situe en dehors du bois, si ce point est extérieur à l'appui réel et si la longueur de contact entre les deux pièces est au moins égale à la longueur de l'assemblage nécessaire à la reprise de l'effort de cisaillement parallèle à ce joint, il est admis d'altérer l'inclinaison de l'une ou l'autre des premières barres d'arbalétrier ou d'entrait pour ramener le point de concours, au plus, à la limite du bois.

Toutefois, dans le cas d'un décalage intérieur de l'appui (voir 6.1.2), la position du noeud de calcul peut être rapprochée de celle du noeud d'appui (en restant sur la fibre moyenne de l'entrait) sous réserve que la barre du modèle ne sorte pas de la coupe de l'arbalétrier (voir figure 2).

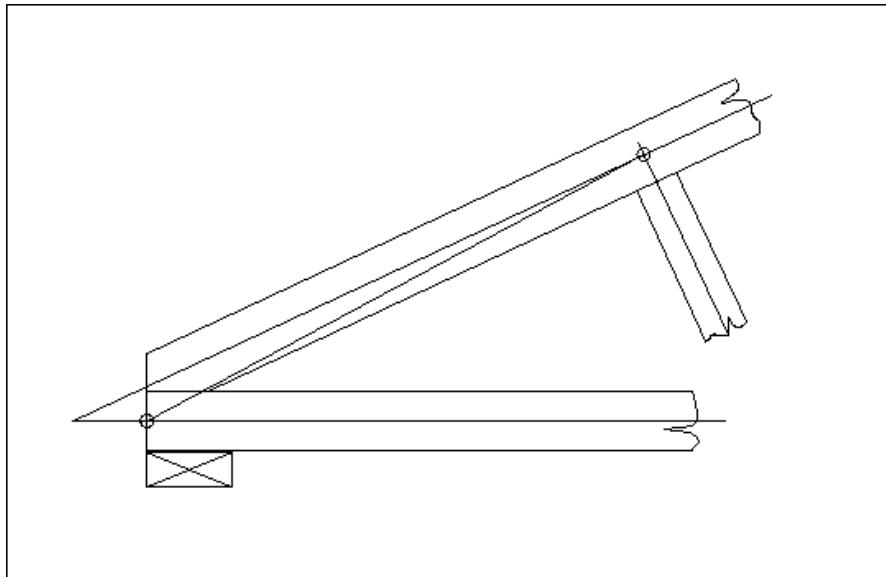


Figure 2 Exemples d'altérations d'épure admises

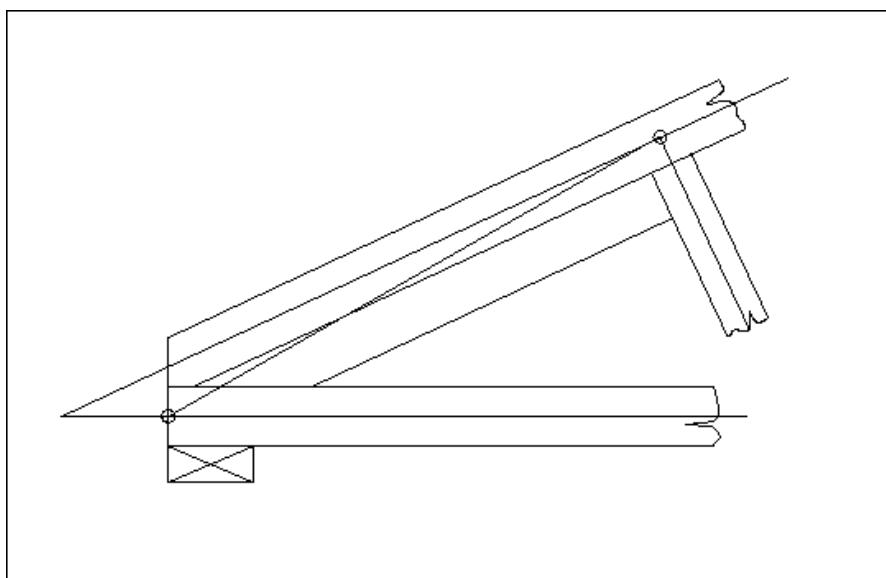


Figure 2 Exemples d'altérations d'épure admises

Si la longueur de contact entre les deux pièces de bois est inférieure à la longueur de l'assemblage nécessaire à la reprise de l'effort de cisaillement parallèle à ce joint, il faut prévoir l'adjonction d'une pièce de doublage de l'arbalétrier ou de l'entrait. Cette pièce et celle qu'elle double sont alors modélisées comme une barre unique partant du noeud précédent de la barre doublée et aboutissant au même point d'épure que celui qui résulterait de l'application du premier alinéa. La section totale de la pièce doublée doit assurer une concurrence à l'intérieur du bois, et si tel n'est pas le cas, une barre fictive supplémentaire (verticale le plus souvent) doit être incorporée au modèle de calcul.

