fiche technique la charpente

Ce manuel constitue le support d'une formation en éco construction dispensée sur cinq jours.

Avant de découvrir les différentes techniques de construction bois il nous a semblé important de permettre à notre public de se familiariser avec le matériau utilisé et d'appréhender le fonctionnement d'une maison d'habitation.

Le manuel se divise en trois parties comme suit :

- Le bois et ses propriétés techniques appliquées à la construction.
- Les exigences auxquelles doit répondre un bâti.
- Les différents systèmes constructifs bois. (ossature bois, poteau-poutre, charpente)

Sources principales :

- Encyclopédie des métiers, la charpente, Association Ouvrière des Compagnons du Devoir.
- L'Isolation thermique écologique (2010), Jean-Pierre Oliva et Samuel Courgey, édition terre vivante
- Maison Bois Outils Concept, CNDB
- La Construction à ossature traditionnelle en chêne, Rupert Newman, édition Eyrolles

Nous apportons l'attention du lecteur sur le fait que ce manuel n'est pas exhaustif et peut comporter des erreurs. Si vous avez un projet de construction il est à savoir que toute connaissance théorique doit s'accompagner d'une expérience pratique. Ces fiches techniques ne permettent pas d'avoir toutes les connaissances nécessaires pour réaliser sa maison bois.

Ce manuel ayant été conçu comme support à une formation orale, il se peut que certains points abordés ne soient pas totalement clairs pour le lecteur.

Nous rappelons que ce contenu a été réalisé à l'aide de plusieurs sources dont nous avons fait une synthèse, il va donc de soi que ce manuel est mis à disposition gratuitement puisque rien n'a été inventé. Les fiches techniques sont libres de diffusion. Néanmoins, étant donné qu'il s'agit du résultat de notre travail, nous demandons simplement de mette notre site en lien, et non pas de mettre les fichiers en téléchargement depuis votre site internet, d'autant plus que le contenu des fiches sera complété ultérieurement.

FICHE TECHNIQUE LA CHARPENTE .1

I. CHARPENTE 4

1. Introduction 4

2. Les différentes formes de combles 5

3. Comment déterminer un raccord ? 9

4. Les différents types de charpente 13

a) Chevrons arcs boutés sans faîtage porteur 13

1) Nomenclature des éléments 13
2) Contreventement 14
3) Limite du système 14
4) Isolation 15

b) Chevronnage sur faîtage porteur 15

1) Nomenclature des éléments 15
2) Contreventement 16
3) Limite du système 16
4) Stabilité des murs béquilles 16
5) Isolation 17

c) Fermettes 17

1) Nomenclature des éléments 17
2) Principe du système 17
3) Isolation 17

d) Charpente traditionnelle 18

1) Nomenclature 18
2) Contreventement 18
3) Descentes de charges 18
4) Isolation 19
5) Les différents assemblages traditionnels 19

5. Le trait de charpente 23

a) Principe du trait de charpente 23

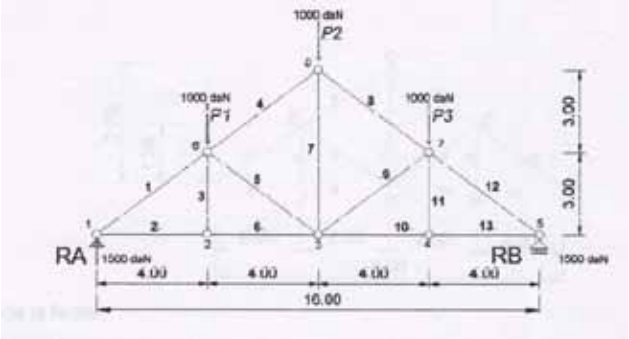
b) Les différentes méthodes permettant la réalisation d'une charpente 23

1) Planche de trait 23
2) Epure 29
3) Rembarrement 30
4) Piquage 31
5) Sauterelle et 10ème calculatrice 36
6) Ordinateur 37

I. Charpente

1. Introduction

Si les structures qui furent construites en défenses de mammouth dans les temps les plus anciens ne sont pas très évocatrices pour les charpentiers du XXe siècle que nous sommes, en revanche, les toits en terrasse et à ossature en bois des premières civilisations du Moyen-Orient sont beaucoup plus proches de nous. En effet, trouver un entrait tendu à la base de deux arbalétriers : même si ces éléments sont assemblés entre eux par ligature, ils correspondent à un langage que comprend parfaitement un charpentier, qu'il soit français ou mélanésien.



Une période capitale pour l'histoire de la charpente occidentale s'est déroulée au cours de la civilisation grecque. En effet, au cours de cette période, la charpente est conçue à partir de deux raisonnements fondamentalement différents, et passe d'un système utilisant des poutres fléchies à un système mettant en œuvre des fermes triangulées. Système basé sur une forme géométrique particulière : Le triangle.

Seule figure géométrique avec le cercle considéré à juste titre comme indéformable, elle est le nerf de la guerre de tous les charpentiers ; en effet elle permet une pente donc l'écoulement des eaux de pluies.
Ces toits à deux pentes permettent aussi la répartition du poids de la charpente et de la couverture sur les parois portantes de la construction, et, en particulier, la transformation en pressions verticales des forces obliques qui tendraient à ouvrir l'angle formé par les deux pentes, ce qui se traduirait par le déversement et la ruine de ces parois.

2. Les différentes formes de combles

Possibilités architecturales.

Les possibilités architecturales du bois et maintenant du bois lamellé-collé découlent des caractéristiques techniques maîtrisées par l'homme de métier. L'une des caractéristiques la mieux connue du grand public est le franchissement de grandes portées sans appuis intermédiaires. Cependant combien d'autres réalisations peuvent être effectuées sans atteindre de grandes dimensions ? Certes le lamellé-collé a contribué à créer un certain dynamisme dans la profession. Il serait vain de réaliser une analyse détaillée des différentes possibilités. On peut certainement supposer que nos architectes créateurs n'ont pas dit leurs derniers mots et des possibilités nouvelles verront le jour.
Les pages qui suivent ne constituent qu'un aperçu de ce qui existe tant en traditionnel qu'en moderne ou contemporain dans le domaine des formes courantes ou audacieuses.

DÉFINITION :
Le comble est la partie supérieure du bâtiment sur laquelle repose la couverture mais aussi le volume engendré par la couverture et la charpente. Ce volume est bien souvent utilisé comme habitation et d'autant plus facilement que la pente s'élève. La forme dépend de la nature du bâtiment, de son importance ainsi que de nombreux autres facteurs; esthétique, régionalisme et nature du matériau de couverture. Dans notre pays généralement les toitures pentues se situent dans les régions de fortes pluies alors que les toitures à faibles pentes se retrouvent dans les régions plus ensoleillées.

Forme des combles.

Les combles à une pente : Les auvents, les appentis.

Les combles à deux pentes : Le système le plus répandu, composé d'un faîtage et d'un ou deux versants inclinés.

Les combles à plusieurs pentes : La pyramide ou pavillon carré. Les deux étaux sont deux croupes reliées par un faîtage.

Les combles droits avec raccords : Les combles en L comportant un retour, les combles avec avant corps, à pans coupés ou en croisés.

Les combles brisés ou combles à la " Mansard ".

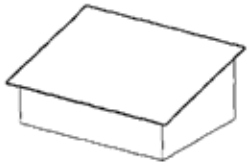
Les tourelles : elles peuvent être circulaires ou à pans sur une base polygonale comme les flèches ou les combles de forme rhomboïdale.

Les combles à surfaces courbes : Le dôme, l'impériale, le bulbe, le comble chinois, la coupole.

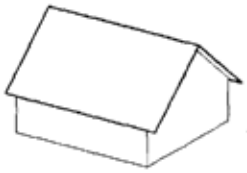
Les combles concaves ou convexes

Les combles paraboliques

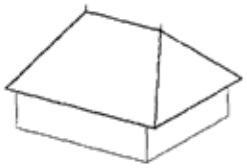
Les combles à surfaces planes.



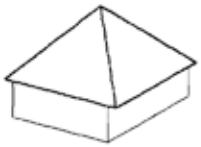
Appentis



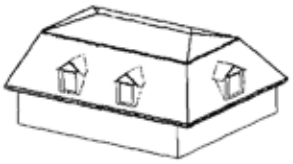
A deux pentes



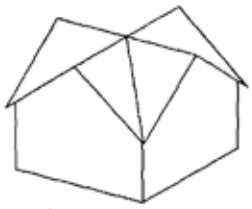
A croupe. Deux étaux



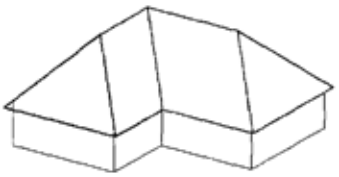
Pyramide. Pavilon carré.



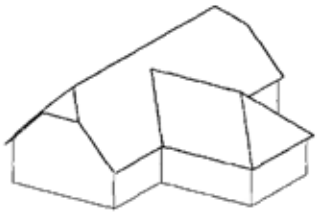
Pavillon Mansard



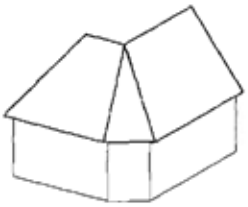
en croix



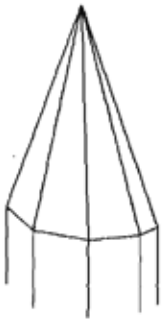
en L



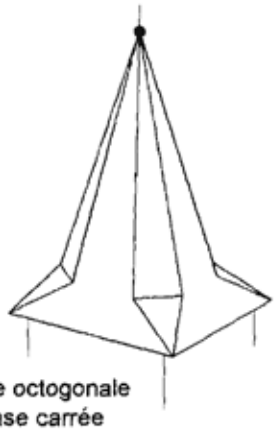
Avant corps en pénétration
Nez cassé



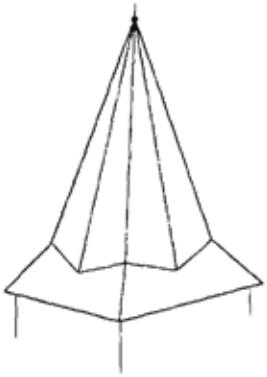
Pan coupé



Flèche otogonale

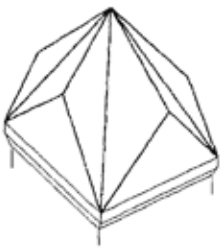


Flèche octogonale
sur base carrée

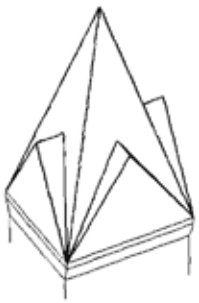


Flèche octogonale
sur tour carrée

Comble rhomboïdal roman

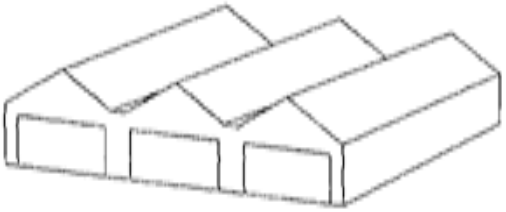


Comble rhomboïdal avec noues

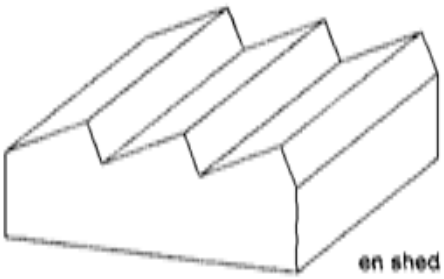


Pavillon carré à quatre frontons

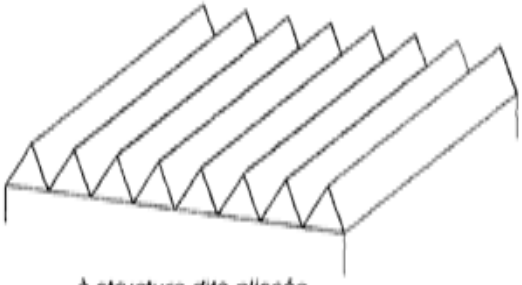
Les combles industriels.



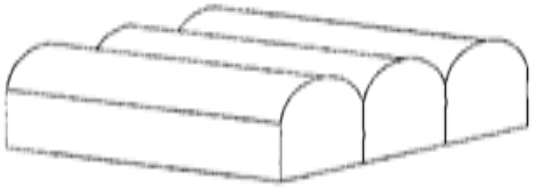
en dock



en shed

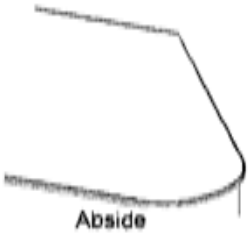


à structure dite plissée



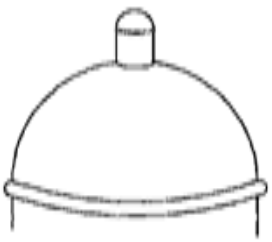
Voutes accolées

- Les combles à surfaces courbes.

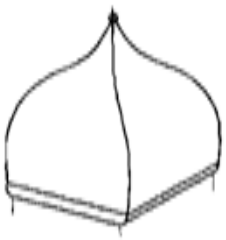


Abside

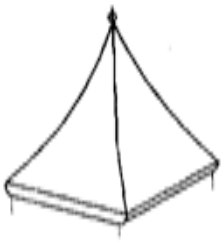
Tour ronde



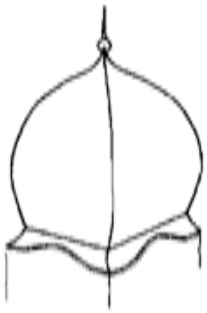
Dôme



Impériale



Chinois



bulbe

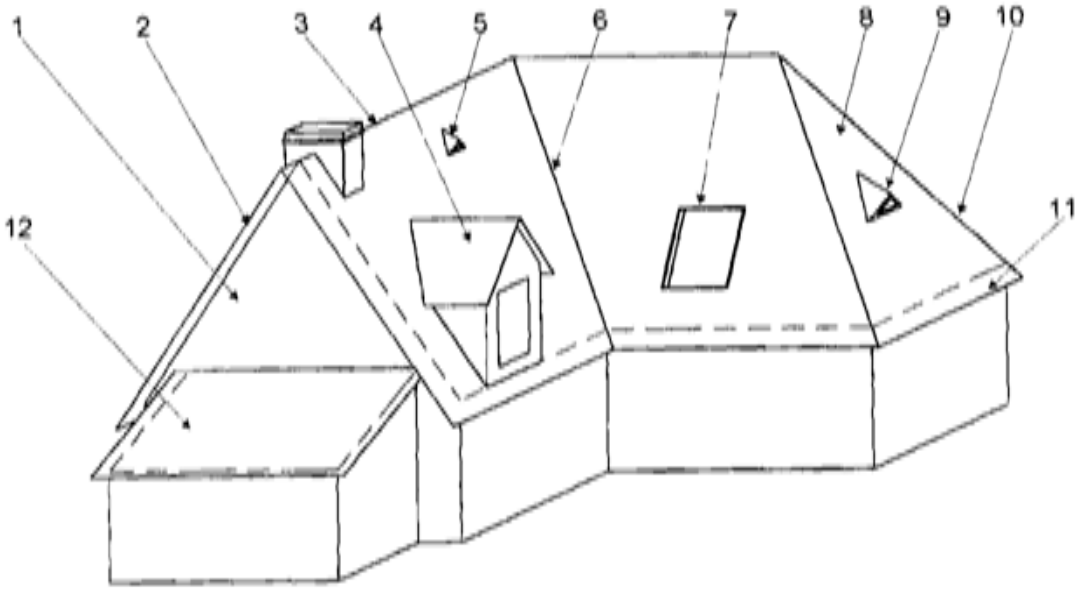
- Formes de toitures spatiales en coque.

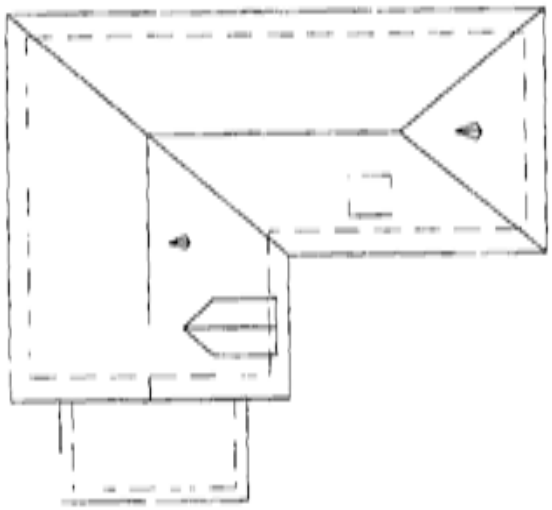
Paraboloïde hyperbolique

Paraboloïde hyperbolique

Coupole

LES COMBLES.





Vue en plan

Terminologie

1: Pignon
2: Rive
3: Faîtage
4: Lucarne
5: châtière
6: Noue
7: Chassis de toit
8: Croupe
9: Outeau
10:Arêtier
11:Saillie
12:Appenti

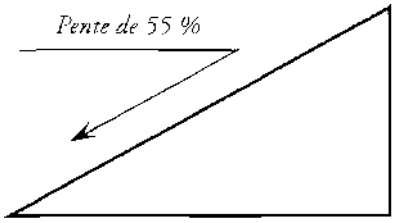
3. Comment déterminer un raccord ?

On désigne sous le terme de raccord la ligne ou les lignes droites ou courbes qui résultent de la rencontre de plans ou de volumes différents. Ainsi deux plans inclinés qui se pénètrent, génèrent un raccord droit en projection horizontale, comme dans l'espace.
Un comble courbe en élévation venant en pénétration dans un plan incliné génère un raccord courbe en plan et en élévation, qui sera fonction de plusieurs paramètres (pentes du plan incliné, rayon de la courbe).
Un comble courbe venant en pénétration dans un autre comble courbe peut engendrer un raccord droit en plan si les deux combles sont de courbures identiques. Tandis que deux courbes différentes se pénétrant donneront un raccord sinueux.
Que dirent alors d'un comble incurvé pénétrant un dôme impérial, par quels moyens, quels tracés peut-on solutionner cette énigme ?
Voici une approche sur les raccords que l'on peut rencontrer, et qui peut permettre de résoudre quelques difficultés. Mais tout d'abord voyons les outils nous permettant de définir une pente et donc de trouver un raccord.
Nous n'aborderons que les raccords à pente droite, les raccords plus complexes sont réservés aux hommes de métier ayant une bonne connaissance du trait ; il est donc inutile d'aborder le sujet dans ce document.

