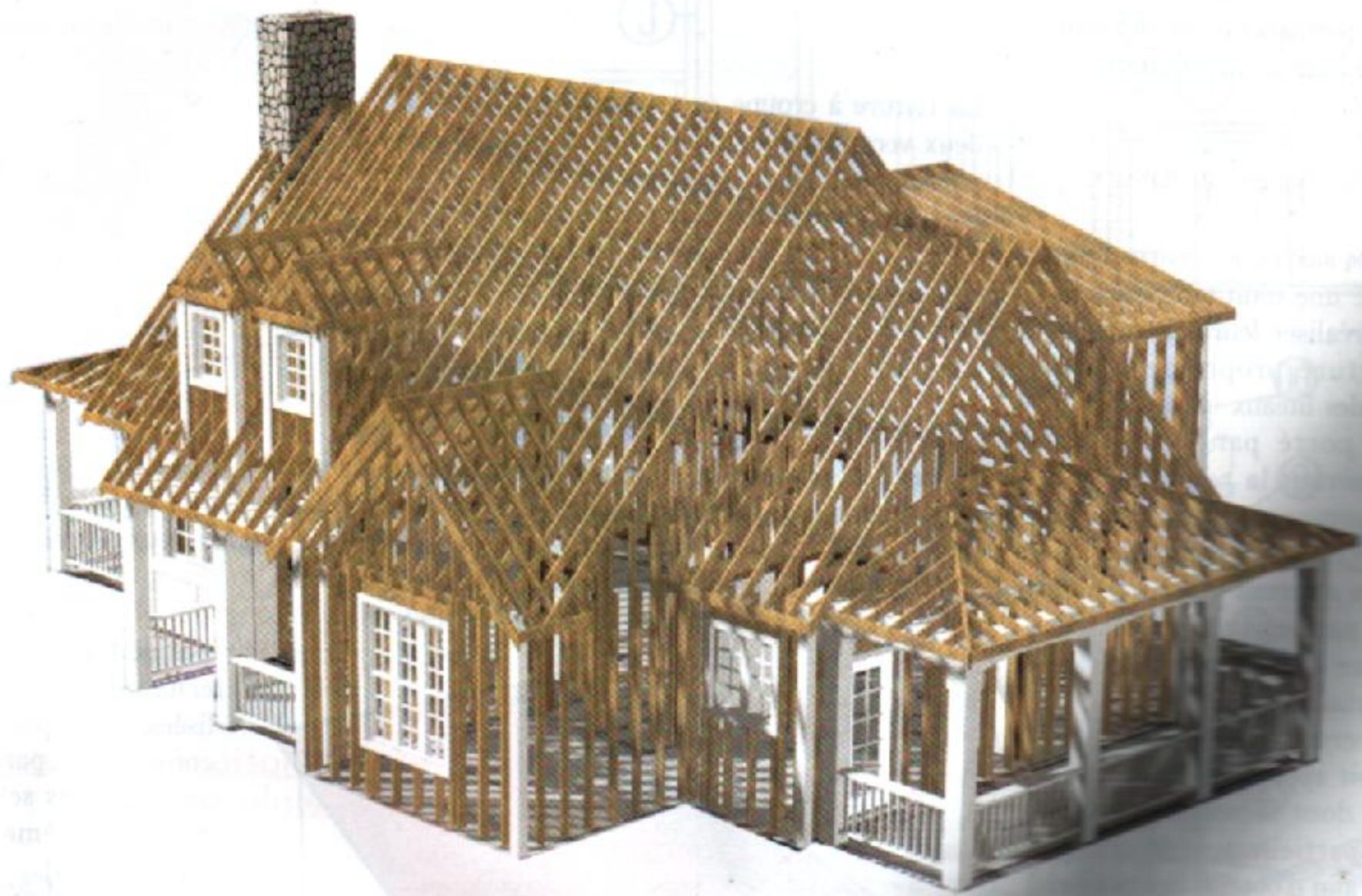


Secrets de charpentes

Le concept PEPS

Pour tous les types de construction, la construction à ossature, la construction à poteaux et à poutres, la construction par empilage (bois massif ou maçonnerie), on retrouve toujours les mêmes techniques de toiture. Sous une forme ou sous une autre, on va retrouver les pignons ou les croupes, l'empannage, les fermes ou les fermettes, les chevrons ou les arbalétriers, les divers types de lucarnes ou les fenêtres de toit. Voici, dans les pages qui suivent, certains secrets des charpentes qui méritent de faire partie du concept PEPS (Système Plate-Forme Pan-Européen).



Document Sotipian

Plus que la technique de charpente, c'est le matériau de couverture qui de par son poids, ses dimensions et sa forme est à l'origine, dans les provinces de France et de l'Europe, des différents types de toitures. Terre de civilisation et d'ordre romain, l'Europe a pu

très tôt bénéficier des inventions que les armées des Césars amenaient avec elles. Venus pour rester, amoureux de nos belles provinces, les Romains ont légué partout chez nous la qualité de leurs deux grands matériaux de construction, le marbre et la terre cuite. Les tuiles canal de terre cuite en sont la meilleure preuve. Avec les

ardoises, elles façonnent toujours aujourd'hui l'ordonnement de nos toitures. L'ardoise, tout comme son héritière la tuile plate mécanique, autorise des pentes de toiture fortes. Cette pente forte, à son tour, permet des recouvrements faibles et des pureaux plus importants. Il en découle une toiture à la fois plus étanche et plus

légère permettant des portées plus élancées pour les pièces de charpente. Pour les tuiles canal de terre cuite, à l'ancienne tout comme mécaniques, la pente de la toiture doit être faible pour empêcher leur glissement. Cette pente faible, impose alors un recouvrement fort, un pureau faible pour éviter les remontées d'eau par capillarité ou sous l'action du vent, donc un poids élevé de la couverture. Les pièces de charpente sont alors plus massives, la charpente est plus complexe pour mieux reprendre les descentes de charges.