## 1. Positions et modélisations des appuis

Les appuis doivent être matérialisés par des nœuds.

Les nœuds d'appuis sont confondus avec les nœuds de triangulation lorsque la zone de contact des éléments recouvre la longueur de l'appui sur au moins 5 cm.

Dans le cas contraire, on doit créer un noeud d'appui spécifique.

Il n'est pas admis d'écrire les moments sur appui.

Pour les barres d'appui très courtes (représentant un potelet ou écoinçon) les glissements d'assemblages, très grands par rapport à la déformation élastique de bois, conduisent à utiliser, si ces glissements ne sont pas pris en compte directement par la méthode de calcul, un module d'élasticité axial réduit ; une valeur égale au dixième de celle du bois est recommandée.

### a) Décalage d'appui intérieur et dispositions constructives

On désigne par,  $d$ , la valeur du décalage, définie comme la distance horizontale entre l'extrémité intérieure de la coupe d'arbalétrier et le point le plus proche de l'appui (voir figure 3b). Il n'est pas admis, dans le cadre de ce document, de décalage supérieur à 50 cm. Si tel est le cas, une barre supplémentaire doit être adjointe pour assurer la triangulation du noeud d'appui.

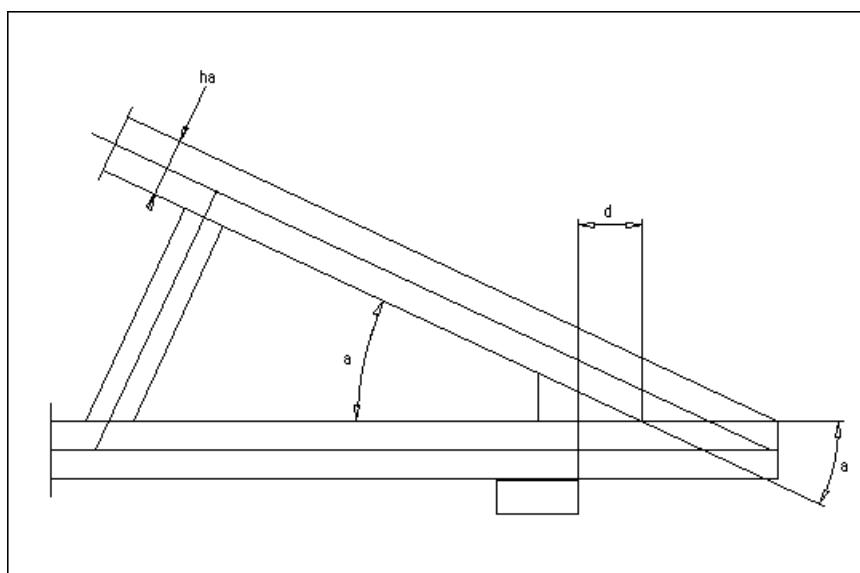


Figure 3 b) Valeur de décalage

Dans le cas d'un décalage inférieur ou égal à 50 cm, la mise en oeuvre d'un écoinçon ou d'un potelet est nécessaire.