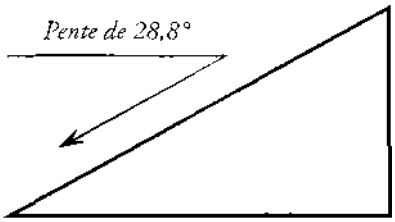
Définition

La pente
La pente d'un comble est l'inclinaison de celui-ci par rapport à une base horizontale. Elle est plus ou moins forte suivant les régions.
Elle peut s'exprimer de trois manières :

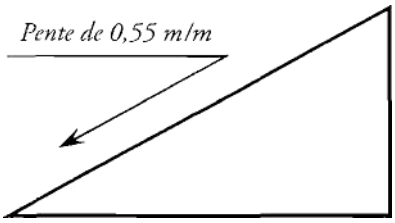
En pourcent



En degré

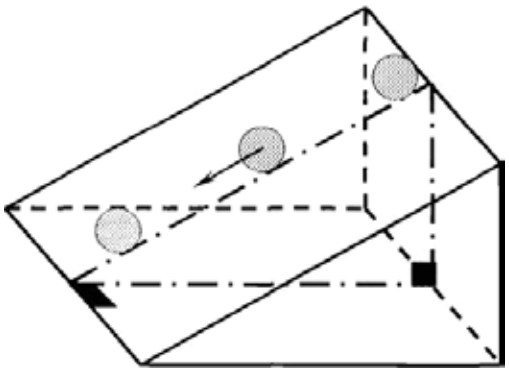


En mètre par mètre



Le chevron d'emprunt

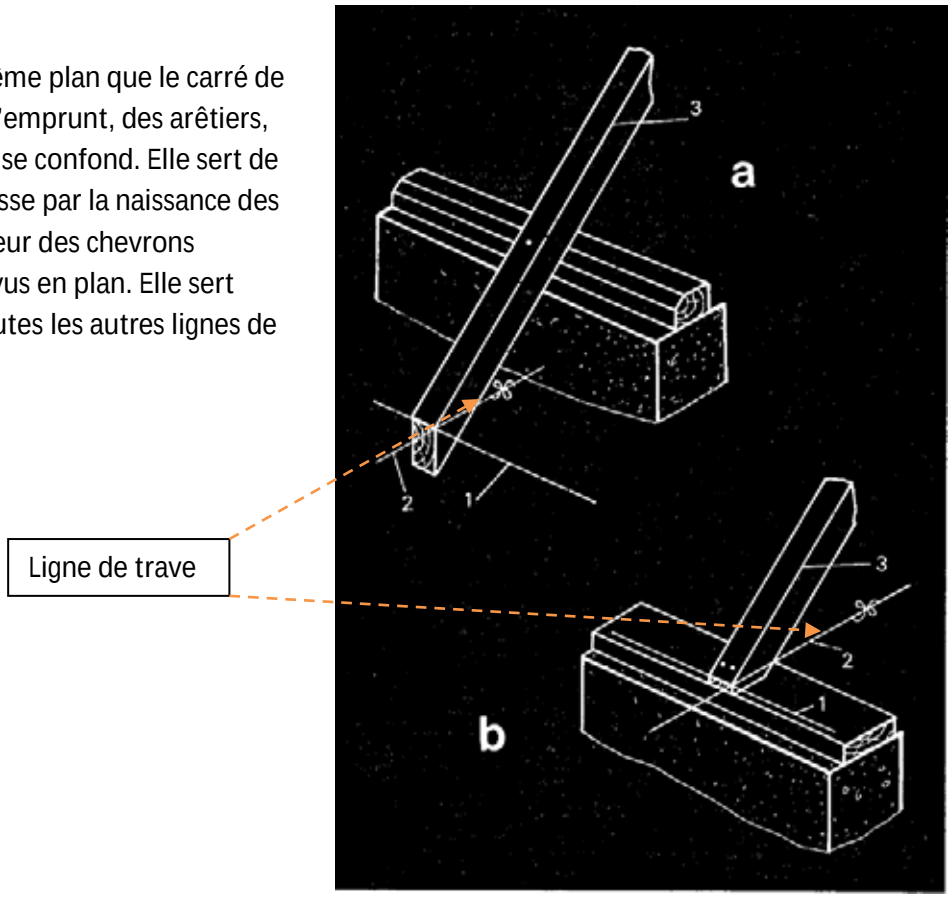
La pente se trace toujours sur le chevron d'emprunt. Le chevron d'emprunt **est une ligne imaginaire** qui est toujours **d'équerre à la ligne horizontale** (ou à la sablière de niveau).



C'est la direction la plus courte que prendrait une bille qui tombe du toit !

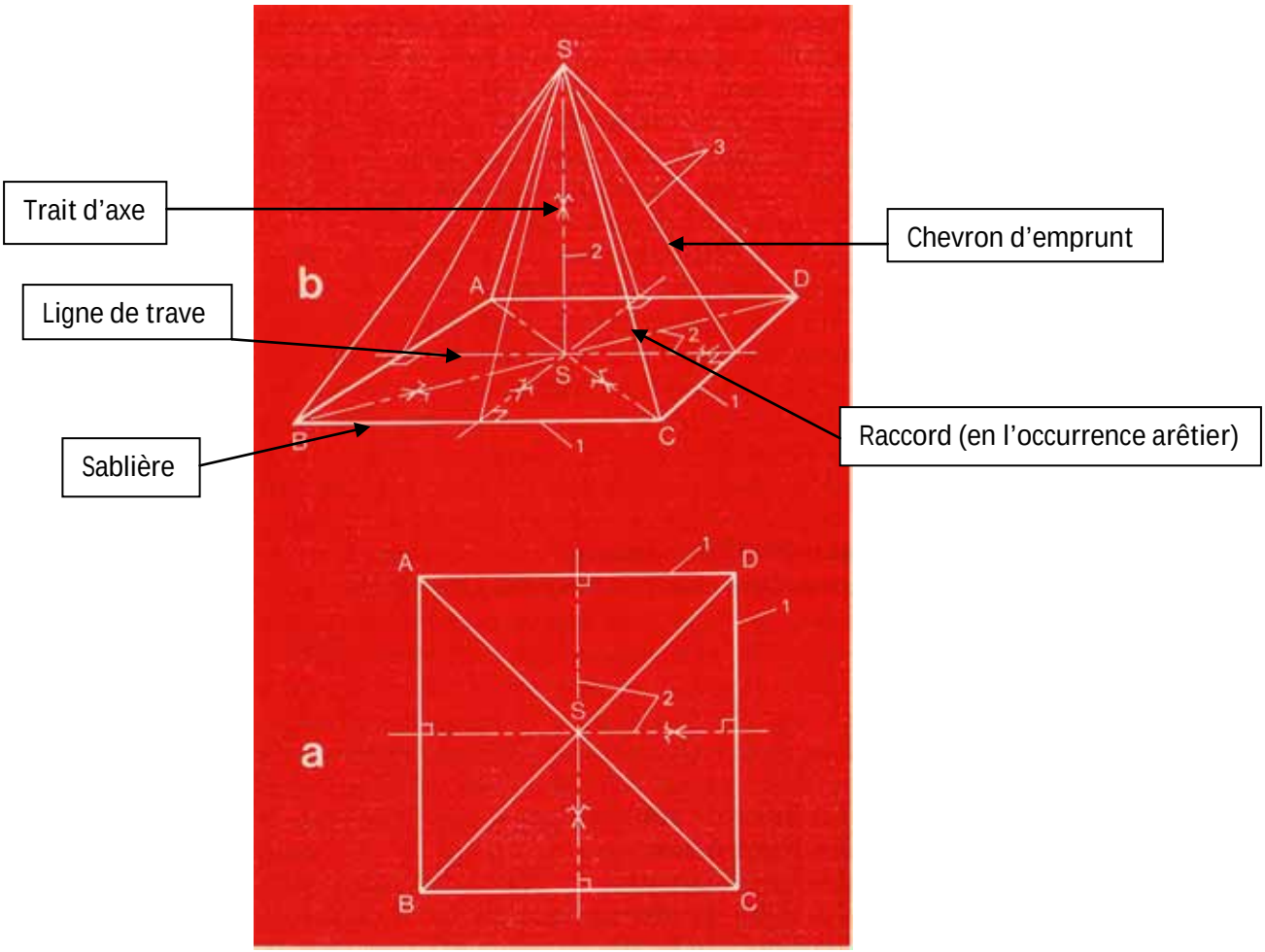
La ligne de trave

Sur la vue en plan elle se situe dans le même plan que le carré de sablières, et à la verticale des chevrons d'emprunt, des arêtiers, des noues, etc… Avec l'axe desquels elle se confond. Elle sert de base au tracé d'une élévation, car elle passe par la naissance des versants, et l'on reporte sur elle la longueur des chevrons d'emprunt, des arêtiers, des noues, etc, vus en plan. Elle sert également de ligne de référence pour toutes les autres lignes de niveau que l'on trace sur l'épure.



C'est une droite horizontale passant par le point le plus bas du dessus-chevron

Récapitulatif (pyramide à base carré et pente égale)



La herse d'un versant

Sur une épure, la herse représente en vrai grandeur un plan incliné correspondant au versant d'un comble. Au sol, ce plan est délimité par la sablière, ainsi que par la ligne de lattis d'un arêtier, d'une noue ou d'un faîtage, selon la forme du comble.
Sur l'épure, on obtient la herse de ce plan en le rabattant par une rotation autour de la sablière. Ainsi, sur la fig. 7, on recherche la herse d'un des versants d'un pavillon carré. A cet effet, on détermine sur la vue en plan un chevron d'emprunt SE, et l'on recherche sa vraie longueur au lattis en effectuant son élévation. Puis, à partir de la sablière, on simblote sur le prolongement de ES la longueur du chevron d'emprunt ES' en ES", et l'on obtient la herse du versant en joignant le point S" et les extrémités B et C de la sablière. Pour s'assurer que le tracé de la herse est exact, on peut vérifier que la longueur des lignes de lattis des arêtiers correspond bien à celle qui est définie sur leurs élévations.

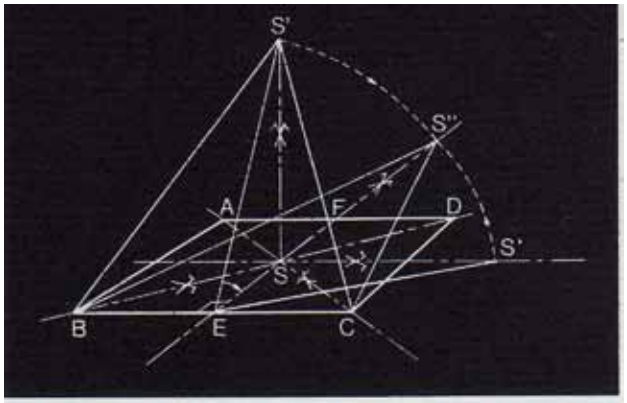


Fig. 7. Pavillon carré vu en perspective, et sur lequel est représenté un des versants, lequel est rabattu en herse sur le plan au sol.

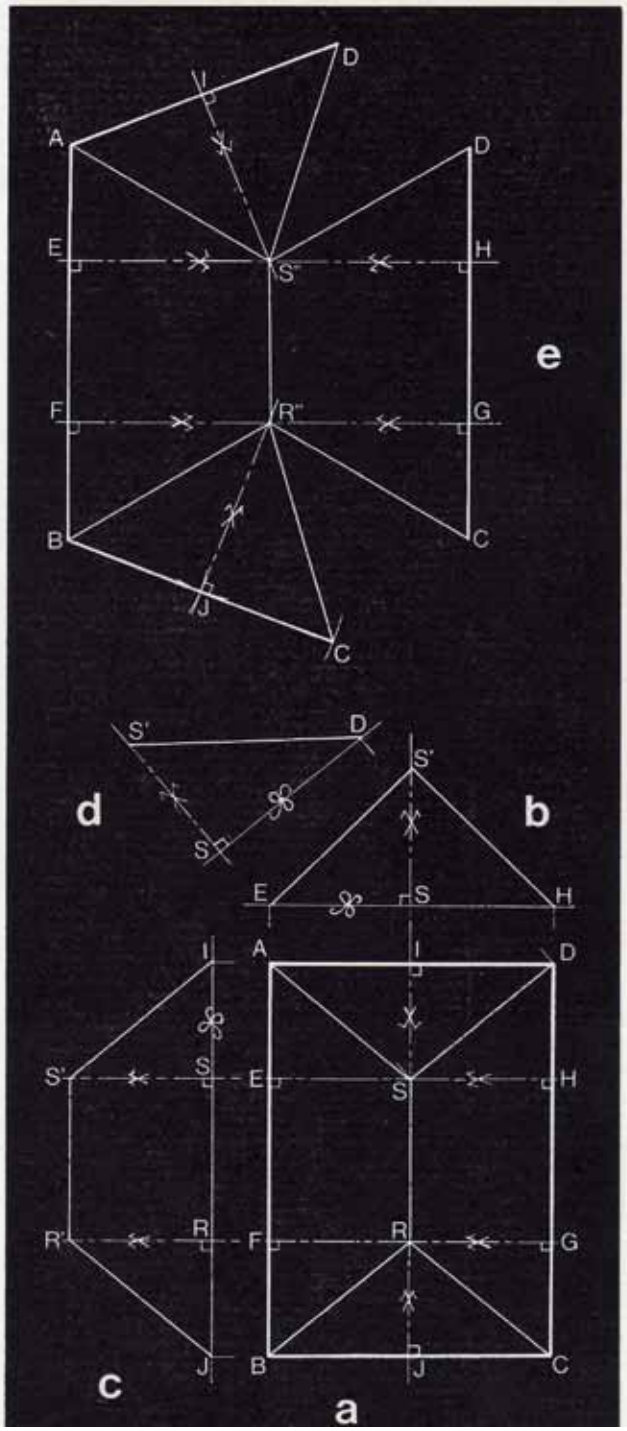
Exemple de raccord avec herse

Pavillon deux-étaux avec croupes redressées

Le pavillon deux-étaux que nous avons choisi pour cet exemple se compose de deux longs-pans qui se raccordent à leur sommet par un faîtage, et de deux croupes redressées à chaque extrémité.

Sur la vue en plan ABCD, on doit d'abord déterminer la position des arêtiers, sachant que la pente des longs-pans est de 100 %, et que celle de la croupe est de 120 %. Pour cela, on commence par élever les chevrons d'emprunt des longs-pans en les échassant hors du carré de sablières (fig. 8). On trace parallèlement à la sablière AD une ligne de trave EH de même longueur que cette dernière. A partir des points E et H, on positionne les chevrons d'emprunt des longs-pans en leur donnant une pente de 100 %. Les deux élévations convergent en un point S' qui détermine le sommet du comble. On descend le point S' en S sur la ligne de trave EH, et on positionne à partir de S une droite parallèle à AB et DC, qui représente la ligne de lattis du faîtage sans toutefois, en définir la longueur. On obtient celle-ci en effectuant les élévations des chevrons d'emprunt des croupes. Parallèlement à la ligne de faîtage vue en plan, on trace une ligne de trave IJ ayant la même longueur qu'AB. Parallèlement à cette ligne de trave, on trace la ligne de faîtage à une distance égale à la flèche des chevrons d'emprunt des longs-pans. A partir des points I et J, on trace suivant la pente donnée les chevrons d'emprunt des croupes. Les élévations coupent la ligne de faîtage en S' et R', qui déterminent les points de raccord des croupes avec le faîtage. Sur la vue en plan, on descend ces points en S et R, d'où partent les arêtiers, qui tentent aux angles du carré de sablières; puis on abaisse à partir de ces points les axes des chevrons d'emprunt.

Fig. 8. Tracé par simples lignes d'un pavillon deux-étaux avec croupes redressées. a. vue en plan; b. élévation des chevrons d'emprunt des longs-pans; c. élévation du faîtage et des chevrons d'emprunt des croupes; d. élévation d'un arêtier; e. développement des herses.



On élève un des arêtiers, connaissant sa longueur de base et la hauteur du comble. Ainsi, on trace une ligne de trave DS, puis, à partir du point S, on élève une perpendiculaire sur laquelle on porte la hauteur SS' du comble. La droite DS' ainsi obtenue détermine l'élévation d'un des arêtiers identiques dans le cas de ce pavillon.

Le tracé de la herse s'effectue hors de la vue en plan. Sur un segment AB dont la longueur est égale à celle de la sablière du long-pan, on porte les points E et F, dont la position a été relevée sur la vue en plan. A partir de ces deux points, on élève des perpendiculaires sur lesquelles on porte les longueurs ES" et FR", qui correspondent à la longueur ES' relevée sur l'élévation du chevron d'emprunt du long-pan. Sur la herse, la ligne R" S" représente le faîtage, et correspond sur la vue en plan à la longueur RS. En joignant les points A et S" puis B et R", on obtient les arêtiers, et on vérifie que leur longueur est égale à celle de leur élévation. Dans le prolongement de la herse du long-pan, on effectue alors le tracé de la herse d'une croupe. Ainsi, à partir du point B, on trace deux arcs de cercle ayant des rayons de longueur BJ ou BC. Puis, à partir de R", on porte un autre arc de cercle, ayant pour rayon R'J et coupant le premier arc de cercle en J. On trace ensuite la sablière BJ dont le prolongement de cette dernière coupe l'arc de cercle de rayon BC en C. On joint ensuite C et R", et le triangle BCR" ainsi formé correspond à la herse de l'une des croupes. La représentation de la croupe ADS" est identique à celle de la croupe BCR". La herse DCR"S" du long-pan est tracée symétriquement à la première par rapport au faîtage R"S".

4. Les différents types de charpente

La problématique à laquelle doit répondre une charpente étant posée, nous allons maintenant voir les différents systèmes constructifs capable d'y répondre ainsi que leur limite.

