

Charpentes

SOMMAIRE

1- Présentation.	2
2- Critères fonctionnels.	2
a) Résistance mécanique.	2
b) Résistance au feu.	3
c) Hygiène, santé, environnement.	3
d) Autres critères.	3
3- Systèmes constructifs.	3
a) Charpentes non assemblées.	3
b) Charpente traditionnelles en bois.	4
c) Charpentes à fermettes industrielles.	4
1- Généralités.	4
2- Assemblage des éléments de fermettes.	5
3- Mise en œuvre des fermettes.	5
4- Contreventement et antifiambage.	6
5- Conclusion.	7
d) Charpentes en lamellé collé.	7
1- Généralités.	7
2- Mise en œuvre.	8

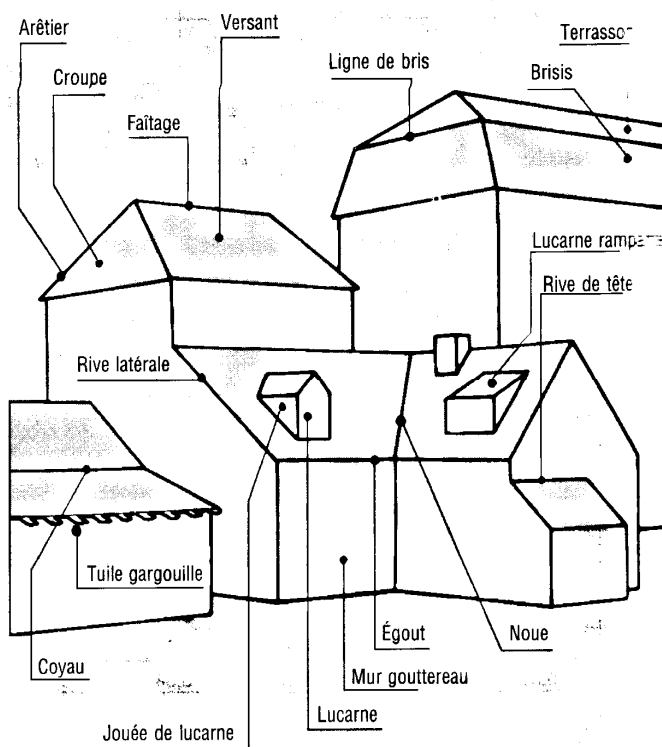
1 - Présentation.

Sous la dénomination de charpente, on regroupe l'ensemble des éléments structurels qui constituent la toiture.

Les éléments structurels sont porteurs de la couverture. L'étude des éléments de couverture est l'objet d'une autre spécialité.

Les techniques de mise en oeuvre dépendent principalement des portées des toitures à construire. On sépare ainsi :

- les charpentes de combles (aménagés ou non) de bâtiments de logements collectifs ou individuels,
- les charpentes créant de grandes surfaces d'utilisation (halles d'exposition, complexes sportifs, usines...).



charpente de stade
(portée de 120m)

Ne seront traitées ici que les charpente en bois.

2- Critères fonctionnels.

a) Résistance mécanique.

Les sollicitations transmises à la charpente sont de type:

Charges permanentes :

Ces charges sont relativement faibles. Les toitures (couverture + charpente) sont des éléments légers. La charge p transmise est comprise entre 60 et 120 daN/m² de couverture (une dalle en BA de 20 cm d'épaisseur donne $p = 500$ daN/m²)

Charges climatiques :

Les charges climatiques sont importantes, elles sont déterminantes dans le dimensionnement de la structure porteuse. Ces charges sont dues principalement à l'action du vent et conduisent à une étude particulière de stabilité - le contreventement -.

L'aspect durabilité est assuré par le traitement des bois contre insectes et champignons.

b) Résistance au feu.

On pense souvent à tort que le bois a un mauvais comportement au feu. Au contraire, si les pièces constitutives de la charpente sont massives, les charpentes en bois se comportent très bien face au feu, ce qui les fait souvent préférer aux charpentes métalliques.

Ainsi, les charpentes bois industrielles et les charpentes métalliques doivent être particulièrement protégées pour résister aux incendies.

c) Hygiène, santé, environnement.

Les critères d'hygiène, santé et environnement sont abordés lors des processus de fabrication en usine (toxicité des colles et peintures...).

d) Autres critères.