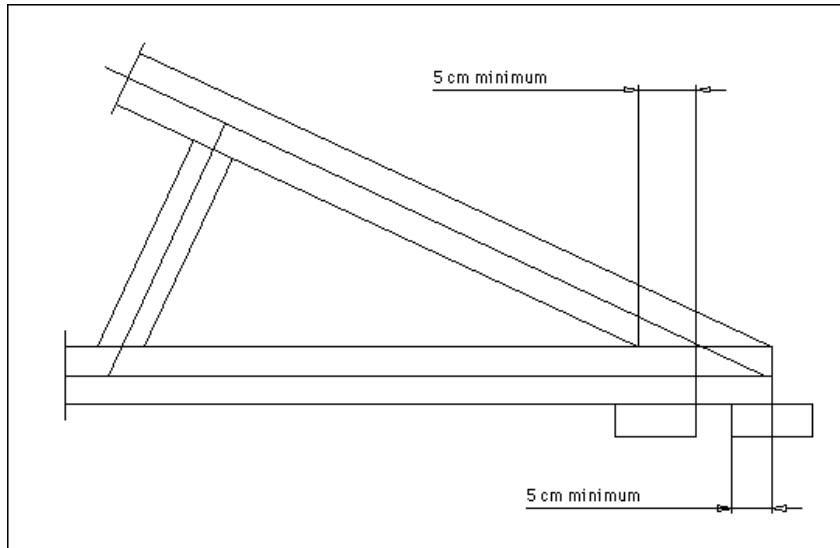


Figure 3 a) Critère de non-décalage d'appuis

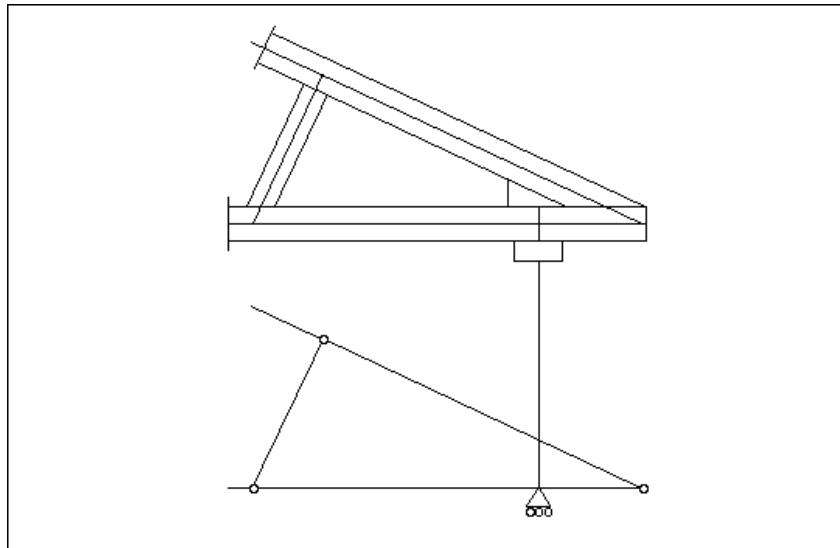


Figure 3 c) Appui décalé - Modélisation pour le calcul

Dans tous les cas de décalages, la vérification par calcul doit porter aussi sur les contraintes de flexion et de cisaillement. L'écoinçon doit être assemblé à l'arbalétrier et à l'entrait, au même titre qu'un potelet, par un ou des connecteurs suffisants pour transmettre l'effort que l'on y a calculé.

L'axe du potelet doit être situé dans l'axe de l'appui ou à 5 cm au moins à l'intérieur de l'appui. Lorsqu'un potelet ou un écoinçon est mis en oeuvre pour satisfaire le présent article, il doit être incorporé au modèle de calcul, comme toute autre barre interne.

### b) Reprises d'arrachement dans le cas d'appuis rapprochés

La transmission de couples à l'infrastructure (entraînant des efforts locaux d'arrachement d'ancrage) par deux appuis rapprochés n'est admise que si la distance entre ceux-ci est au moins égale à 40 cm. La résistance, la rigidité et la fiabilité des dispositifs de reprise des efforts d'arrachement doivent être justifiées (voir figure 4).