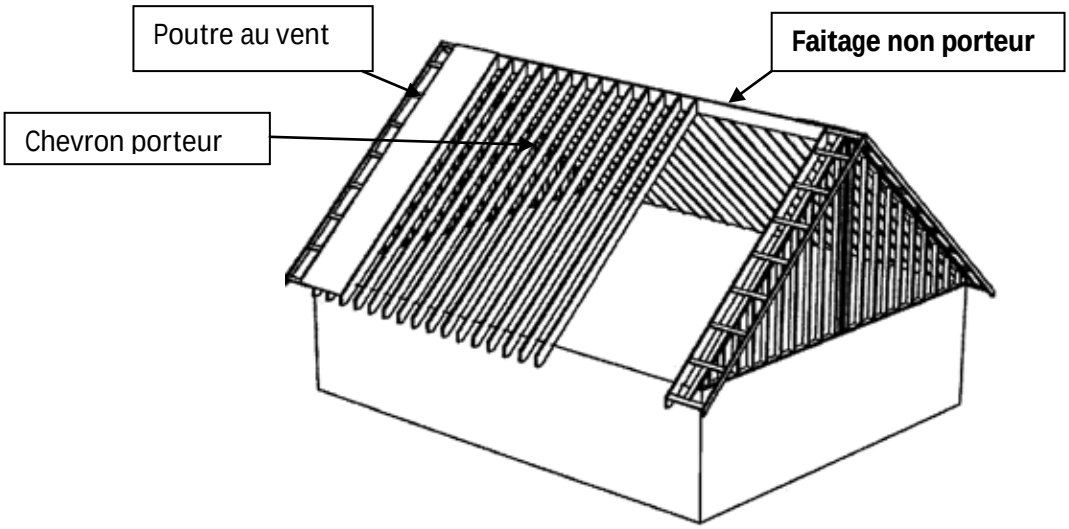
a) Chevrons arcs boutés sans faîtage porteur

Principe du système
C'est un système de charpente sans faîtage porteur. Le toit tient par simple opposition des chevrons entre eux qui sont placés rigoureusement face à face en tête et surtout bien bloqués en pied.

Chaque alignement de chevrons correspond parfaitement à un alignement de solive. La liaison de ces deux pièces en pied se fait par l'intermédiaire d'une ferrure métallique (clouage dans la solive, boulonnage et clouage dans le chevron).

Ce système impose obligatoirement que les solives du plancher d'étage recevant la charpente soient dans le même sens que les chevrons (un chevron = une solive) afin de former une triangulation parfaite.
Les pieds de chevrons sont entaillés.
Dans ce cas, les murs pignons ne reçoivent ni la charge du plancher ni la charge du toit. Le contreventement est assuré par des poutres au vent de 1,20m de large de part et d'autre de chaque pignon.

1) Nomenclature des éléments

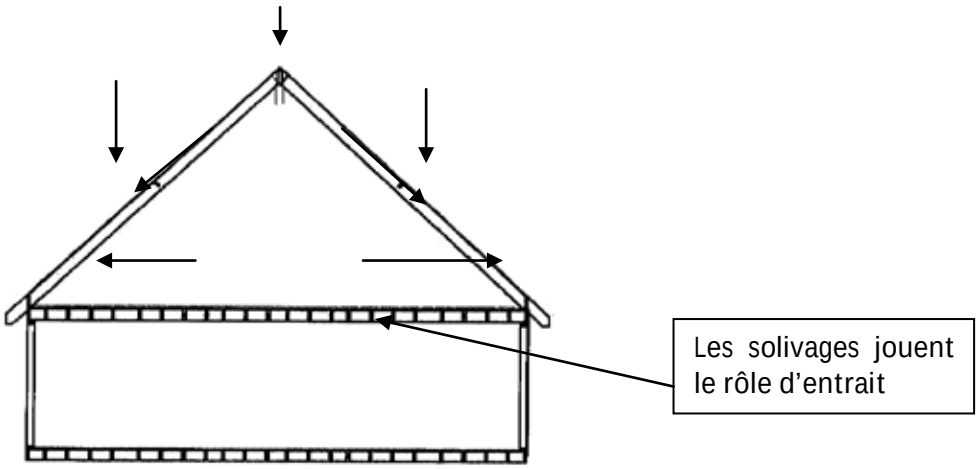


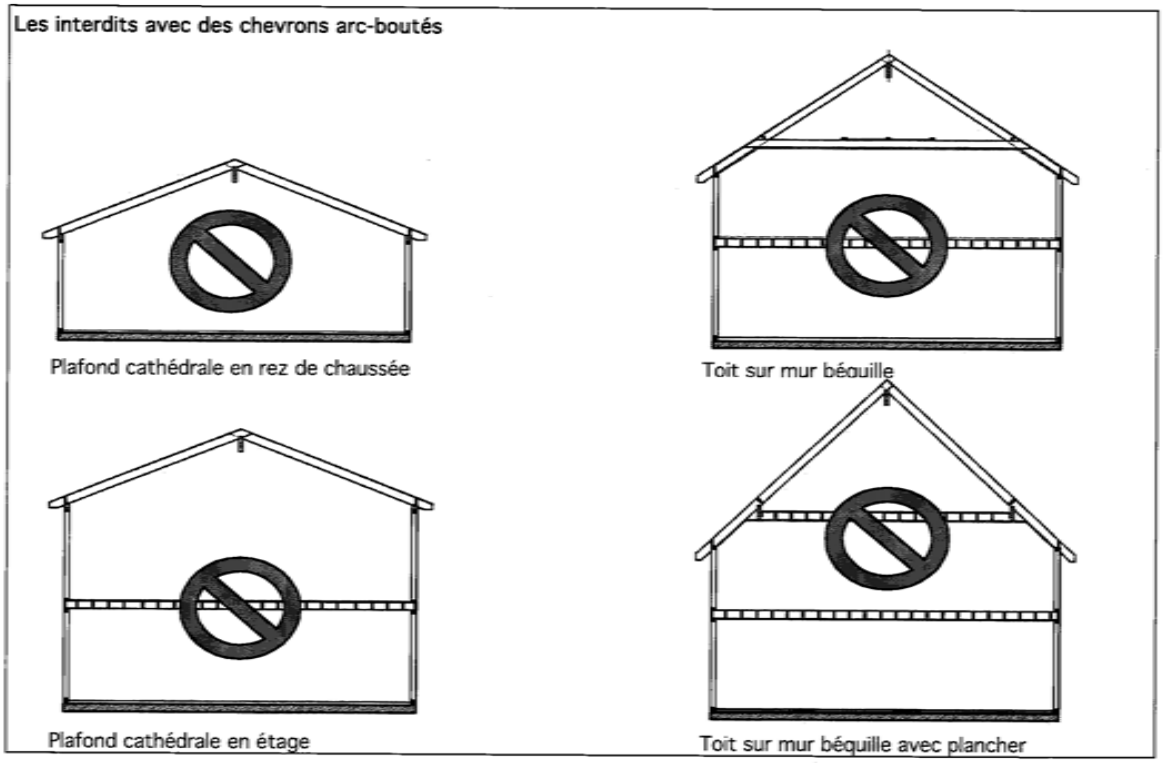
2) Contreventement

Contreventement partiel par poutre au vent sur chaque pan des pignons sur une largeur de 1,20m.
La poutre au vent est constituée d'un voile travaillant agrafé sur les trois premiers chevrons de part et d'autre de chaque pignon.

3) Limite du système

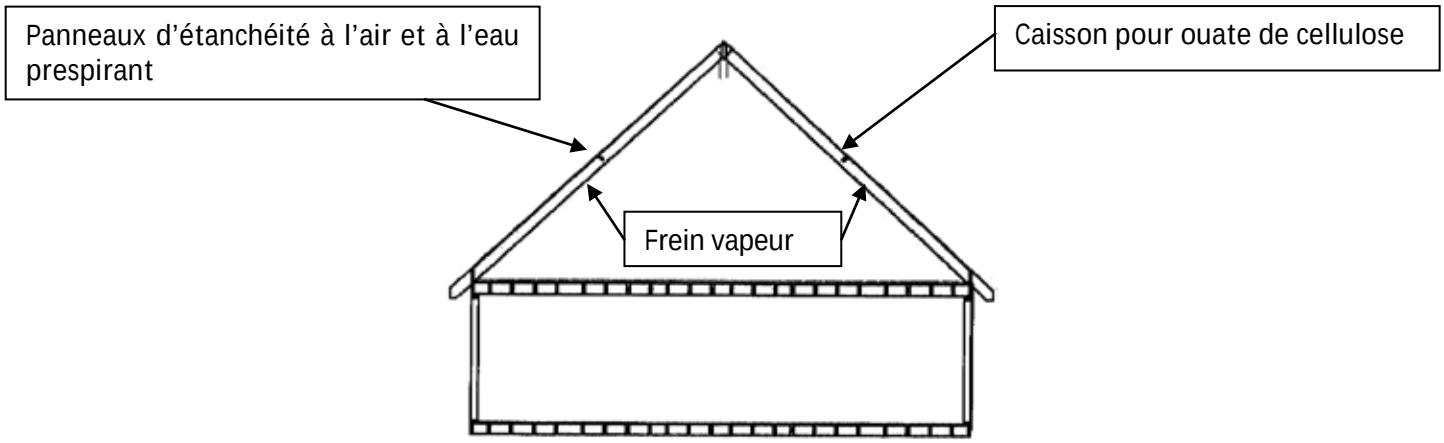
Cette technique est réalisable uniquement quand le solivage peut jouer le rôle d'entrait, sans quoi les poussées ne sauraient être reprises et donc la maison ne pourrait tenir.





4) Isolation

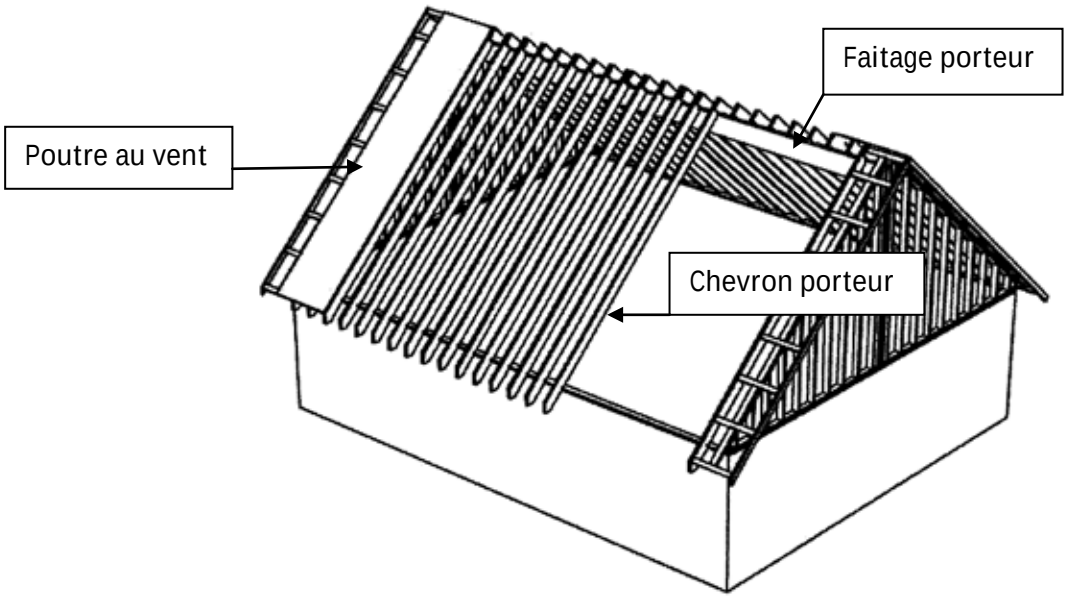
L'isolation se fait très facilement dans des caissons réalisables entre les chevrons et consiste donc à un excellent support d'isolation pour de la ouate de cellulose insufflée.



b) Chevronnage sur faîtage porteur

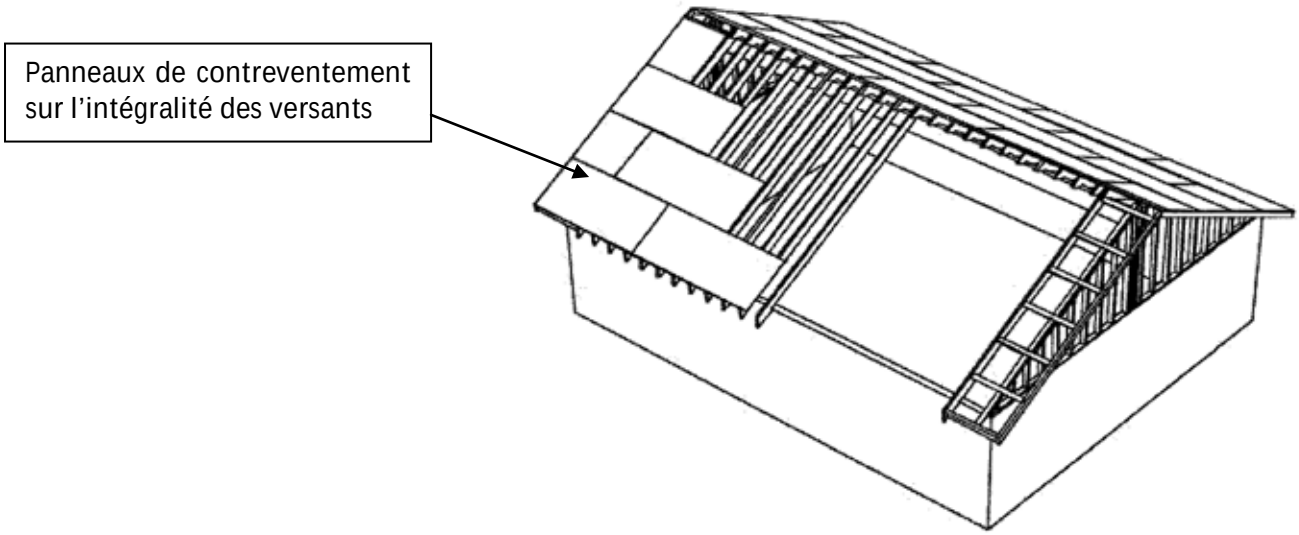
1) Nomenclature des éléments

Contreventement partiel par poutre au vent sur chaque pan des pignons sur une largeur de 1,20 m



2) Contreventement

Contreventement total : voile travaillant sur la totalité du chevronnage constitué de panneaux contreventants posés perpendiculairement aux chevrons.

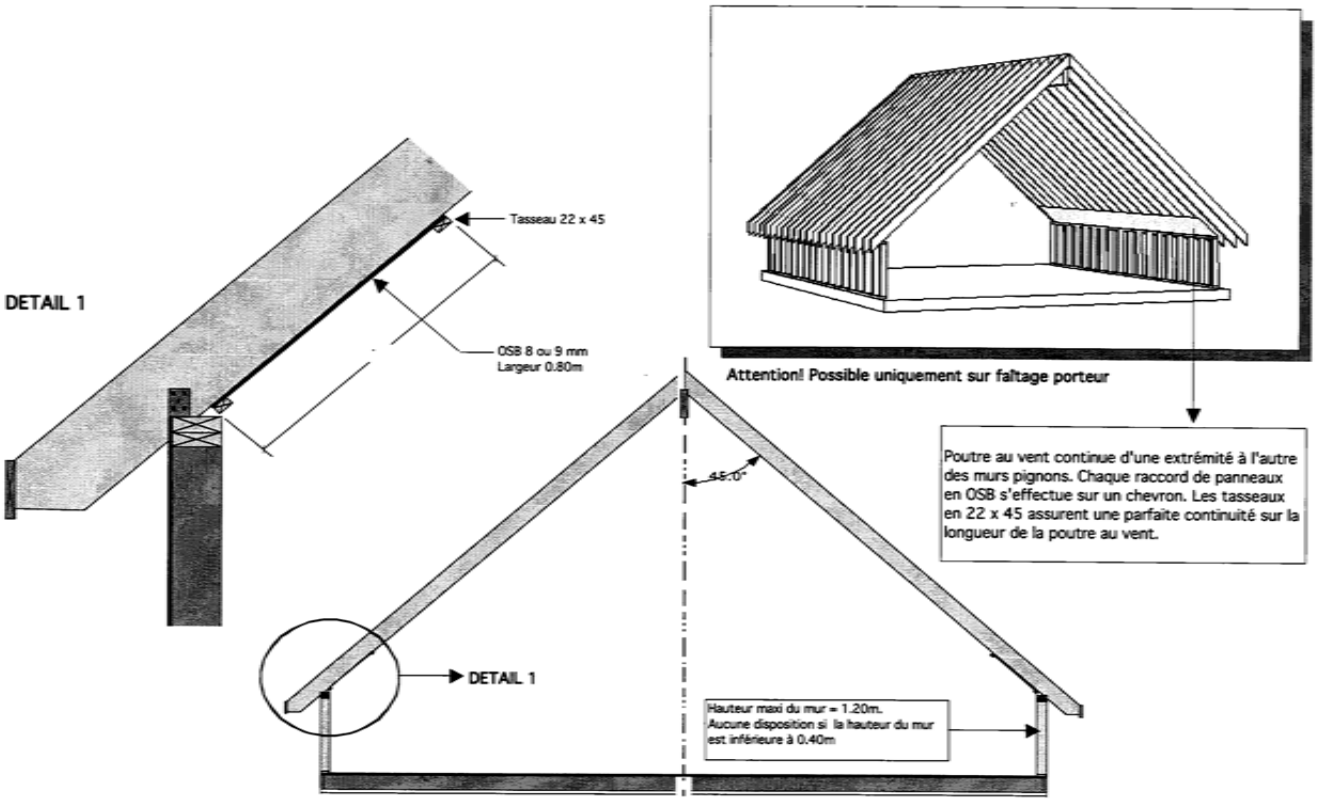


Le contreventement total est recommandé sur toutes les charpentes montées sur murs béquilles ou ayant des ouvertures importantes créées par des lucarnes, des vérandas, des absences de plancher pour mezzanine.

3) Limite du système

Le faîtage porteur et les chevrons porteurs suppriment la poussée sur les murs puisque l'essentiel de la charge du toit repose sur le faîtage. L'espace des combles habitables sans pignon de refend ou poteau pour reprendre le faîtage est limité à la portée maximum de ce dernier.
Les matériaux requis principalement pour réaliser les faîtages sont le bois lamellé-collé et le Lamibois (LVL).
Ce système de charpente permet aussi de bien équilibrer le chargement des pourtours de la construction en plaçant le solivage des planchers d'étage perpendiculaire aux appuis des chevrons.
Les chevrons en pieds reposent sur une sablière en 45 x 120 et sont entaillés en pieds et en têtes pour éviter le glissement. Le contreventement est assuré par des poutres au vent de 1,20m de large de part et d'autre de chaque pignon, ou par un contreventement total.