La protection acoustique, l'isolation thermique et l'étanchéité intéressent uniquement les éléments de couverture.

Les critères fonctionnels particuliers à la charpente sont liés à la couverture, on peut citer:

- la pente de la toiture,
- des espaces d'éclairément sont à intégrer dans la structure de la charpente,
- l'aspect esthétique est un critère souvent fondamental lorsque la charpente est apparente

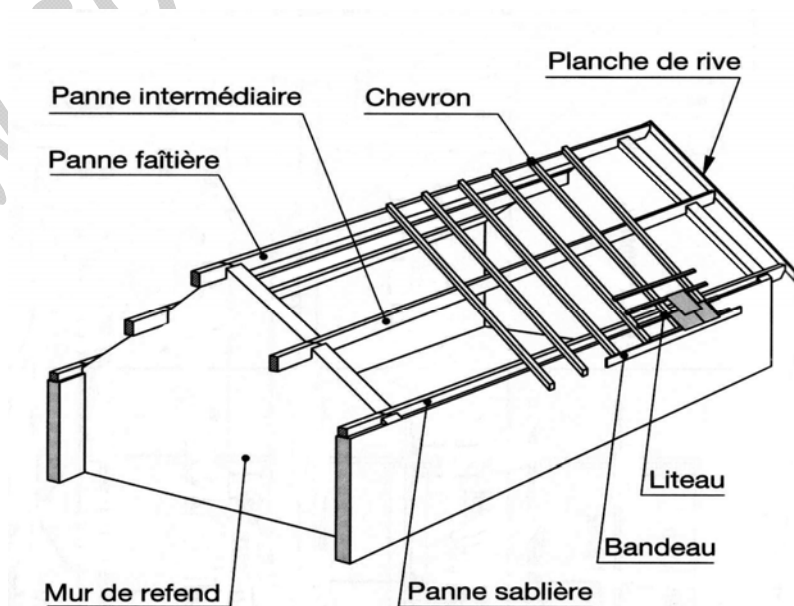
(notamment en bois lamellé-collé).

3- Systèmes constructifs.

a) Charpentes non assemblées.

C'est la technique la plus simple.

Les pannes sont appuyées directement sur les murs porteurs (pignons et refends), et reçoivent les chevrons qui supporteront la couverture.



b) Charpente traditionnelles en bois

On appelle charpentes traditionnelles bois traditionnelles, les toitures dont la structure est constituée d'éléments en bois massif (madriers 8x22, bastaings 6,5x16, chevrons 4x8...) dont l'assemblage compose des fermes.

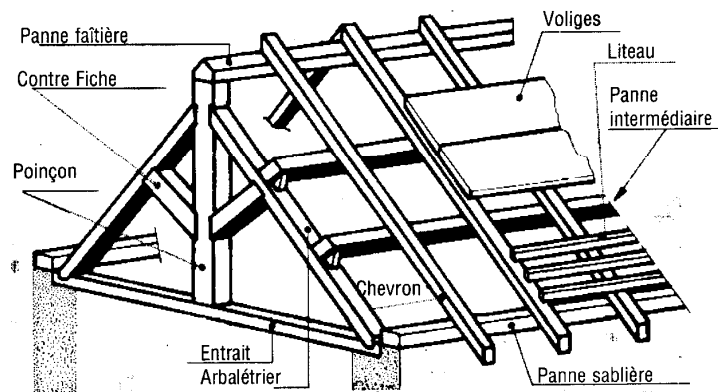
Les fermes sont construites et mise en oeuvre sur le chantier à partir d'épures tracées sur le sol du dernier niveau. Leur réalisation ne peut être exécutée que par un personnel qualifié (compagnons).

Les éléments des fermes composent des triangles (indéformables), où chaque pièce est chargée à ses extrémités. Les barres sont considérées comme des bielles. L'action du vent est transmise ponctuellement au niveau des appuis des pannes.

Les règles de conception et calcul sont :

- Les règles CB 71 (DTU P 21-701),
- Le DTU 31.1,
- Le Cahier n°118 du CTBA.