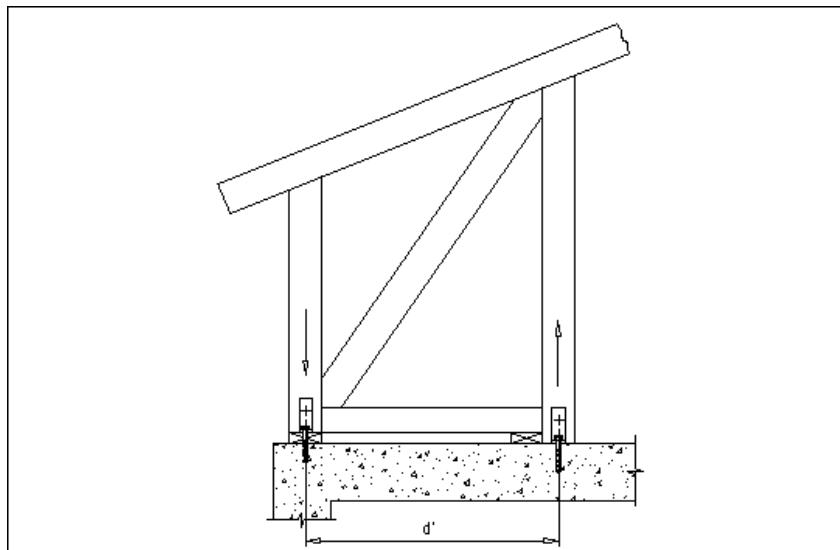


Figure 4 Reprise d'arrachement

### c) Technologie des appuis

Pour les fermes dont les appuis du modèle sont constitués par une rotule et un ou plusieurs appuis roulants, et lorsque le déplacement (calculé sous cas de charge 1) d'un appui roulant n'excède pas 5 mm, on admet l'emploi d'appareils d'appuis de technologie simple (équerres, boîtiers) qui présentent de faibles rigidités en déplacement horizontal.

Cette simplification n'est admissible que sous réserve que la portée entre appuis de la ferme n'excède pas 18 m.

Dans tous les cas, les appareils d'appuis doivent présenter des caractéristiques de résistance et de rigidité compatibles avec les hypothèses et les résultats de calcul propres à chacun des appuis.

## 2 Cas particuliers

### a) Fermes dissymétriques de chien-assis (voir figure 5)

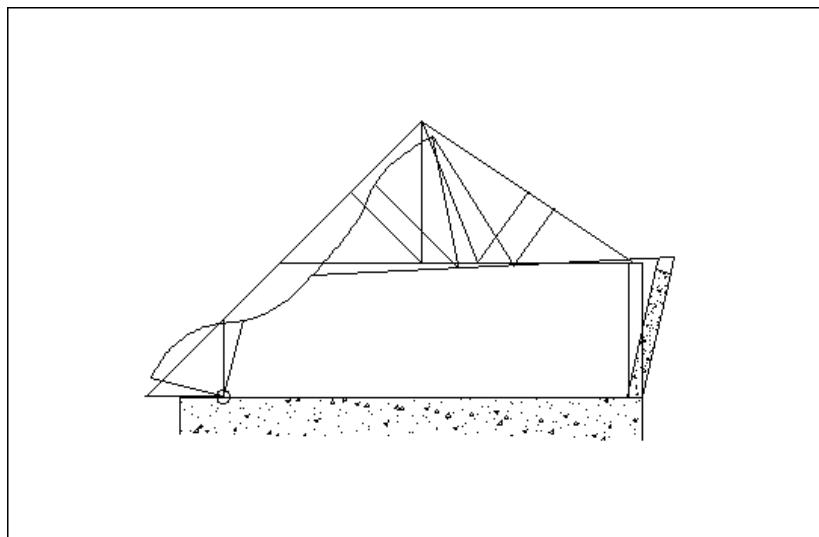


Figure 5 Fonctionnement et modélisations de ferme dissymétrique

Une liaison entre ferme et couronnement façade de chien-assis ne peut pas, le plus souvent, s'opposer à la poussée de la ferme