4) Stabilité des murs béquilles

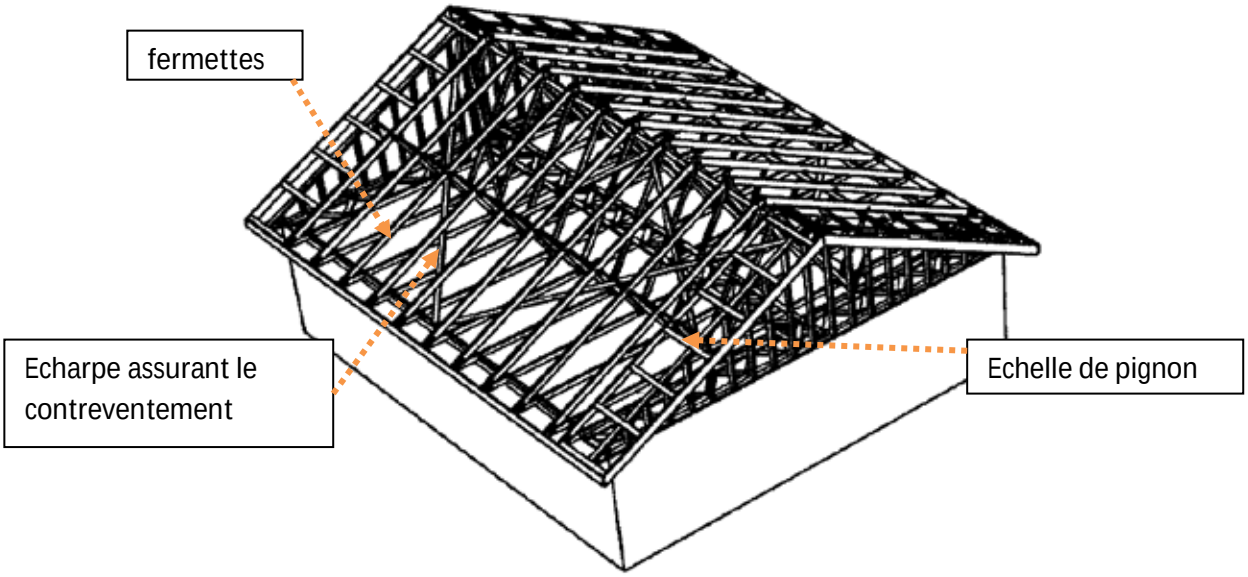


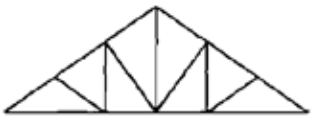
5) Isolation

Le principe d'isolation est le même que pour la charpente à arc bouté sans faitage porteur

c) Fermettes

1) Nomenclature des éléments





Exemple de conception de fermette

2) Principe du système

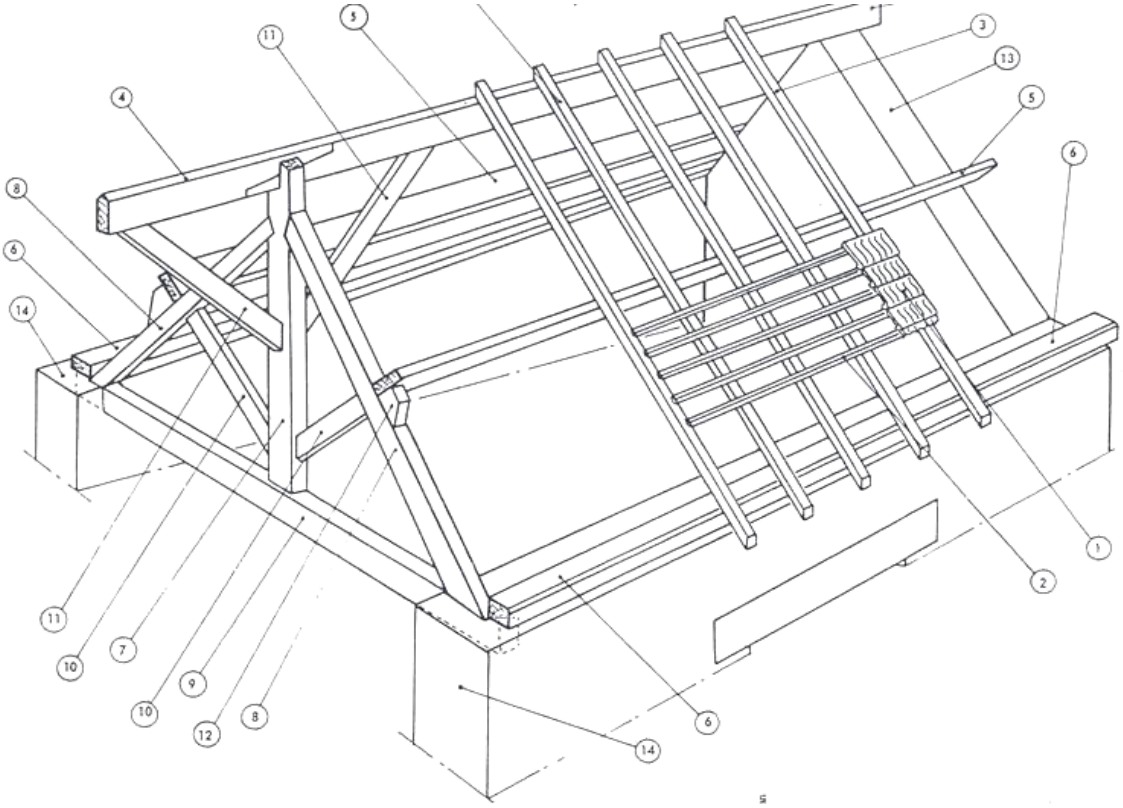
La charpente industrialisée en bois est une très bonne réponse pour les maisons à combles perdues.
Dans ce cas le contreventement des rampants et surtout celui du plan des entraits doit être parfait. Celui-ci stabilise l'ensemble du bâtiment.
C'est pourquoi il est indispensable de systématiser le renforcement du contreventement du plan des entraits par des poutres treillis posées à plat.
Chaque extrémité des pignons est dans l'axe longitudinal reliant un pignon à l'autre.

3) Isolation

Ici l'isolation se fera par épandage dans les combles

d) Charpente traditionnelle

1) Nomenclature



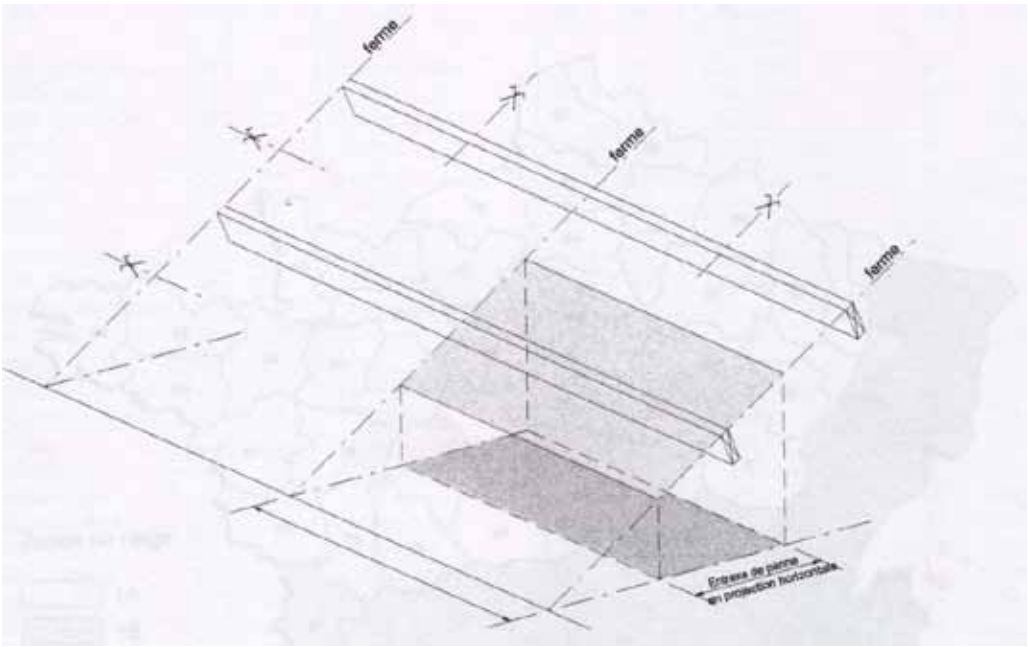
1 tuile ; 2 liteau ; 3 chevron ; 4 faîtage ; 5 panne ; 6 sablière ; 7 poinçon ; 8 arbalétrier ; 9 entrait ; 10 contrefiche ; 11 liens de faîtage ; 12 échantignole ; 13 pignons ; 14 supports de maçonnerie

2) Contreventement

Le contreventement est assuré par des liens, pièces de bois assemblées en tenon mortaise chevillé qui relies en créant un ensemble indéformable les éléments verticaux (poteaux poinçon..) aux éléments horizontaux (entrait, sablière faîtage…) d'une construction.

3) Descentes de charges

Dans tous les différents types de charpentes vues jusqu'à présent, les descentes de charge étaient réparties sur l'ensemble des murs. En charpente traditionnelle, les descentes de charges sont ponctuelles : les pannes reprennent les charges permanentes et ponctuelles de la toiture pour les renvoyer sur chaque ferme qui les renvoient à leur tour en charge verticale sur un poteau ou une descente de charge prévue à cet effet.



4) Isolation

Pour l'isolation, on peut créer des caissons en planche (4.5*22) sur la charpente traditionnelle qui seront isolés avec de la ouate insufflée. Ensuite pour les derniers centimètres, il est possible d'utiliser une isolation en fibre de bois haute densité faisant aussi office de pare -pluie.

Il est possible, si la charpente est dimensionnée en conséquence, d'isoler en ballot de paille en créant de grand caisson permettant ensuite de fixer l'écran de sous toiture en fibre de bois. Des chevrons sont posés sur celui-ci formant la lame d'air et les dépassés de toiture.

On peut aussi réaliser un contre chevronnage (dessous pannes) et insuffler de la ouate de cellulose entre les pannes, puis rajouter une isolation sarking dessus.

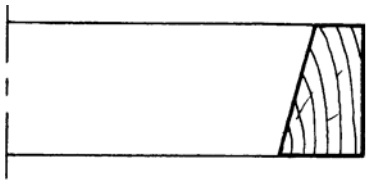
En charpente traditionnelle, les possibilités d'isolation sont multiples. Le complexe sera choisi en fonction de la qualité d'isolation voulue et si le maître d'ouvrage souhaite que la charpente soit apparente ou non.

5) Les différents assemblages traditionnels

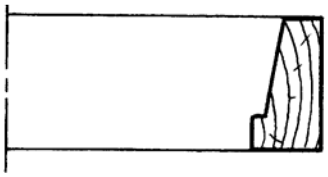
En charpente, les assemblages permettent de reprendre les différents efforts de traction, de compression ou de cisaillement, il peut être assuré par simple contact bois sur bois ou par l'intermédiaire de clous, de boulons, ou d'assembleur.

Les paumes
C'est une entaille pratiquée sur un morceau de bois et en principe un repos. Ils sont utilisés pour les solivages et les chevêtres. On distingue :

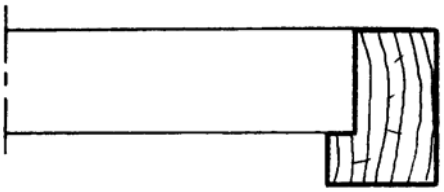
-les paumes grasses sans repos qui ne permettent pas la reprise des efforts
-les paumes grasses avec repos
-les paumes droites utilisées pour le solivages, sur les pièces porteuses mais aussi pour les repos sur arbalétriers



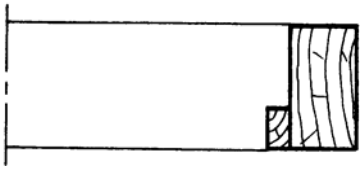
Paumes grasses sans repos



Paumes grasses avec repos



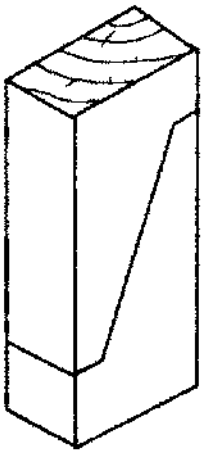
Paumes droites



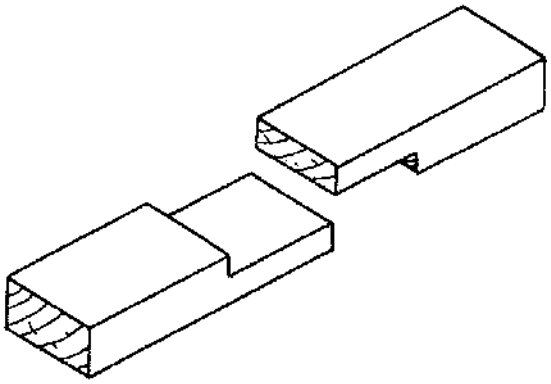
Paumes droites avec tasseau

Les entures
C'est une jonction de deux pièces de bois placées dans le prolongement l'une de l'autre au moyen d'assemblages. Elle peut être droite, biaise, désaboutée, en fourche et en trait de Jupiter.

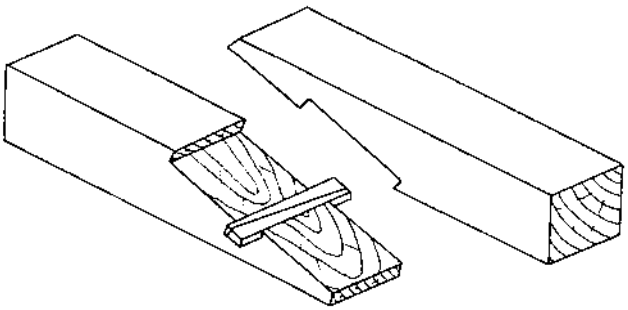
- L'enture de compression, peu efficace mais plus esthétique que des flasques (Pièce de bois que l'on rapporte de part et d'autre du joint d'une membrure pour former un assemblage). Elles sont généralement utilisées dans le domaine de la restauration.
- Les entures de continuité ou mi-bois, utilisées généralement pour les sablières reposant sur les murs
- Le trait de Jupiter, utilisé presque uniquement pour sont aspect décoratif, il reprend les efforts de traction
- La coupe à sifflet et à sifflet désabouté, généralement utilisé pour les pièces passantes (sablières sur poteaux, les pannes, les faîtages et les chevrons)



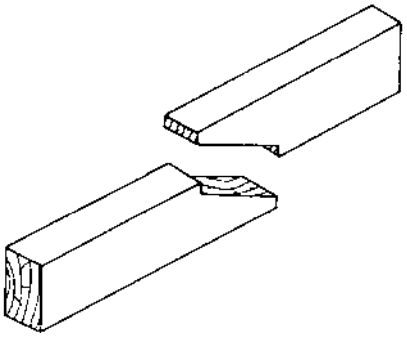
Enture de compressions



Enture de continuité ou mi-bois



Trait de Jupiter

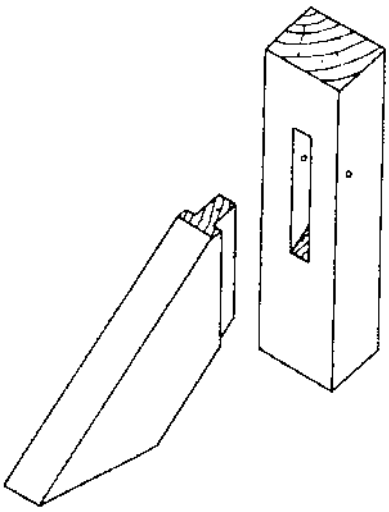


Coupe à sifflet désabouté

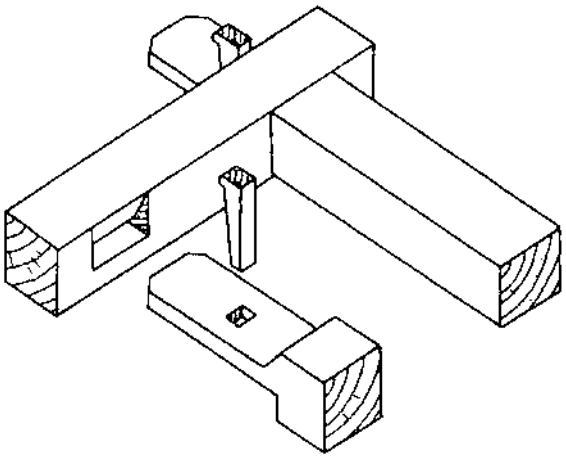
Tenon-mortaise

Le tenon mortaise couramment employé est utilisé pour les liens, les contrefiches, les jambes de force, les têtes d'arbalétriers, les solives…

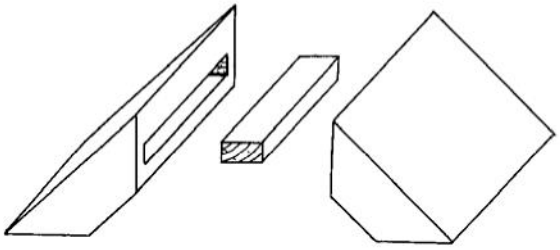
- Le tenon mordâne est surtout utilisé dans les planchers au droit des linçoirs pour renforcer le tenon
- Le tenon passant reprend les efforts de traction au moyen d'une clé en bois dur traversant le tenon
- Le tenon dit « oulice » est couramment employé dans les maisons à pans de bois, les pièces de bois portant un tenon à « oulice » (l'about du tenon est coupé d'équerre par rapport à la face de la pièce et non à l'arasement) se nomme « tournisse »
- Le faux tenon est aussi appelé « pigeon » ; il permet de relier deux pièces coupées d'onglet



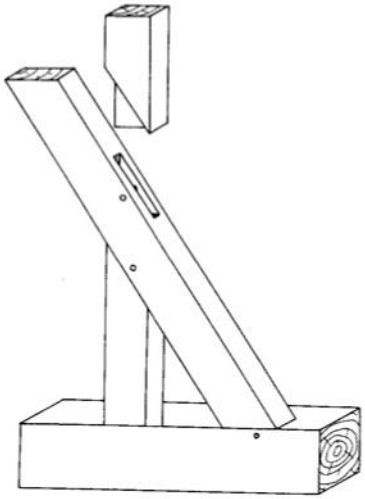
Le tenon mortaise



Le tenon mordâne



Le faux tenon

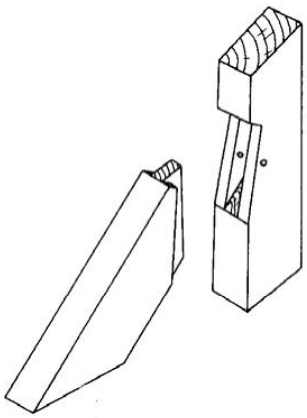


Le tenon dit oulice ou tournisse

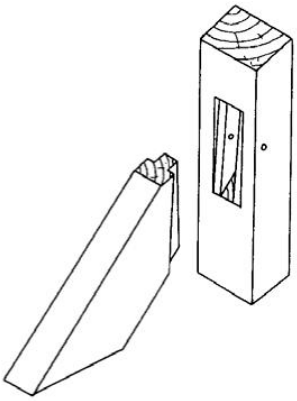
Les embrèvements

L'embrèvement consiste en une entaille pratiquée dans une pièce de bois, destinée à recevoir l'extrémité d'une autre pièce de bois, taillée selon un profil inverse. Il reprend des efforts important de compression. Il peut être couvert ou découvert.