CHARPENTE TRADITIONNELLE



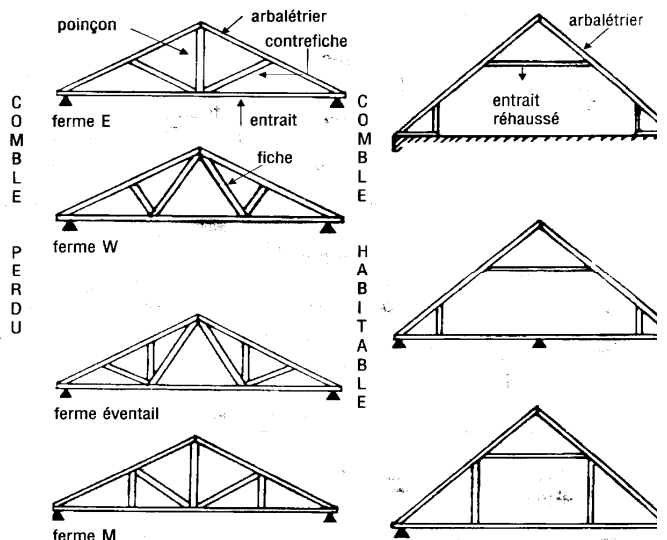
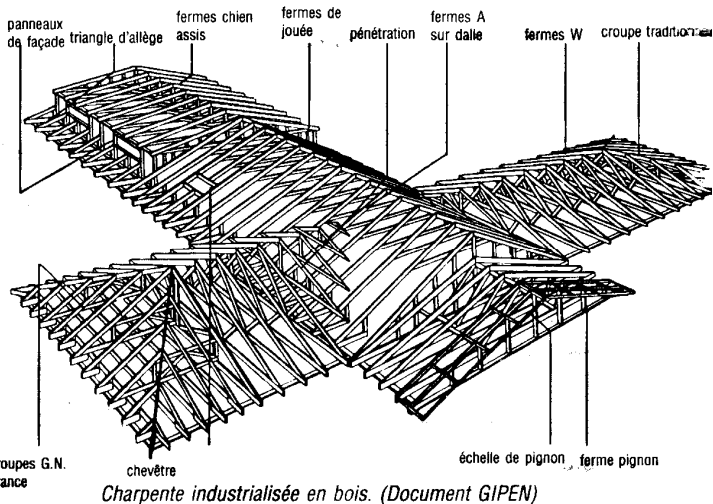
c) Charpentes à fermettes industrielles.

1- Généralités.

L'idée de la technologie des charpentes à fermettes industrielles est à rapprocher du concept de préfabrication en B.A.

Il s'agit de concevoir une charpente constituée d'une multitude de fermes préfabriquées en usines. Ces fermes sont manuyportables (poids ≤ 80 daN) car constituées de bois de petites dimensions (de 20 à 40mm x 20 à 100mm).

L'espacement de ces fermes correspond à celui des chevrons pour les charpentes traditionnelles (0,45 à 0,90m). En effet, une fermette est moins résistante qu'une ferme classique, les charges reprises par les fermettes sont réduites à celles apportées par un entre-axe de fermette.

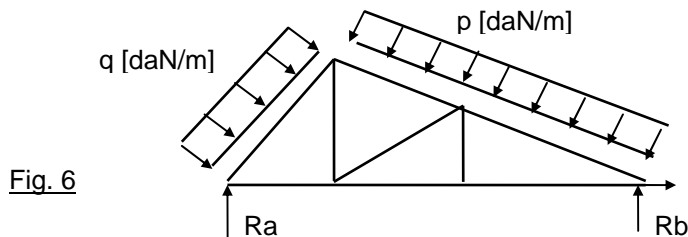


Les règles de conception et calcul des fermettes industrielles sont :

Les règles CB 71 (DTU P 21-701),

Le Cahier n° 111 du CTAB.

Les éléments des fermettes composent des triangles (indéformables), où chaque pièce est considérée comme étant une bielle, sauf les arbalétriers qui supportent directement les charges sur leur longueur (action uniformément répartie).