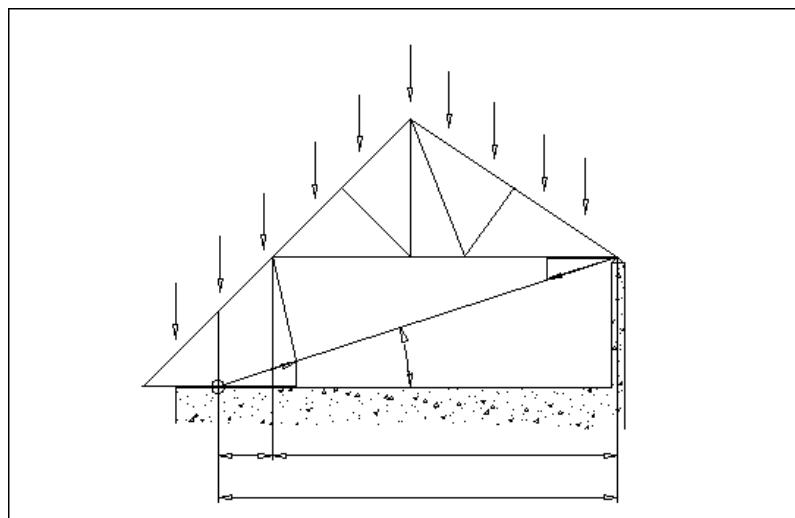
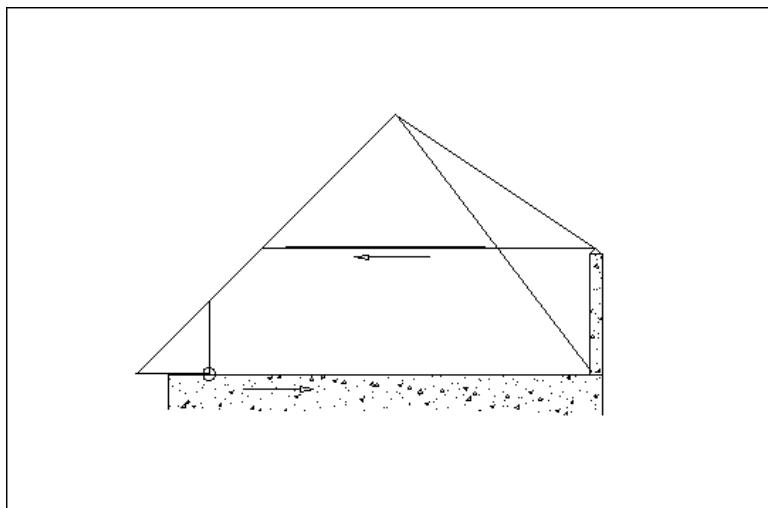


Figure 5 Fonctionnement et modélisations de ferme dissymétrique b) Efforts aux appuis



*Figure 5 Fonctionnement et modélisations de ferme dissymétrique c) Transfert de poussées par une poutre de poussée horizontale*

### **III – Consultations**

Lors de la consultation, il faut aborder certains points avec le responsable de l'entreprise :

- ✓ Degré coupe-feu de la charpente.
- ✓ Traitement préventif du bois vis à vis des insectes.
- ✓ Prise en compte des conditions climatiques du lieu de la construction.
- ✓ Comment est assuré le contreventement de la charpente, en phase travaux et en phase définitive ?
- ✓ Est-il possible de fixer des éléments dans la charpente tant en sous-face (luminaires, caisson de ventilation) qu'en surface (plots pour la couverture) ? Quelle est la charge maximale et la pénétration admissible de la fixation dans le bois ?
- ✓ Qui assure le levage des éléments (grue du gros-œuvre ou grue mobile) ?
- ✓ Comment est traité le problème du joint de dilatation du bâtiment ?
- ✓ Comment est repris la mise en œuvre du chéneau ?
- ✓ Renforts pour l'implantation de lanterneaux, et possibilité de réglages.

#### *Les pièges à éviter*

Il faut être vigilant à l'essence de bois et la finition proposée par le sous-traitant et vérifier que cela correspond aux attentes du maître d'œuvre (en lui proposant des échantillons).