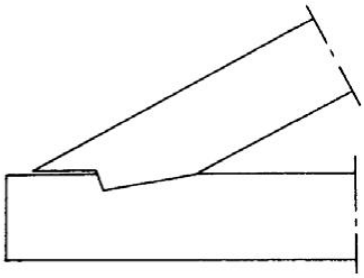
- En about, il est utilisé généralement pour une pente supérieure à 45° en tête d'arbalétrier
- En about décalé, il est employé généralement quand le talon est insuffisant
- En gorge, il est employé généralement quand le talon est insuffisant
- En gorge à pleine section, il est utilisé généralement pour une pente inférieure à 45% en tête d'arbalétrier
- On utilise les embrèvements doubles en gorge et en about lorsque les assemblages sont très sollicités



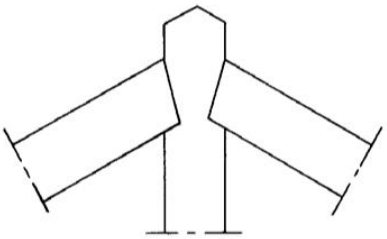
Découvert



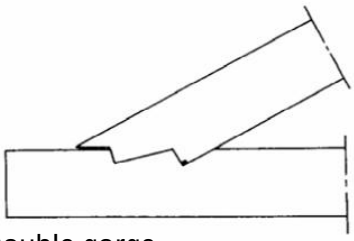
Couverts



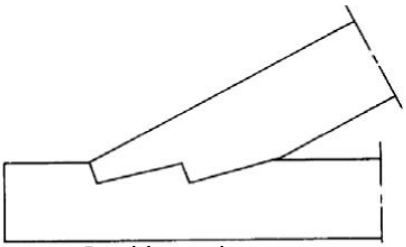
En about décalé



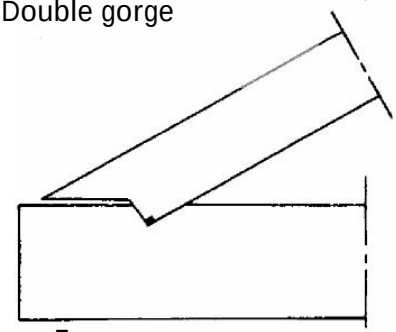
En gorge à pleine section



Double gorge



Double en about

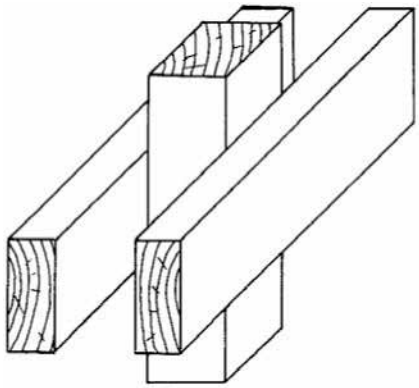


En gorge

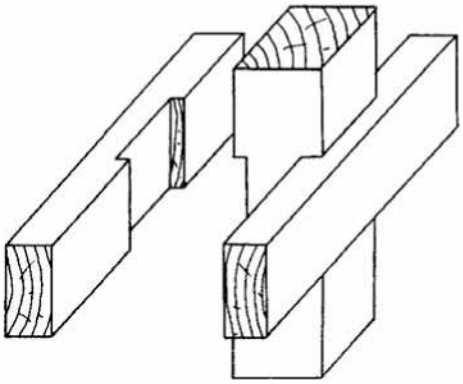
Les moisements

Un moisement est une entaille pratiquée en vue de l'assemblage de deux moises avec une pièce de bois appelée pièce passante.

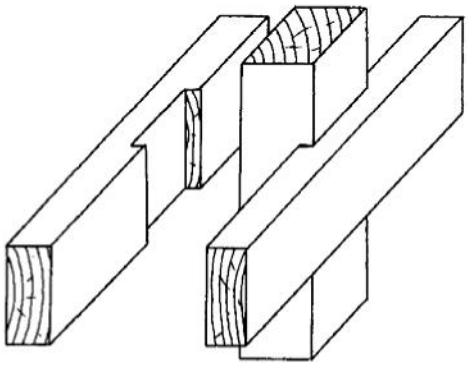
- Les efforts des moisements simples sont totalement repris par les assembleurs : Pointes, boulons, anneaux ou crampons.
- Le moisement à une entaille doit être pratiqué sur la ou les bonnes pièces de façon à minimiser la reprise des efforts par les assembleurs
- Le moisement à deux entailles : la pièce passante et les moises sont entaillées et serrées par des boulonnages (dans ce cas les boulons sont moins sollicités aux efforts).
- Le double moisement est utilisé en pied d'arbalétrier afin de reprendre des efforts importants (les boulons ne servent qu'à serrer l'assemblage).



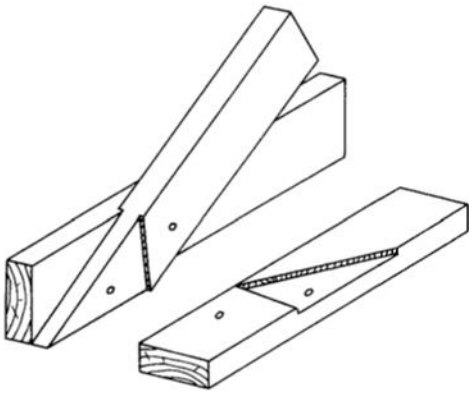
Le moisement simple



Le moisement à deux entailles



Le moisement à une entaille



Le double moisement

Les assemblages vus ci-dessus sont ceux utilisés les plus couramment, il faut savoir qu'il en existe d'autres plus complexes que nous n'aborderons pas ici.

5. Le trait de charpente

a) Principe du trait de charpente

Le Trait de charpente regroupe tous les moyens graphiques qui permettent aux charpentiers de résoudre les problèmes posés par la réalisation des épures. Il s'agit donc d'une connaissance qui s'acquiert par la pratique de dessins de difficulté croissante, qu'on réalise à une échelle réduite sur des feuilles de papier. Le travail obtenu s'appelle une « planche de Trait », et, si l'on souhaite établir un parallèle avec l'enseignement conventionnel, on peut dire qu'une planche de Trait correspond au devoir de français ou de mathématiques d'un étudiant. Au fur et à mesure que la complexité des problèmes étudiés augmente, l'exactitude des tracés est de plus en plus difficile à maîtriser. C'est pourquoi, il est fréquent que certaines parties ou que la totalité du travail représenté sur la planche soient exécutées sous forme de maquettes, car celles-ci constituent encore le meilleur moyen de contrôle que l'on ait trouvé.

Le Trait de charpente revêt différents aspects. Au-delà des figures élémentaires de la géométrie plâne, que les charpentiers doivent savoir tracer, il comprend le rembarrement, la sauterelle et le croche. Ces trois procédés permettent de trouver la longueur des pièces, ainsi que les angles de coupes faites à leurs extrémités ou à un endroit quelconque de leur longueur; de déterminer la retombée des pièces destinées à en recevoir d'autres, ou l'occupation de certaines pièces contre celles qui les reçoivent; de fixer la position de pièces qui doivent se dégauchir avec d'autres pièces similaires ou éviter, au contraire, de rencontrer les pièces situées dans d'autres plans; de tracer, enfin, des éléments en bois massif dans lesquels seront débitées des pièces courbes dans les trois dimensions de l'espace.

Dans ce document nous n'aborderons que les bases du trait de charpente.

b) Les différentes méthodes permettant la réalisation d'une charpente

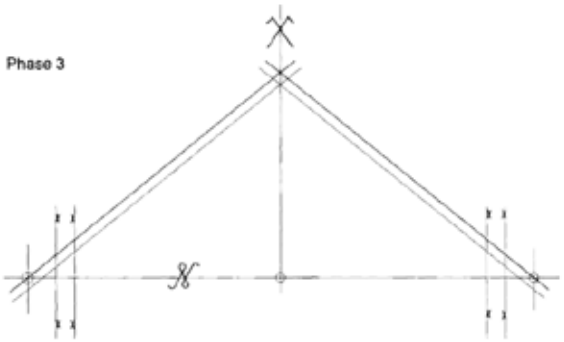
1) Planche de trait

Les planches de trait s'inscrivent dans une progression qui demande du temps. Nous verrons ici différentes étapes clés retraçant les bases des connaissances que doit acquérir un charpentier au cours de sa formation.
Il faut tout d'abord tracer la vue en plan du chantier, ses élévations de chevron d'emprunt et ses raccords (voir partie raccord).
Ensuite on peut mettre les épaisseurs de chaque pièce sur la vue en plan et les élévations.

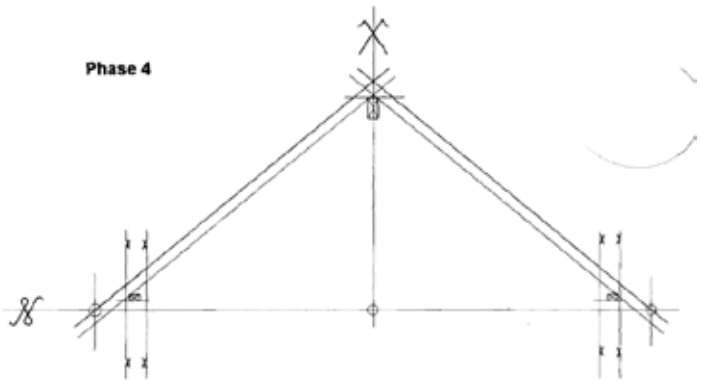
Avant de voir comment trouver les coupes de deux pièces de charpente appartenant à deux plans différents se raccordant en un point, nous allons voir le tracer d'une ferme étape par étape :

Ferme avec épaisseur

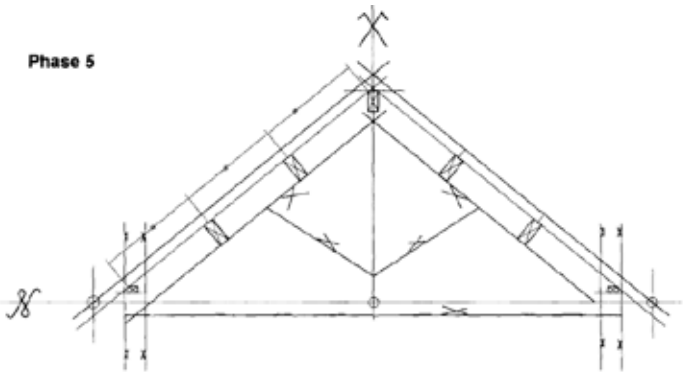
On commence par construire une ligne horizontale, la" ligne de trave". On élève l'axe en perpendiculaire sur laquelle on porte la hauteur du comble.
Puis on figure la face supérieure des chevrons, c'est le "lattis", puis la sous face des chevrons, la "chambrée de panne" et le dessus de l'arbalétrier.



Ensuite, on figure les faces intérieures et extérieures des murs sur lesquels viennent prendre appuis les entraits et les sablières. Puis les sablières sont positionnées en prévoyant un délardement pour éviter un écrasement par le chevron au moment du clouage sur chantier, on fait de même avec le faîtage. Le délardement est de même importance.



L'épure se complète assez rapidement par le positionnement calculé des pannes.
On "montera" ou "descendra" les pannes si celles-ci tombent à l'emplacement d'un châssis de toiture ou d'une cheminée.
Les entraits sont également positionnés (croix d'épaisseur) en tenant compte de la hauteur sous plafond à respecter.
Les contrefiches viennent compléter l'épure si elles existent. Vous remarquez leur positionnement par la face inférieure (croix d'épaisseur).



Arêtier dévoyé

Un arêtier est dit « dévoyé » quand il est placé de manière à ce que les arêtes latérales de ses délardements se trouvent à la même hauteur. Dans ce cas, on appelle « ligne d'axe de l'arêtier » la ligne de raccord qui se situe à la rencontre des deux versants — autrement dit, au sommet des délardements.

Généralement, on dévoie l'arêtier quand les deux versants considérés n'ont pas la même pente. En effet, un arêtier dont l'axe théorique correspondrait à la ligne de raccord aurait les arêtes latérales de ses délardements à des hauteurs différentes. Par le dévoiement, on positionne cet arêtier de manière à ce que ces deux arêtes latérales soient à la même hauteur. Le dévoiement permet également de réduire et, si possible, d'éliminer la barbe de panne, excepté quand la différence de pente entre les versants est très importante.

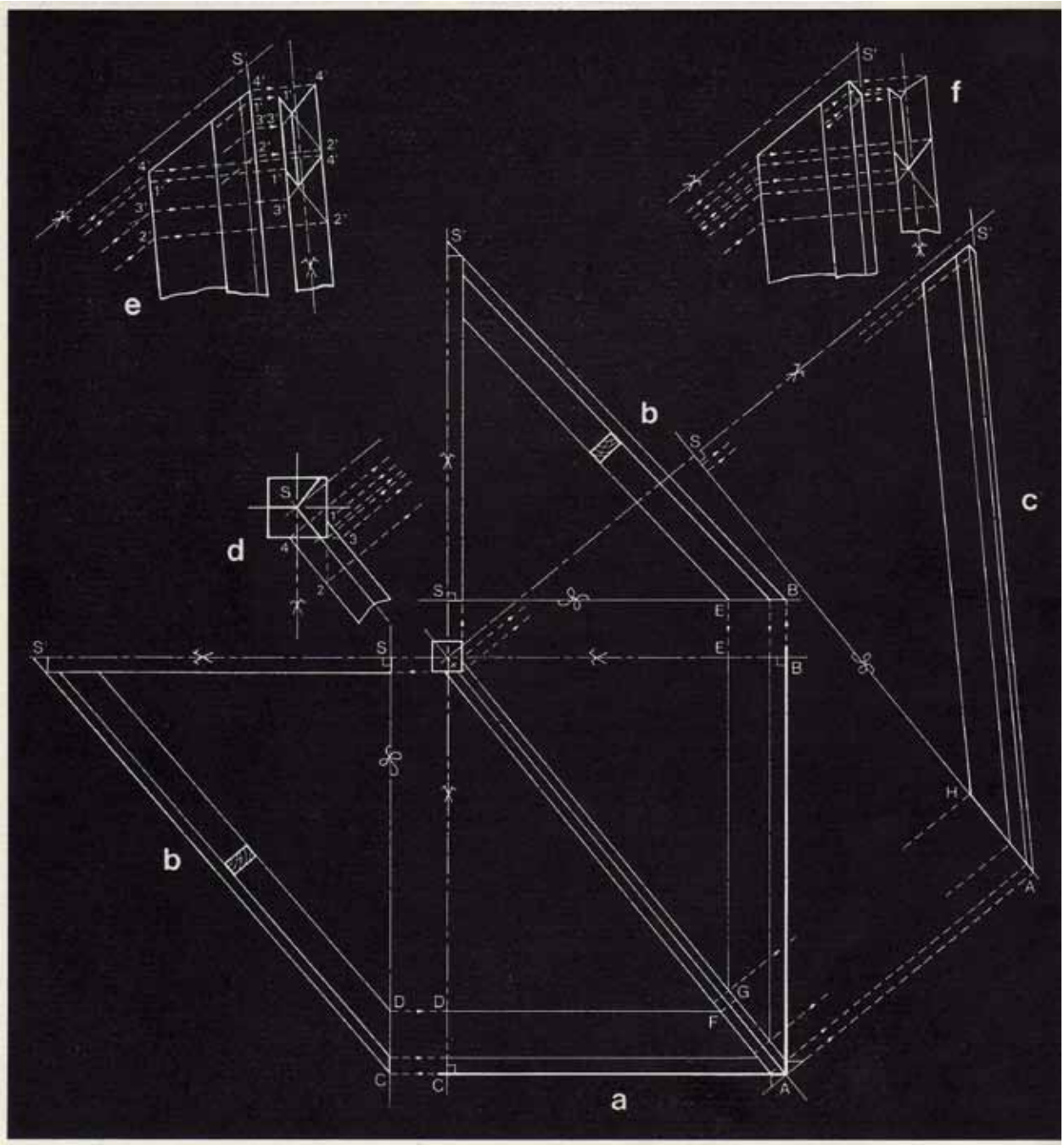


Fig. 4. Tracé d'un arêtier dévoyé par le procédé dit « théorique ». a. vue en plan ; b. élévation d'un chevron d'emprunt ; c. élévation de l'arêtier ; d. tête de l'arêtier vue en plan ; e. tête de l'arêtier vue en élévation, et sur laquelle on représente le tracé de l'engueulement ; f. tête de l'arêtier vue en élévation après l'exécution des délardements.

Arêtier sur lierne tournant à 45°

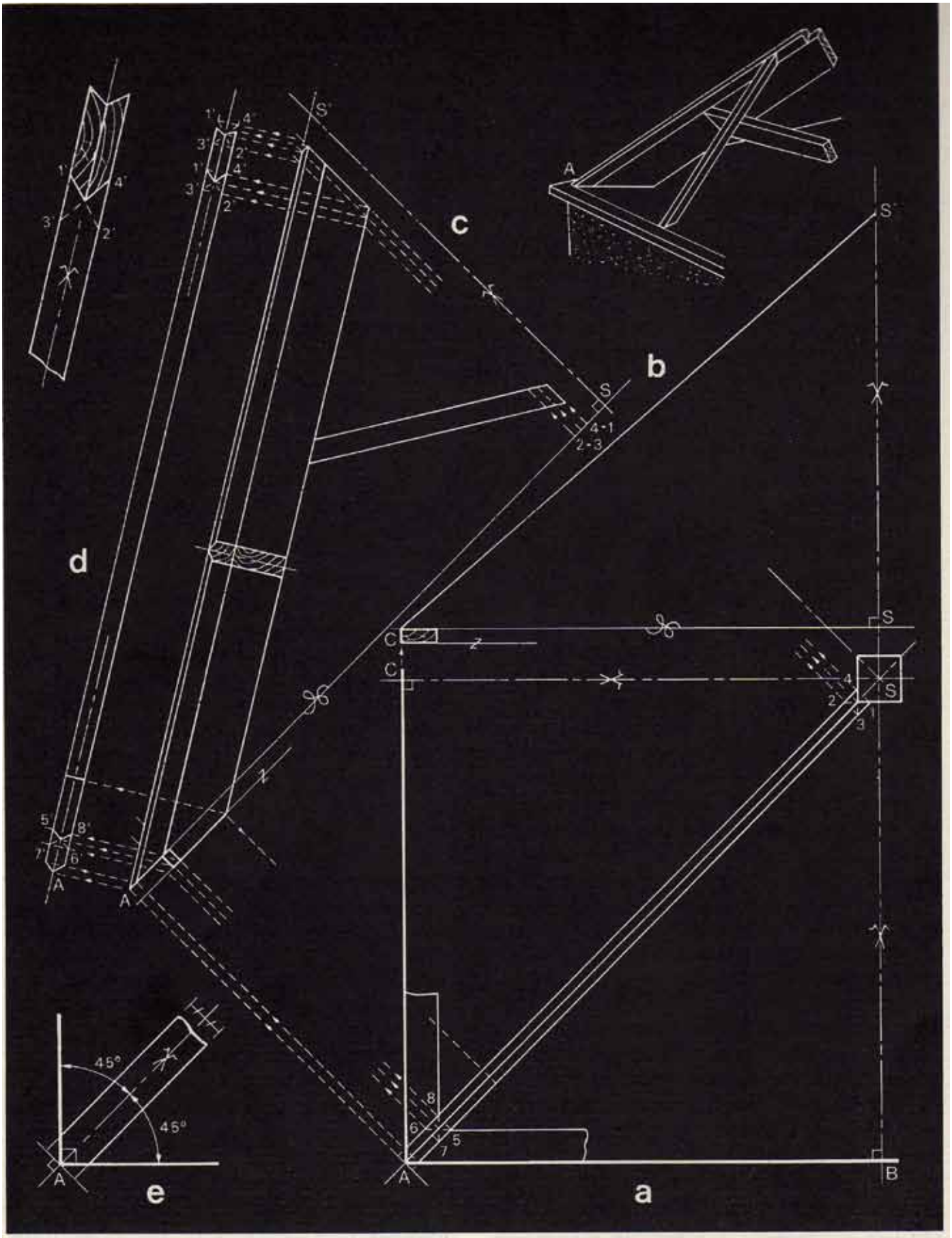


Fig. 1. Tracé d'un arêtier sur lierne tournant à 45°. a. vue en plan, sur laquelle on représente l'arêtier ; b. élévation par simples lignes d'un chevron d'emprunt ; c. élévation de l'arêtier ; d. arêtier vu depuis sa face inférieure ; e. pied de l'arêtier vu en plan.