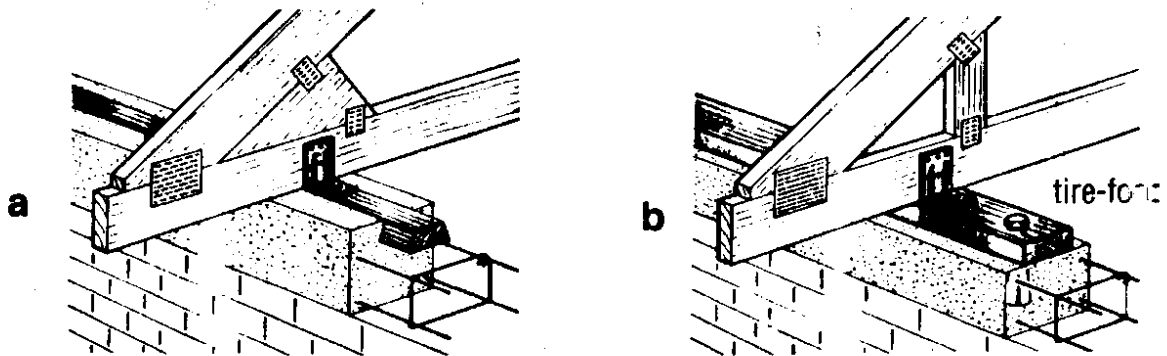


2- Assemblage des éléments de fermettes.

Les fermettes sont des éléments préfabriqués en usine.

Les entreprises de charpentes sont équipées de logiciels permettant l'optimisation des sections des bois des fermettes (arbalétriers, entrants, poinçons ...).

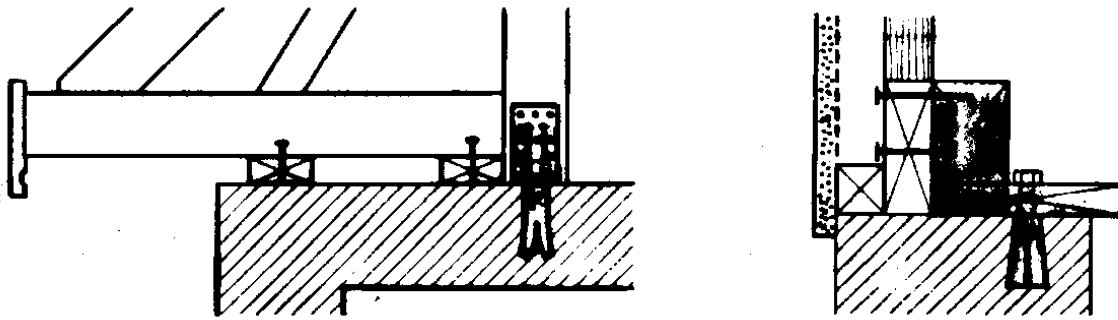
Les éléments constitutifs des fermettes sont assemblés principalement par des connecteurs métalliques agrafés sous presse hydraulique.



3- Mise en œuvre des fermettes.

Les fermettes sont manportables, elles sont liées à la structure BA ou à la maçonneries par des dispositifs identiques à ceux utilisés pour la charpente traditionnelle.

Les liaisons des fermettes à la structure sont de type appui simple ou articulation.



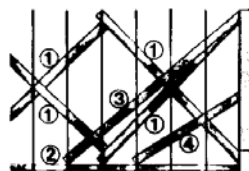
4- Contreventement et antiflembage.

Les fermettes ne sont pas indépendantes les unes des autres, elles sont reliées entre elles par trois types de barres d'environ 20mm x 60 mm de section:

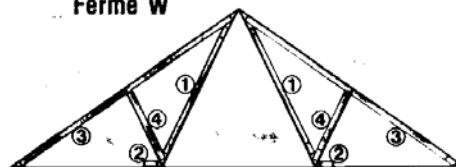
Les lisses de répartition et entretoises : Ces barres servent à maintenir l'écartement recherché entre les fermettes lors de leur mise en oeuvre.

Les lisses d'antiflembage : Les fermettes sont constituées de barres assimilées à des bielles. Ces barres sont soit tendues, soit comprimées. Pour éviter le flambement des barres comprimées, on place des lisses d'antiflembage (réduction de la longueur de flambage).

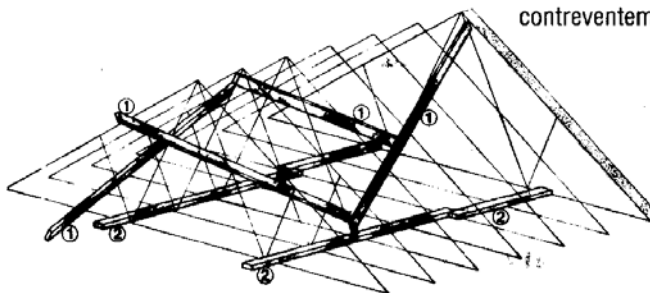
Les lisses de contreventement : Si le vent souffle sur un pignon, il déstabilise la première fermette et celle-ci déstabilise les fermettes voisines (comme les parcours de dominos). On place alors des barres obliques qui transmettent directement les efforts du vent à la structure du gros oeuvre.