Ensuite, il faut vérifier que les entraxes et les sections définies correspondent à la destination de la charpente c'est à dire :

Ardoise	entraxe 60 cm	lattage ou voligeage
Tuile < 50 kg/m <sup>2</sup>	entraxe 90 cm	liteaux 38x38 mm
Tuile > 50 kg/m <sup>2</sup>	entraxe 60 cm	liteaux 25x50 ou 27x27
Zinc	entraxe 60 cm entraxe 90 cm	voligeage de 22 mm voligeage de 28 mm

De plus, il faut vérifier l'interface charpente/gros-œuvre (brisé béton et plancher BA si classement acoustique)

Enfin, il arrive que des prestations ne soient pas décrites au CCTP mais nécessaire, il faut donc les prévoir. Par exemple, lorsque l'on n'a pas de plancher en béton armé au dernier niveau, il faut prévoir un solivage horizontal pour permettre la fixation du faux plafond ainsi que l'exécution d'un cheminement technique en comble (obligatoire).

## IV – Evaluation

### Prix

Charpente lamellé collé	2100 Euros au m <sup>3</sup>
Charpente bois traditionnelle non assemblé	750 Euros au m <sup>3</sup>
Charpente bois traditionnelle assemblé	850 Euros au m <sup>3</sup>

### *Pour aller plus loin :*

Fermes Traditionnelles, comprenant : extraits, arbalétriers, poinçons, fiches, contrefiches, échantignolles, assemblés à tenons et mortaises et boulonnés. L'ensemble transporté, posé, mis à niveau, en bois Sapin de Pays.

Portée inférieure à 6,00 m	m <sup>3</sup>	1940 €
Portée de 6,00 à 8,00 m	m <sup>3</sup>	2128 €
Portée supérieure à 8,00 m	m <sup>3</sup>	2316 €

Fermettes industrielles, type Gang-Nail ou hydro-Nail ou similaire la fourniture, la pose et le scellement.

Entre axe = 0,60 m.

Pente 16°, portée 6-7,5 m	m <sup>2</sup>	200 €
Pente 16°, portée 7,5-9 m	m <sup>2</sup>	215 €
Pente 16°, portée 9-11 m	m <sup>2</sup>	244 €
Pente 20°, portée 6-7,5 m	m <sup>2</sup>	204 €
Pente 20°, portée 7,5-9 m	m <sup>2</sup>	227 €
Pente 20°, portée 9-11 m	m <sup>2</sup>	278 €
Pente 35°, portée 6-7,5 m	m <sup>2</sup>	214 €
Pente 35°, portée 7,5-9 m	m <sup>2</sup>	239 €
Pente 35°, portée 9-11 m	m <sup>2</sup>	404 €

Charpente	Avantages	Inconvénients
Fermette	<p>Bon marché.</p> <p>Les bois de faible section sont quasiment traités à cœur.</p> <p>Les bois sont assemblés par des agrafes dont les pointes sont de courte longueur, ce qui évite les fissures (et améliore la solidité).</p> <p>L'isolation peut être assurée par des flocons de laine de verre déposés au dessus du plafond (meilleur marché).</p>	<p>L'inconvénient majeur des fermettes est que les <b>combles sont non aménageables</b>.</p> <p>Pour circuler dans les combles, il faut impérativement poser les pieds sur les poutres et non sur le plafond, simple plaque de plâtre.</p> <p>Combles non utilisables même pour y ranger des objets.</p>
Charpente "traditionnelle"	Permet d'utiliser tout le volume pour aménager soit des plafonds rampants (surtout pour toits à faible pente), soit des pièces mansardées.	<p>Le prix. Si le prix de la charpente proprement dite est équivalent aux fermettes, une charpente traditionnelle impose de prévoir un plancher hourdis pour le plafond, un soubassement et des fondations adaptés : aussi compter un surcoût de 700F/m<sup>2</sup> par rapport à une charpente fermette. (TTC pose comprise, 1998, ajouter 20% pour Ile de France)</p> <p>De plus pour pouvoir aménager les combles, prévoir une hauteur de mur supplémentaire (pour les toits à faible pente) ou bien des ouvertures de type " chiens assis " ou " velux " .</p>

**Temps unitaires**

En général, les équipes de charpentiers fonctionnent par trois personnes, afin de pouvoir manipuler les éléments de charpente.