Coupe des pannes contre l'arêtier qu'elles soient aplomb ou à dévers

Fig. 11. Tracé de l'occupation et des coupes de pannes posées à dévers ou face aplomb. a. vue en plan d'un arêtier, sur laquelle on représente les pannes ; b. élévation d'un chevron d'emprunt ; c. élévation de l'arêtier, sur laquelle on représente l'occupation de la panne posée à dévers.

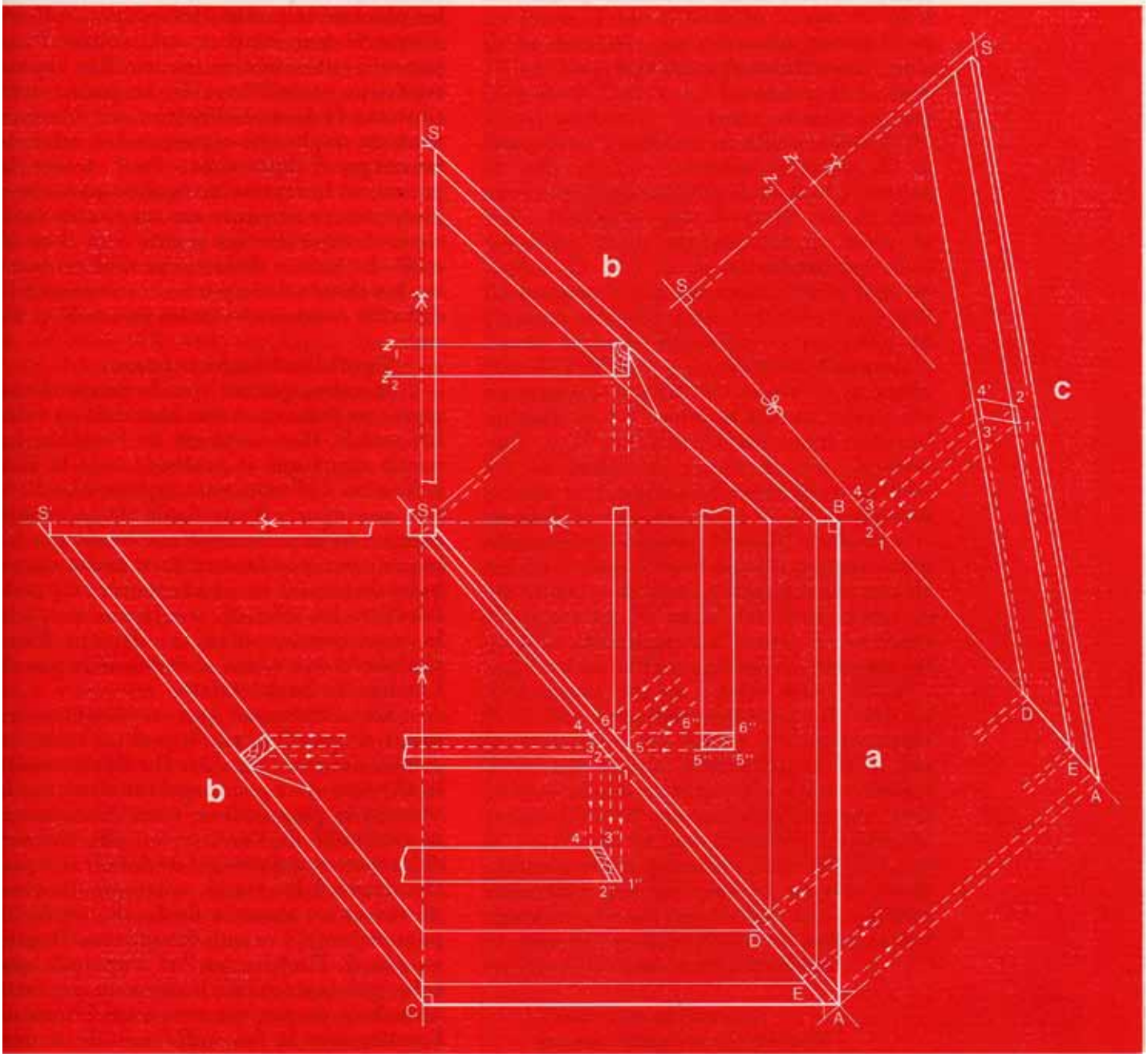
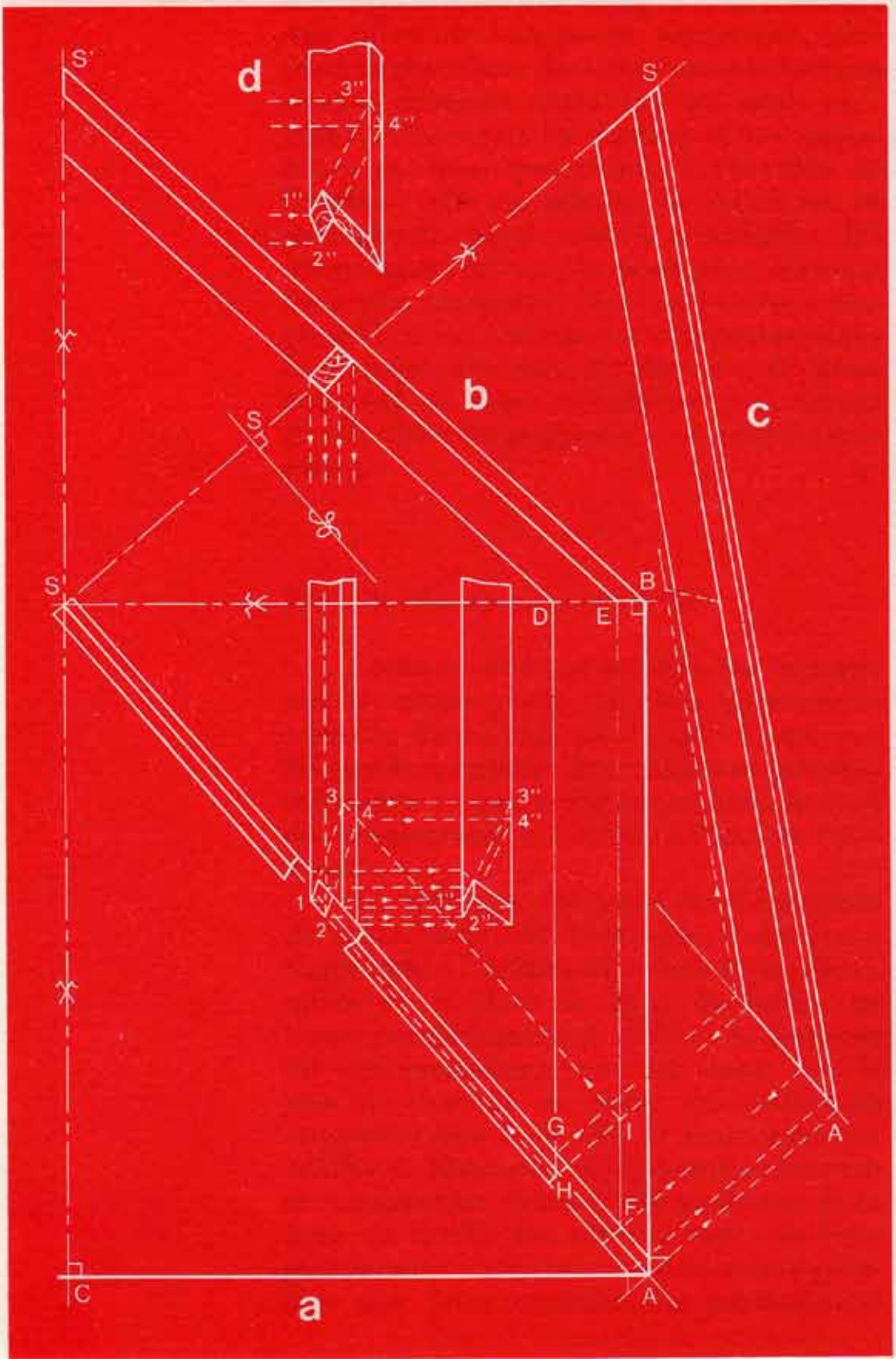


Fig. 12. Tracé de la barbe d'une panne. a. *vue en plan d'un arêtier dévoyé, sur laquelle on représente la panne qui comporte une barbe;* b. *élévation d'un chevron d'emprunt;* c. *élévation de l'arêtier;* d. *vue en perspective de la coupe de la panne et de celle de sa barbe.*



2) Epure

Une épure est une planche de trait réduite à sa plus simple expression réalisée grandeur nature. Souvent tracée en atelier, elle permet de nous donner les longueurs et épaisseurs réelles de chaque pièce de bois.
Elle se trace au cordex (cordeau imbibé de poudre coloré).

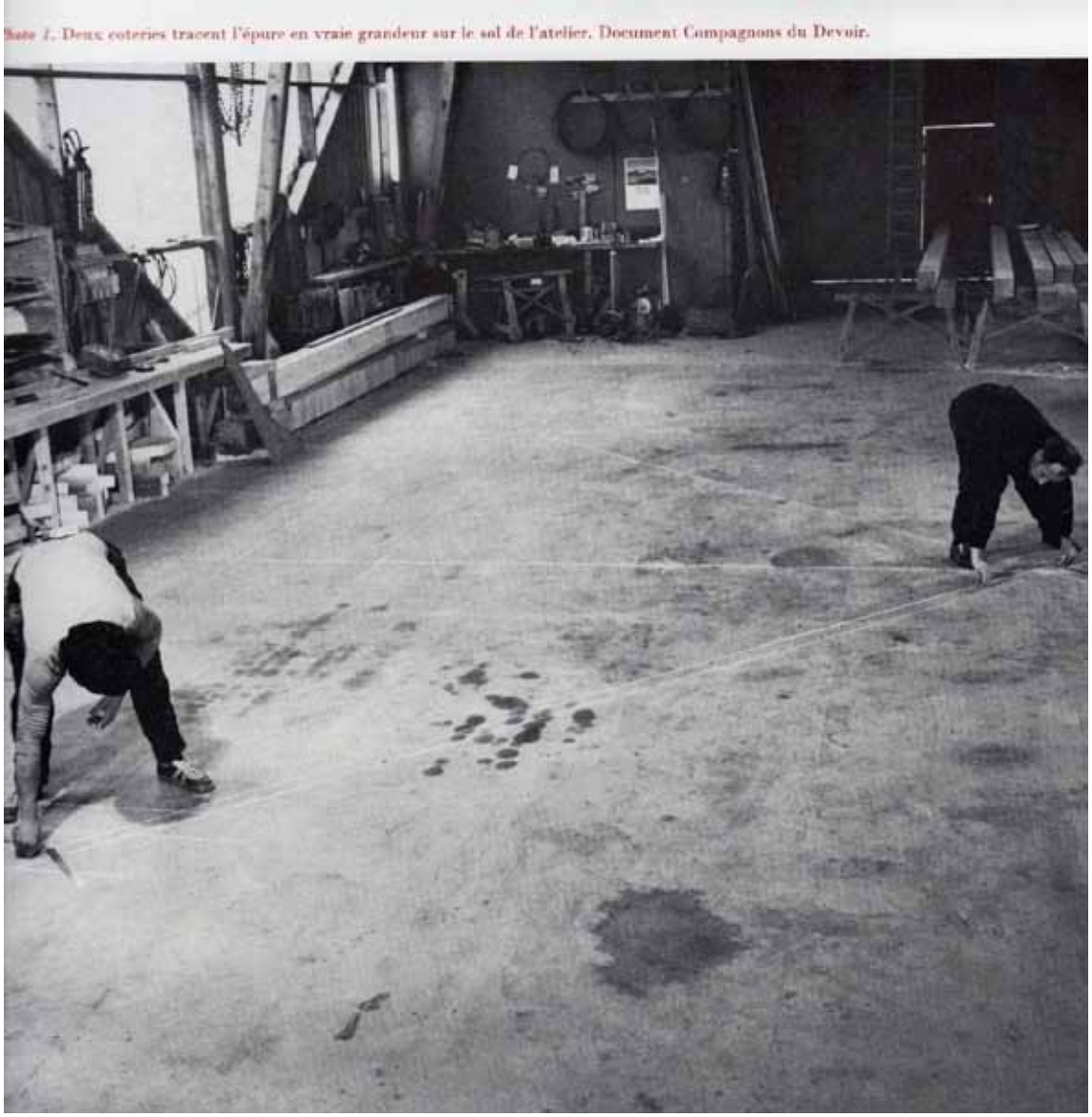


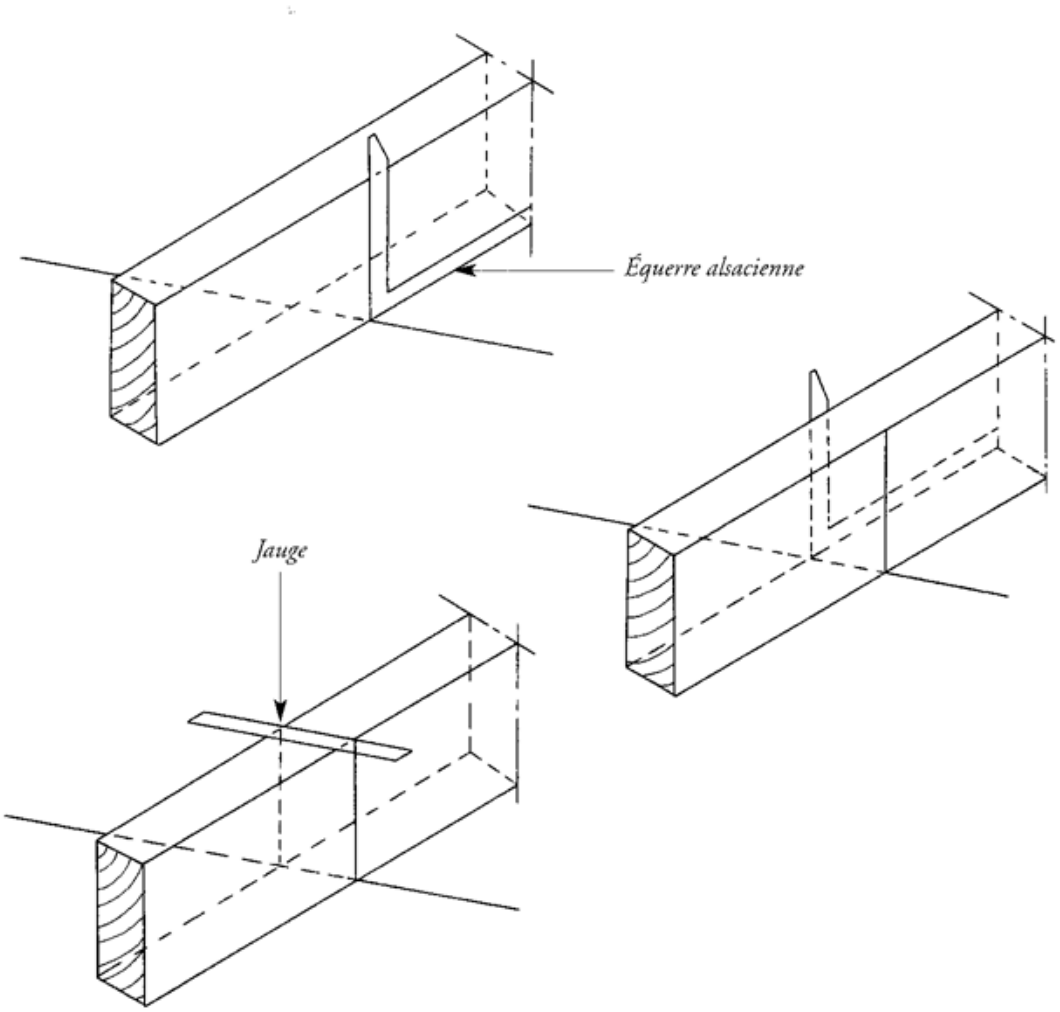
Fig. 1. Deux coteries tracent l'épure en vraie grandeur sur le sol de l'atelier. Document Compagnons du Devoir.

Les outils nécessaires pour tracer l'épure :

-une grande surface propre plane en bois ou en béton,
-un crayon de charpentier affûté,
-une jauge,
-un double mètre,
-un décamètre,
-un mètre à ruban,
-des craies de couleur,
-des cordeaux à tracer et « un lapin » (si besoin est),
-un plomb à piquer si nécessaire,
-un niveau à bulle,
-une équerre de charpentier,
-les plans du chantier.

3) Rembarrement

Ce procédé consiste à remonter les points de l'épure directement sur les deux faces d'une pièce de bois à l'aide d'une équerre de charpentier. Ensuite on trace sur la face du dessus le troisième trait qui normalement doit dégauchir avec le tracé d'épure.