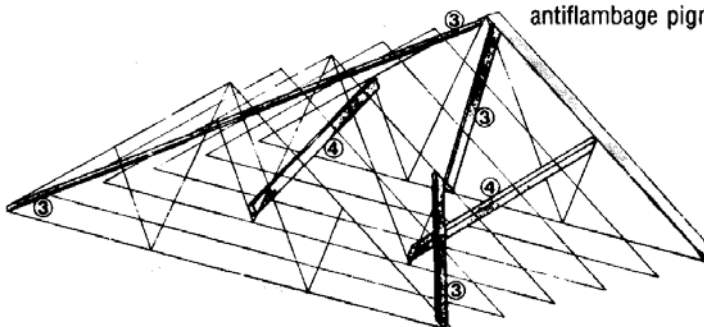
Ferme W



contreventement de stabilité



antiflembage pignon non stable



Les lisses sont mises en oeuvre sur le chantier. L'oubli de l'une d'entre elles est la garantie d'un désordre futur.

5- Conclusion.

Dans le marché de la charpente bois pour construction à usage d'habitation, la technique des fermettes industrielles obtient le quasi monopole.

L'optimisation des sections des bois et la facilité de mise en oeuvre des fermettes (préfabrication + manuable) en ont fait une technique plus économique que la charpente traditionnelle.

Pourtant, le cubage de bois mis en oeuvre est souvent supérieur à celui nécessaire aux charpentes traditionnelles (mais le prix des bois massifs de grandes dimensions est plus important).

Bien que plus économique, les contraintes liées à la sécurité incendie peuvent entraîner des surcoûts non négligeables pour la protection des fermettes.

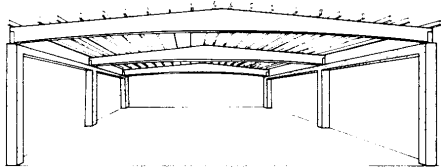
d) Charpentes en lamellé collé.

1- Généralités.

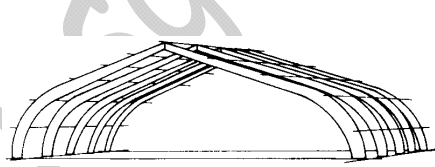
La technique du bois lamellé-collé est utilisée pour la réalisation de tous les types de charpentes et escaliers. (les charpentes industrielles peuvent être en lamellé-collé).

Cependant, l'étude proposée ne concerne que les ouvrages de grandes dimensions destinés à la création de surfaces et volumes importants.

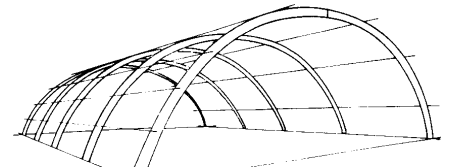
Les poutres et poteaux des charpentes constituent des fermes en forme de portiques.



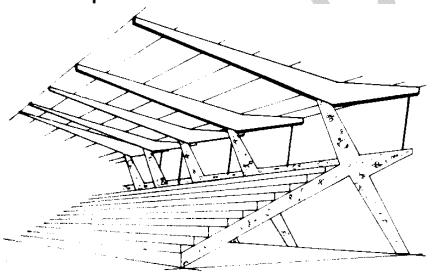
Hall industriel / poutres bois sur structure bois, béton ou acier : portée de 15 à 30 m