Pour la charpente assemblée 0.6h/m<sup>2</sup>

Pour la charpente non assemblée 6h/m<sup>2</sup>

Pour la fermette industrielle 0.7h/m<sup>2</sup>

Les cadences moyennes d'exécution sont comprises entre 20 et 30 m<sup>2</sup>/h/j pour de la fermette industrielle et entre 10 et 20 m<sup>2</sup>/h/j pour de la charpente traditionnelle (peut varier dans de grandes proportions en fonction de la complexité).

On prévoit généralement, pour les opérations de logements neuf, une cage par semaine pour de la fermette industrielle et une demi-cage par semaine pour de la charpente traditionnelle.

## V – Qualité

L'intervention du lot charpente, se situe dans l'interface **Clos couvert** de la réalisation du bâtiment. Le « **clos couvert** », comprend les lots de menuiserie extérieure, couverture, étanchéité, soit l'ensemble des lots qui permettent la mise « hors d'eau et hors d'air » de la construction. Ces différents lots interviennent à la fin du gros œuvre et avant les lots intérieurs architecturaux, le gros œuvre étant le support et les lots architecturaux devant être protégés de l'eau et du vent.

Durant la phase de réalisation, il y a certains points sur lesquels il faut être vigilant :

- la sécurité des personnes (poseurs et environnantes aux travaux)
- le bon dimensionnement de l'engin de levage pour l'approvisionnement ou la pose des éléments de la charpente
- la fixation de tous les éléments conformément au DTU ( exemple: la présence de clous dans les sabots)
- la réalisation conformément aux plans d'exécution
- le traitement des éléments de la charpente, pour le bois contre les insectes, et pour le métal contre la corrosion
- le degré d'humidité de l'air et des éléments lors de la mise en œuvre, afin que tous les éléments soit posé dans les même conditions.

Le lamellé-collé répond à trois principales qualifications :

- **Qualification française OPQCB 2334** : cette qualification autorise la conception et la mise en œuvre de structure en bois lamellé-collé ayant des portées supérieures à 60 m
- **Qualification allemande DIN 1052** : cette qualification reconnue par l'institut « OTTO GRAF INSTITUT » de Stuttgart permet la conception et la mise en œuvre de n'importe quel type de structure en bois.
- **Certification « ACERBOIS GLULAM »** certification de la qualification du bois lamellé-collé.

Les interfaces du lot charpente bois sont restreintes au lots suivants :

- ✓ Gros-œuvre : altimétrie des points de reprise des charges, parallélisme de voiles (dans le cas d'une charpente entre voiles), approvisionnement par la grue du gros-œuvre, accès auprès de la zone de travail (nacelles).
- ✓ Couverture, étanchéité : ce lot intervient après la pose de la couverture, mais il faut que l'entreprise vise les plans de charpente et l'exécution afin de signaler tout manque pour l'intervention suivante : panne manquante, renforts de lanterneaux, traitement du joint de dilatation.
- ✓ Façade, menuiserie : liaison entre la charpente et le gros-œuvre en fonction des complexes de façade à poser et retour sur la couverture.

## VI – Opérations préalables à la réception

Lors des OPR, la charpente est, dans la plupart du temps cachée par la couverture et les habillages en sous face. C'est pourquoi, il faut suivre de près l'exécution pour formuler les remarques suffisamment tôt pour reprendre les éventuelles erreurs.

Dans le cas où la charpente est apparente, les points à vérifier sont les suivants :

- ✓ Les bois employés seront parfaitement secs, droit de fils, exempts de nœuds vicieux, gerçures ou piqûres, travaillés et assemblés selon les règles de l'art
- ✓ Tous les éléments métalliques apparents recevront l'antirouille adéquat
- ✓ Les sections minimum de bois indiquées et vérifiées par le maître d'œuvre
- ✓ La fixation des éléments ne doit en aucun cas détériorer le support G.O.