Les outils nécessaires pour le rembarrement :

-une grande surface propre et plane en bois ou en béton,
-un crayon de charpentier affûté,
-une jauge,
-un double mètre,
-des craies de couleur,
-une équerre de charpentier,

4) Piquage

Le piquage est une technique de traçage des bois qui permet de récupérer le faux équerrage de deux bois qui s'assembles, c'est la meilleur technique de tracé lorsque les bois sont brut de sciage ou du moins la seule qui permet d'être précis.
Elle permet aussi de tracer les assemblages lorsque l'on utilise du vieux bois.

Lignage et contre jaugeage

BUT:
Préparer les pièces de bois pour le piquage en figurant au cordeau ou à la règle les axes sur les faces de bois qui recevront les assemblages.

Matériel nécessaire :
-Un compas.
-Un niveau.
-Un fil à plomb.
-Un cordeau ou une règle.
-Un crayon et de petites câles de bois.

Principe du lignage :

Cette opération consiste à tracer la ligne d'assemblage sur les faces de toutes les pièces de bois qui entrent dans la composition d'un élément de charpente.
Cette ligne est positionnée de niveau lors de la mise sur ligne.

Disposer une pièce de bois (ex. un madrier de 7.5 x 20.5) sur deux tréteaux.
Stabiliser cette pièce de niveau suivant le plat par des câles.
Repérer l'endroit où a été placé le niveau, ceci s'appelle la plumée.
Tracer l'axe horizontal de la pièce aux deux extrémités.
Reporter ces axes sur les champs du madrier.

Contre- Jaugeage :

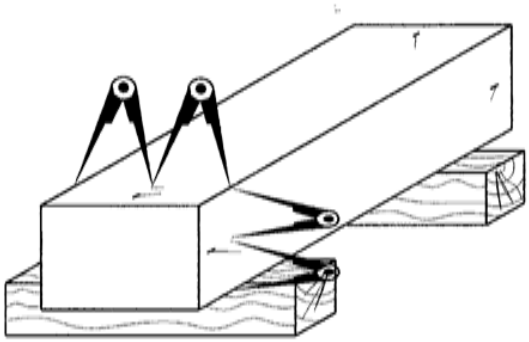
Lorsque la pièce de bois est encore sur les tréteaux, reporter à l'aide d'un fil à plomb ou d'un niveau l'axe vertical de la pièce de bois sur le plat, puis joindre d'un trait les deux extrémités.
Dans une ferme, seul le poinçon assemblé sur les quatre faces sera contre-jaugé.

Nota :

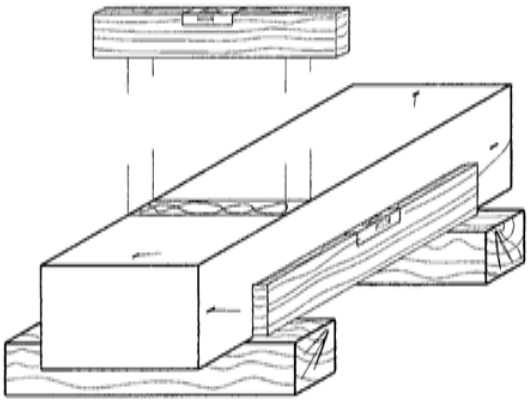
Les assemblages quels qu'ils soient sont toujours exécutés en tenant compte de ces tracés obtenus.
Cette technique très ancienne tend à disparaître, car de nos jours les bois bien équarris ne présentent plus beaucoup de gauche.
Il n'y a guère qu'en restauration et avec du bois de réemploi sain que l'on pratique encore cette méthode.

LIGNAGE ET CONTRE-JAUGEAGE.

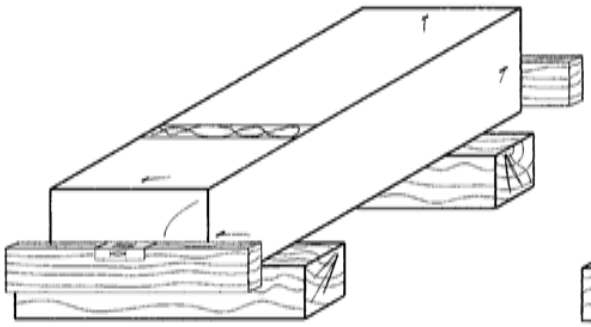
1 traçage des axes des faces aux deux extrémités de la pièce.



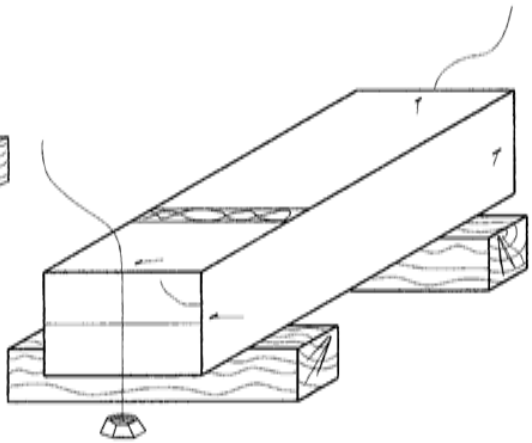
2 Mise de niveau selon les deux axes. Traçage de la plumée de dévers.



3 Contre-jaugeage suivant le niveau.

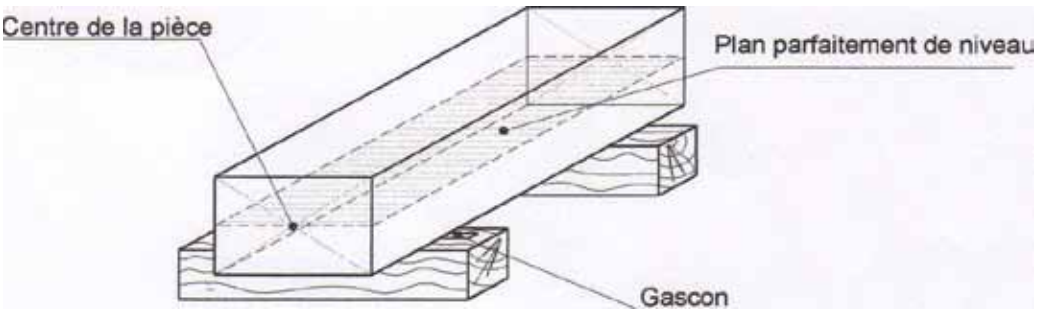


4 Contre-jaugeage suivant l'aplomb.



Ce principe peut être grandement amélioré en traçant directement le centre de gravité aux deux extrémités de la pièce, en bout.

Explication graphique du lignage et du contre-jaugeage.



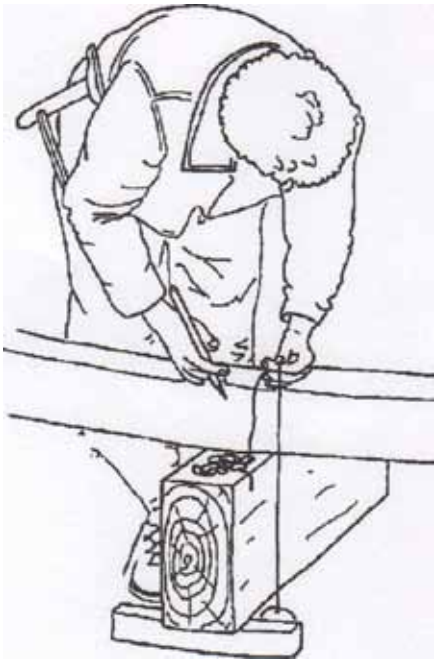
[redacted]

Pièce de bois a[redacted]

Le piquage
Le piquage est un principe très ancien qui permet de tracer les bois même à peine équarris. Lorsque les pièces de bois sont sur lignes et mises de niveaux, le piquage à pour but de repérer les alignements, assemblages et coupes en tenant compte du dévers, du gauche ou flache.

Principe :
En approchant un fil à plomb dans l'angle formé par les pièces à assembler, une comparaison est faite entre l'aplomb et la face des bois; l'écart constaté ou « polène » est reporté sur la face correspondante par des petits points au crayon que l'on appelle piqûres.
Le fouet du plomb doit frôler les bois sans toutefois les toucher.

Vérification :
Il est presque toujours possible de dégauchir l'alignement d'un assemblage avec l'arête de l'autre pièce placée dessous, donc il ne faut en aucun cas déplacer les pièces avant d'avoir opérer cette vérification.

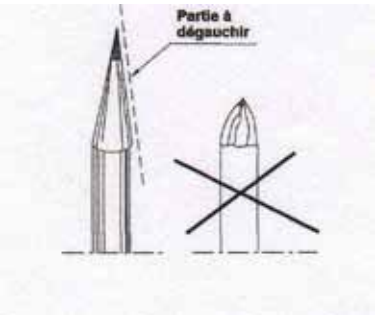


Ouvrier charpentier pendant le piquage.

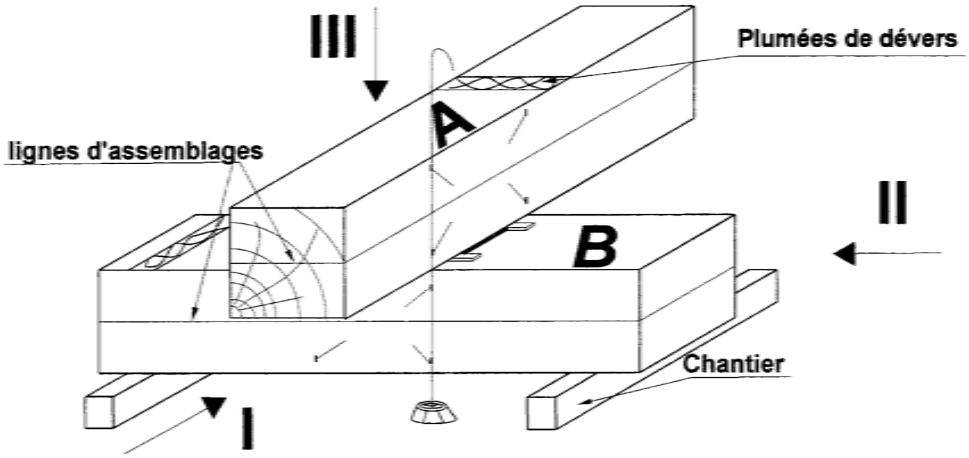
Désabout :
Le désabout est repéré sur les deux pièces à assembler et dans un même plan vertical.
Le piquage du désabout se fait toujours d'équerre à la pièce à mortaisée vers l'intérieur des bois.

Coupe :
Le plan tracé sur les pièces est défini par la ligne de coupe de l'épure et la ligne du fil à plomb.

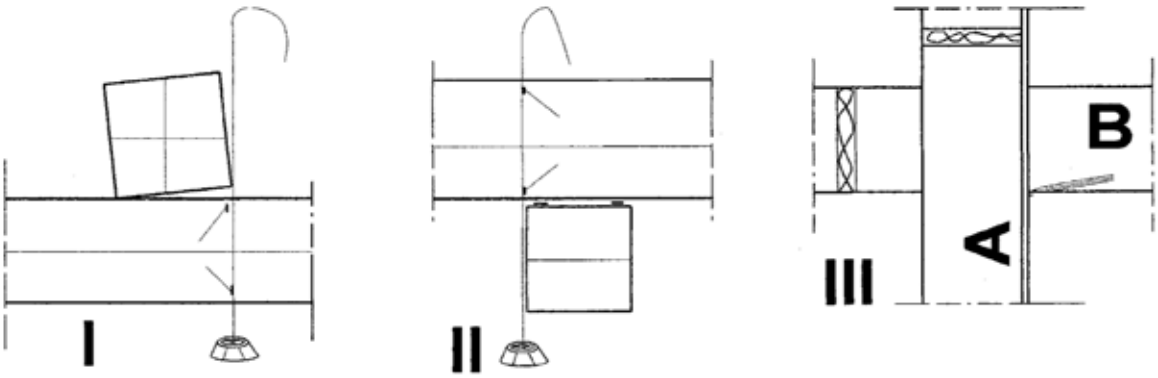
Préparation du crayon de charpentier en vue du piquage. Celui-ci doit comporter un affûtage assez long afin de se dégauchir avec les arêtes des bois.



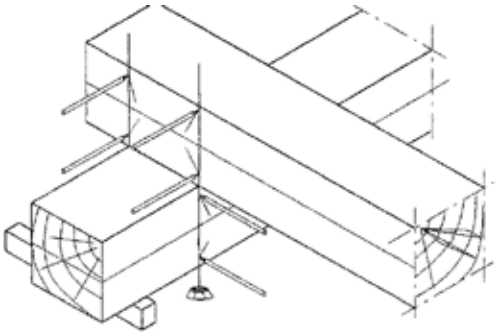
Explication du piquage :



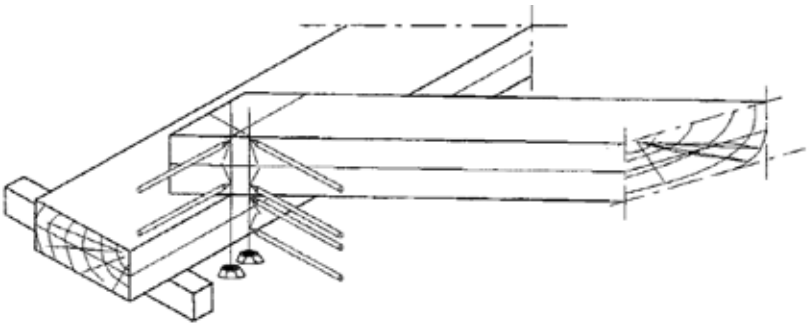
Le principe du piquage est décomposé selon trois plans afin que le lecteur comprenne les différentes phases de l'opération.



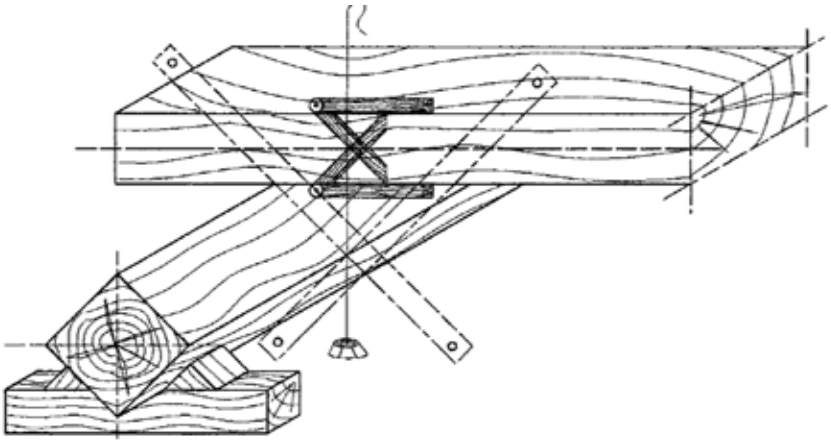
Piquage d'équerre



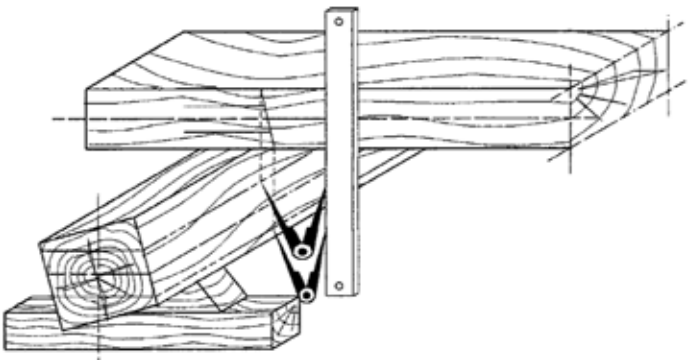
Piquage d'un assemblage oblique avec un désabout.



Piquage à plein dévers avec report à la sauterelle.



Piquage à fort dévers avec report au compas.



5) Sauterelle et 10ème calculatrice

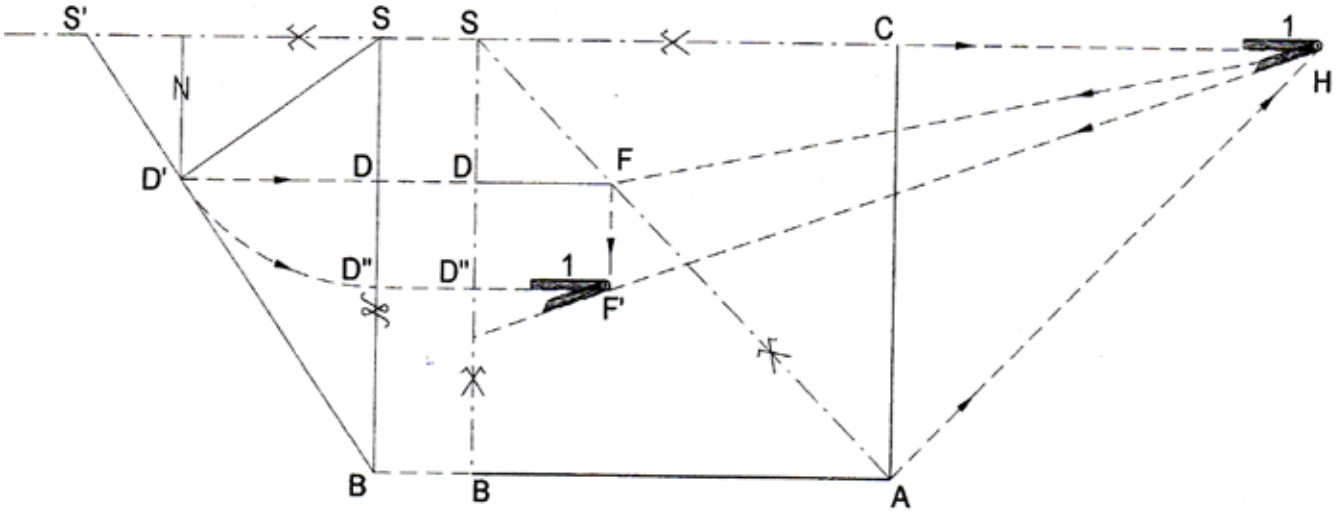
Le trait de charpente n'est autre qu'un moyen graphique basé sur la géométrie descriptive qui permet de résoudre les problèmes posés pour le tracé d'une épure à partir de laquelle sera taillée une charpente.

La sauterelle, est une méthode très rapide et prisée des charpentiers issue de la géométrie descriptive, par conséquent la construction et le développement de plans dans l'espace.
Il n'est pas nécessaire de connaître la section des bois pour obtenir l'angle recherché.
Le tracé à la sauterelle consiste à utiliser les intersections que forment les plans dans l'espace. Ces plans sont formés par la prolongation des faces des bois, ils sont délimités par le sol, le lattis, des plans frontaux et par leur rencontre avec d'autres plans.
Le tracé à la sauterelle permet d'obtenir les vraies grandeurs d'arêtes en herse. Cependant, il existe plusieurs niveaux pour résoudre les difficultés. On peut également travailler par emprunt lorsque le manque de place se fait sentir.