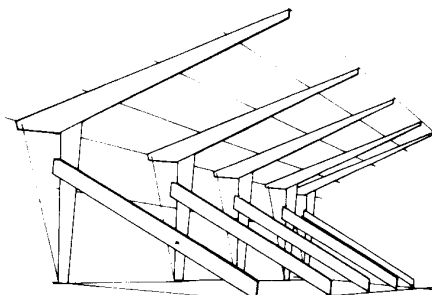
Arc courant : portée de 10 à 100 m



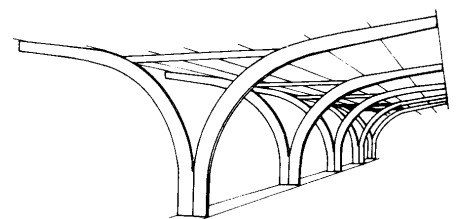
Arc de cercle : portée de 10 à 35 m



Tribune de stade mixte bois-béton porte à faux jusqu'à 15 m

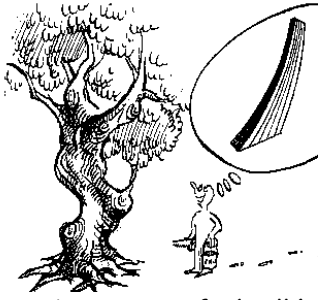


Tribune de stade en poutres droites

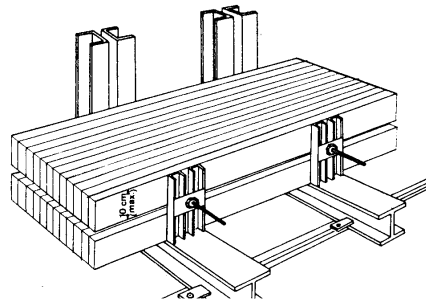


Double auvent : portée de 3 à 10 m

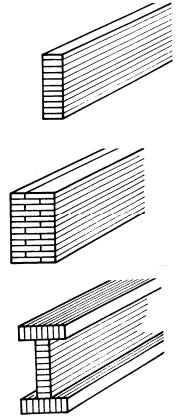
Les poutres (ou tout autre éléments de charpente) en bois lamellé-collé sont constituées d'un assemblage de lattes de bois massif d'environ 20x70mm. Les lattes sont empilées et mises bouts à bouts, elles sont maintenues sous presse pendant la durée du collage.



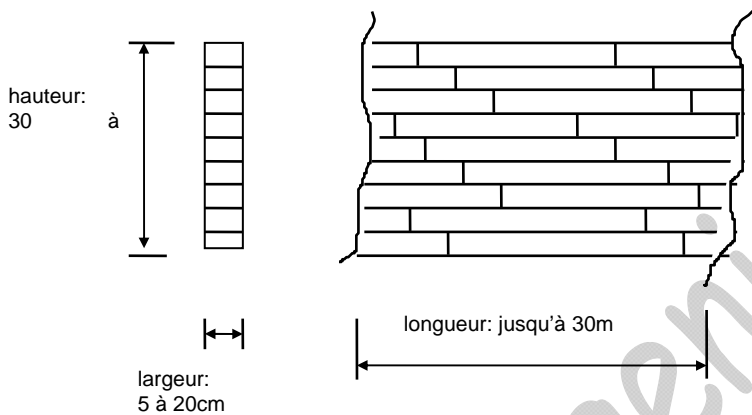
Les bois massif (taillés dans l'arbre) de tailles importantes sont coûteux et rares (voire inexistant)



serrage pendant la prise de la colle



Cette technique permet la création de formes diverses (poutres courbes, sections variables). Les poutres sont préfabriquées, les sections de bois peuvent être optimisées.



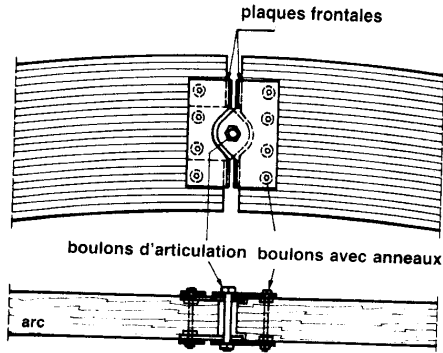
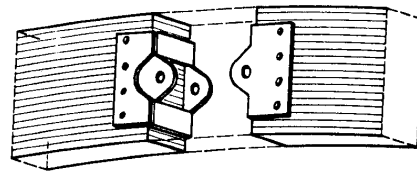
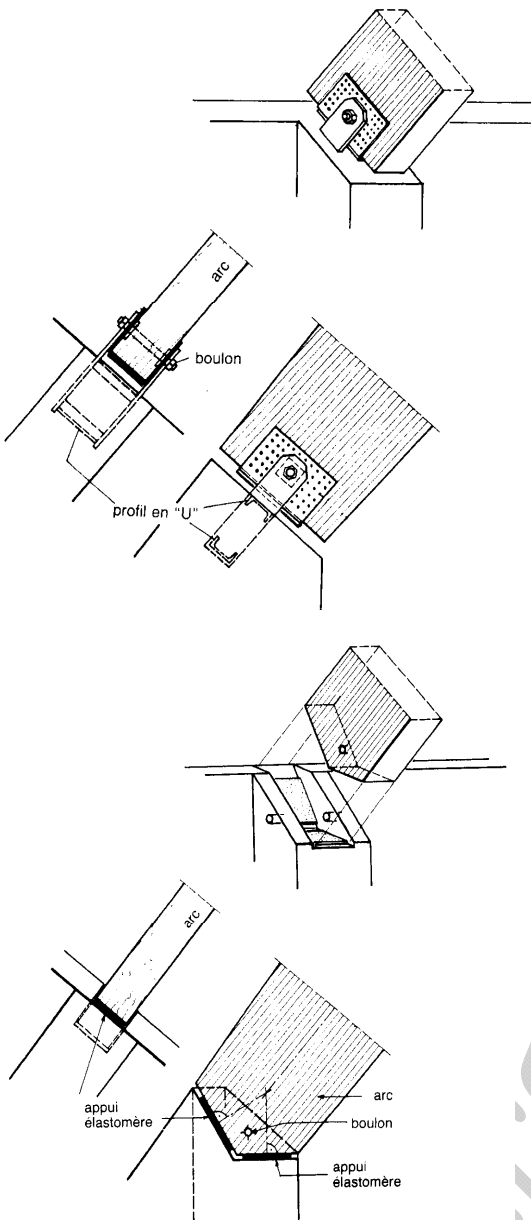
Les charpentes en bois lamellé-collé concurrencent fortement les charpentes en acier et toitures béton dès que les charges de pesanteur restent faibles ($\leq 150 \text{ daN/m}^2$).

De plus, les charpentes en bois lamellé-collé ont un excellent comportement au feu et une très bonne tenue aux agents chimiques.

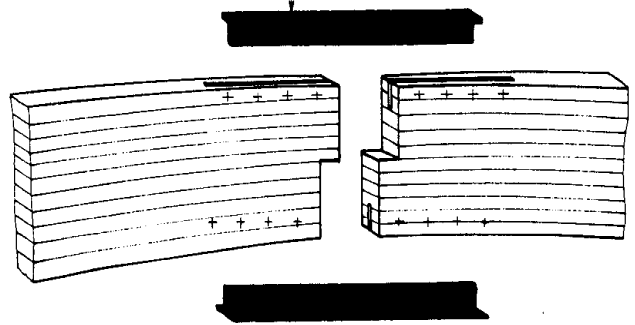
2- Mise en œuvre.

Les éléments de charpentes sont mis en œuvre à l'aide de grues sur pneus.

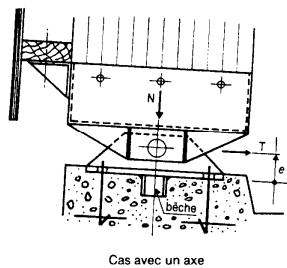
Les liaisons entre éléments et les liaisons au gros œuvre sont réalisées par l'intermédiaire de dispositifs métalliques d'appui (sabots, platines, équerres). Les poutres sont boulonnées ou agrafées.



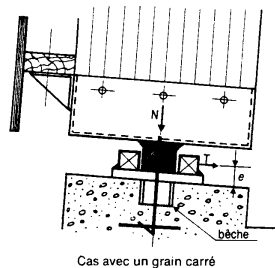
FORMANT AME



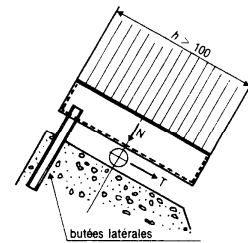
Autres liaisons possibles en pied



Cas avec un axe



Cas avec un grain carré



butées latérales

Les règles de conception et calcul sont les règles CB 71 (DTU P 21-701),

Les contraintes admissibles retenues pour les calculs des poutres lamellées-collées sont supérieures à celles retenues pour le calcul des charpentes en bois massifs.

Le contreventement et le flambage sont l'objet d'études particulières.