La technique du tracé à la sauterelle trouve véritablement sa place dans le dévers mais rien n'empêche son utilisation pour d'autres domaines notamment pour ce qui est du face aplomb.
C'est autant une technique de tracé qu'une une vision dans l'espace et une gymnastique de l'esprit.

Établir un pavillon carré entièrement à la sauterelle est une joie et un défi chez tous les charpentiers car elle permet évidement de trouver les coupes et offre la possibilité d'obtenir les angles de réglage des outils de coupe.

Exemple :
Recherche de la barbe de panne



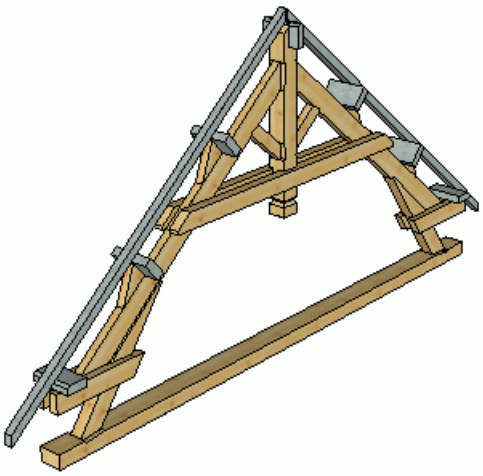
Tracé de la barbe de panne, ce tracé peut être obtenu quelque soit la position de l'arêtier en plan. Cette épure est vraiment simplifiée. La technique de la sauterelle se conjugue bien avec un dixième et le calcul des vraies longueurs par trigonométrie dans chaque herse créée.

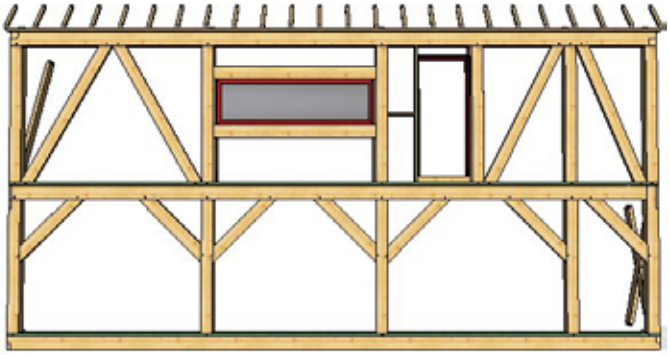
6) Ordinateur

Des logiciels adaptés à la construction bois

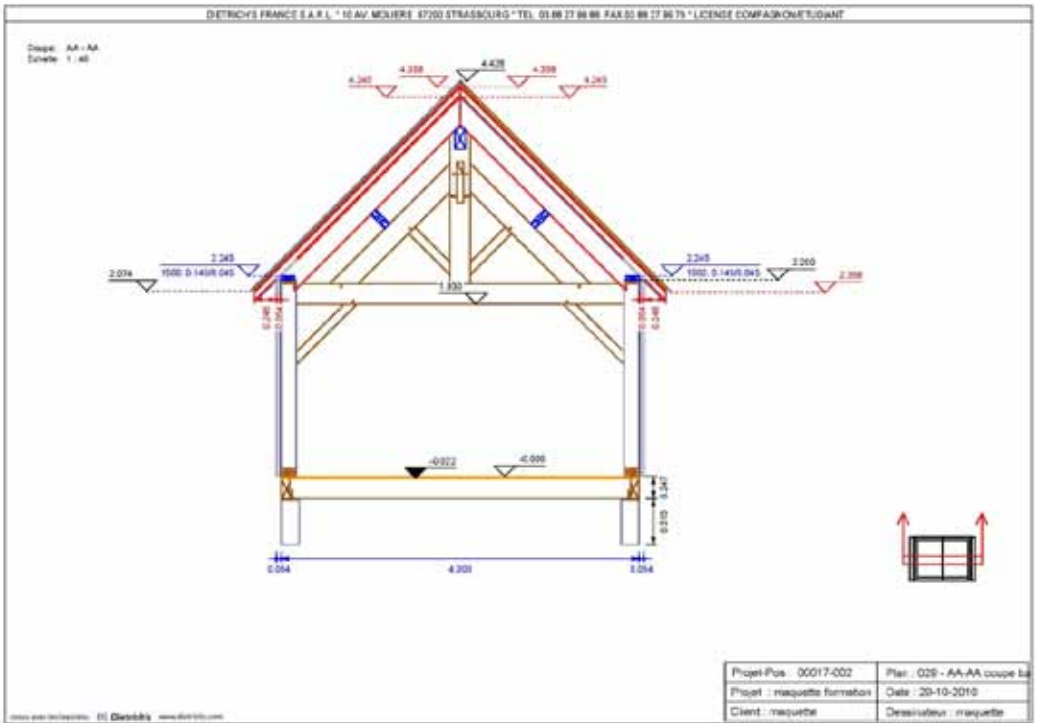
En s'inscrivant dans un mode constructif défini, la maison individuelle rend possible l'usage de logiciels à la fois chaînés et simples d'usage : la liste des composants est en effet "finie".
Ces logiciels permettent :
-Une saisie rapide de l'esquisse,
-Une production simultanée des coupes, des profils des façades et de volumétrie,
-Une production simultanée des plans d'exécution,
-Un contrôle budgétaire immédiat grâce à un chaînage de toutes les données,
- Des modifications très rapides.
Cette utilisation des plans est très proche des habitudes de l'architecte mais ne peut se passer de l'expérience des charpentiers venant du chantier.

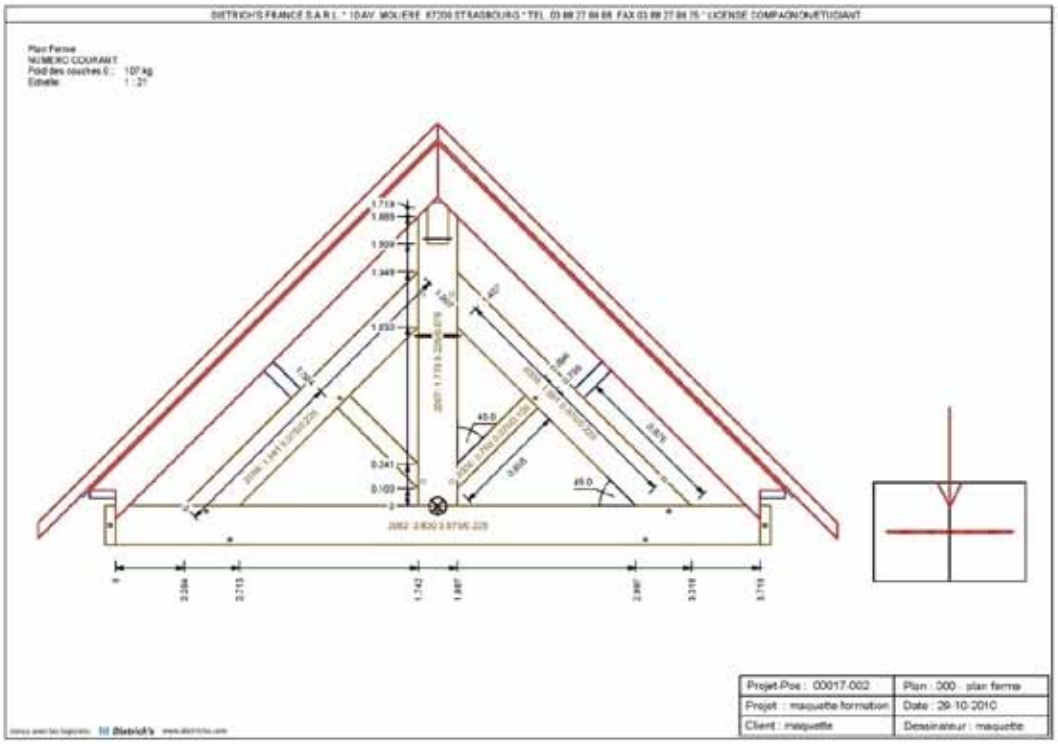
Exemple de rendu du logiciel de conception dietrich's (il en existe d'autre logiciel comme sema, cadwork….)



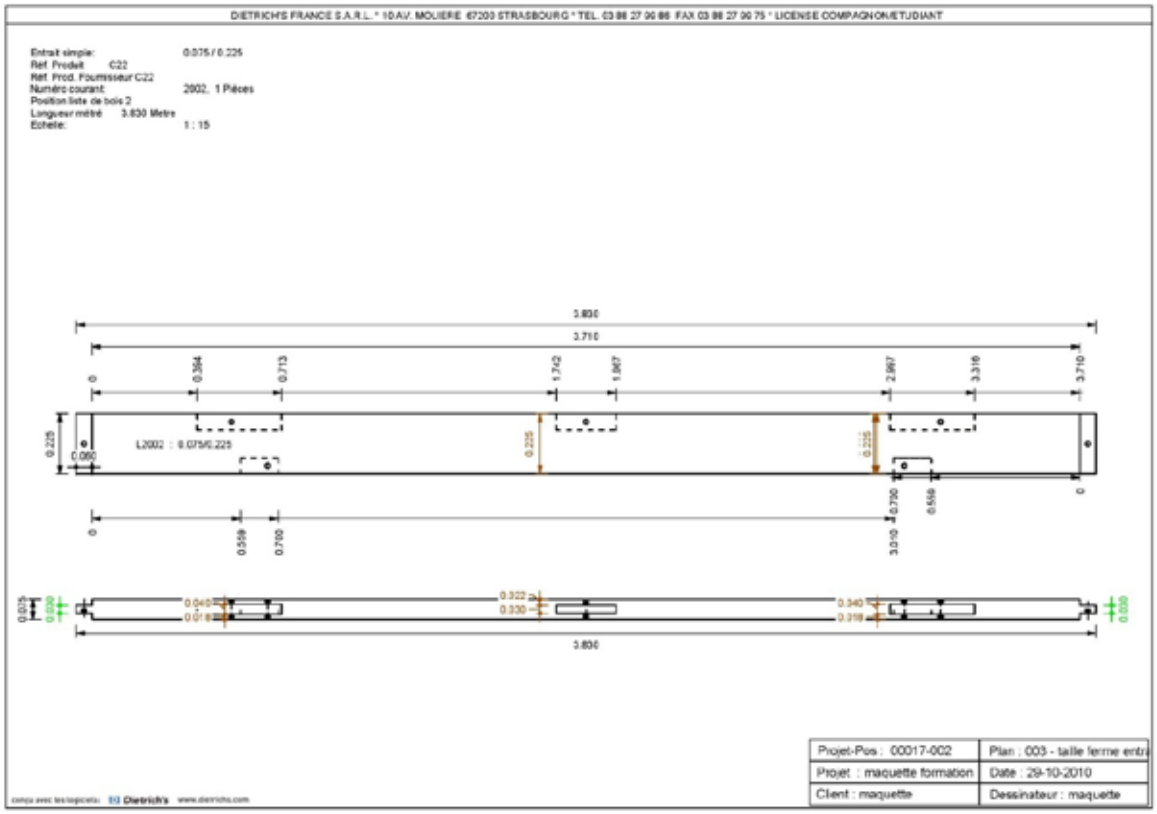


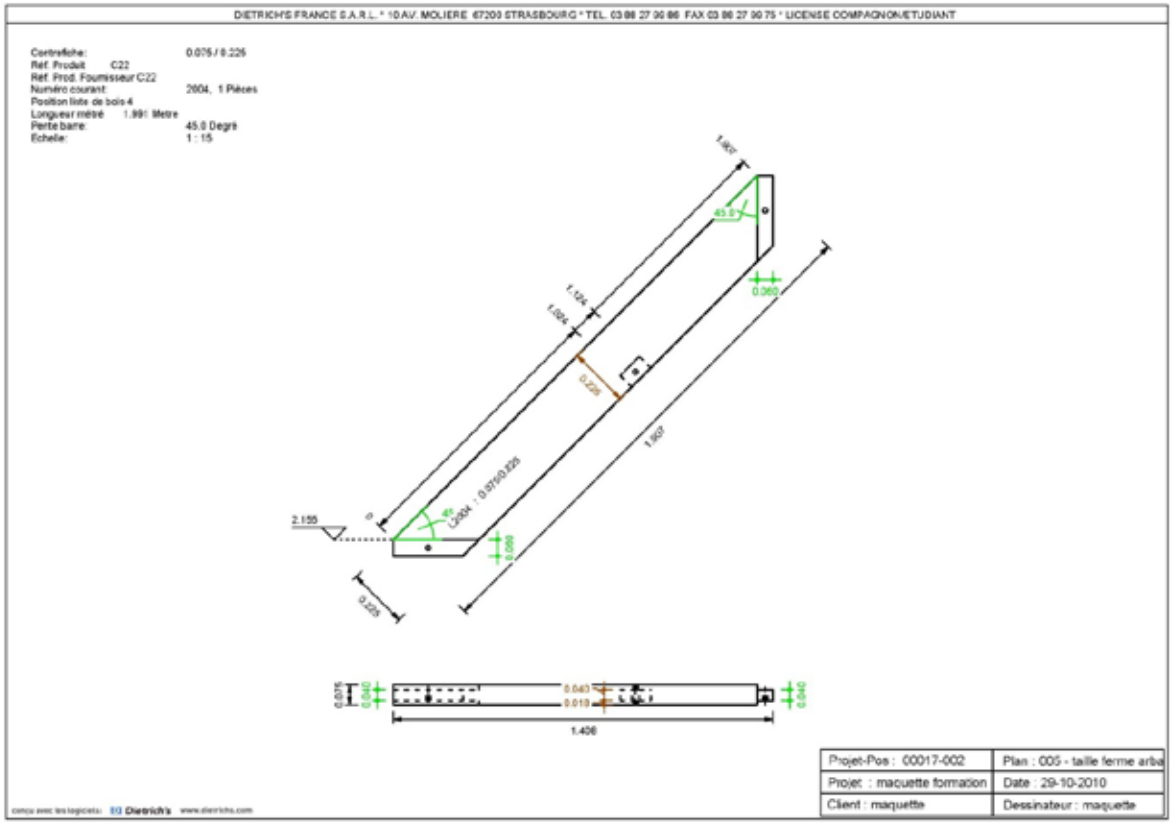
Ces logiciels permettent d'éditer des fiches de taille et des plans
Exemple pour la maquette qui sera levée pendant la formation.



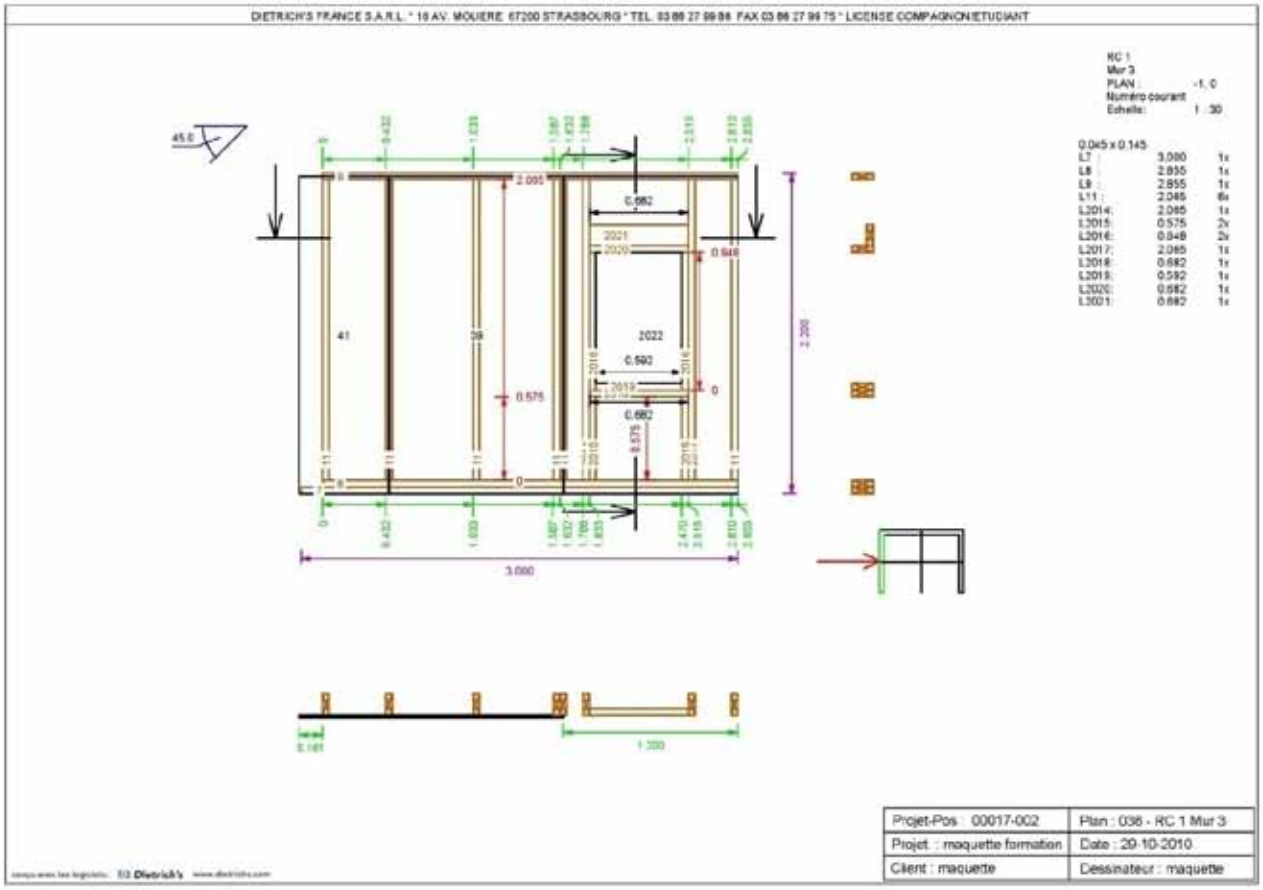


On peut éditer des fiches de taille par pièce, ici l'entrait et l'arbalétrier de la ferme





Ici le plan d'un mur ce qui permet de tailler et assembler les murs ossature en atelier.



Ce logiciel permet aussi d'éditer des listings de bois et matériaux pour faire les devis, de calculer les couches (cubage de la ouate de cellulose, mètre carré de fermacell……), de faire des diagrammes de Glaser (voir chapitre ossature bois), du calcul thermique, des plans pour le dépôt de permis……

Ces logiciel sont très complets mais inabordables pour des particuliers.