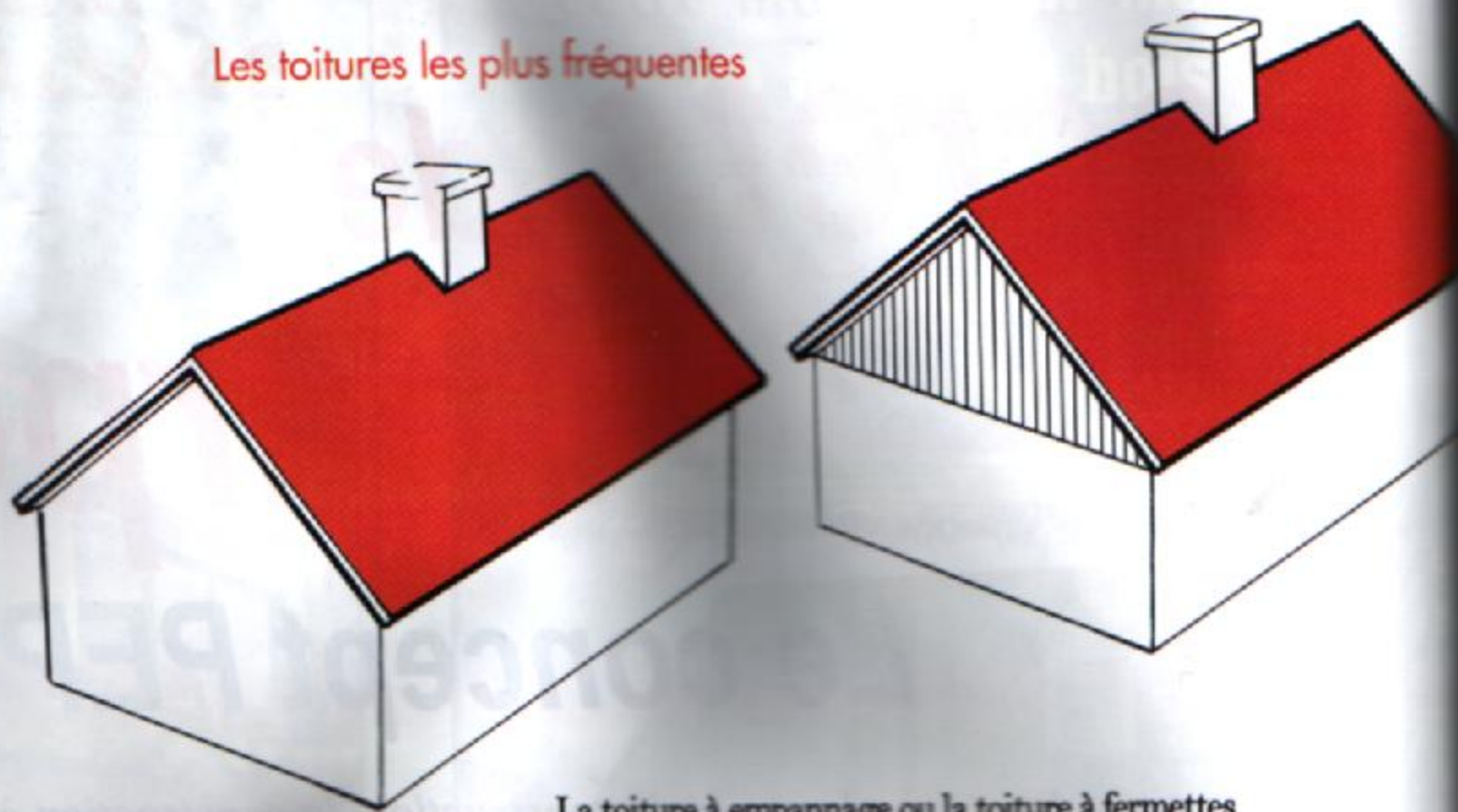
Des techniques unifiées

Lorsque l'on étudie les charpentes des habitations construites il y a 2 ou 3 siècles en France plus particulièrement, on y retrouve une grande fiabilité et une forte uniformité des techniques. Ceci s'explique par le compagnonnage qui, tout comme par la minutieuse transmission du savoir du Maître à l'apprenti, permettait par le biais des tours de France de faire circuler la connaissance et de remettre en permanence au plus haut niveau technique la qualification des charpentiers.

Différents types de toiture

Au cours des siècles, les charpentiers ont imaginé une multitude de solutions pour réaliser leurs charpentes. La couverture proprement dite repose sur des liteaux ou un litelage lui-même porté par des pièces obliques suivant la pente du toit, appelées chevrons ou arbalétriers. Dès le XV^e siècle, l'apparition de l'empannage a permis grâce à la présence des pannes intermédiaires d'augmenter la longueur des chevrons ou arbalétriers et ainsi la largeur des versants. Un siècle plus tard, on voit apparaître des fermes renforcées dont le seul but est de reprendre partiellement la charge des pannes afin d'obtenir des portées plus longues. Ces pannes de reprise des pannes qui elles-mêmes portaient les chevrons ou arbalétriers sont, deux siècles après, à l'origine des petites fermes, les fermettes, d'aujourd'hui qui directement incorporent les arbalétriers, permettant ainsi l'économie des pannes et des murs pignons porteurs.

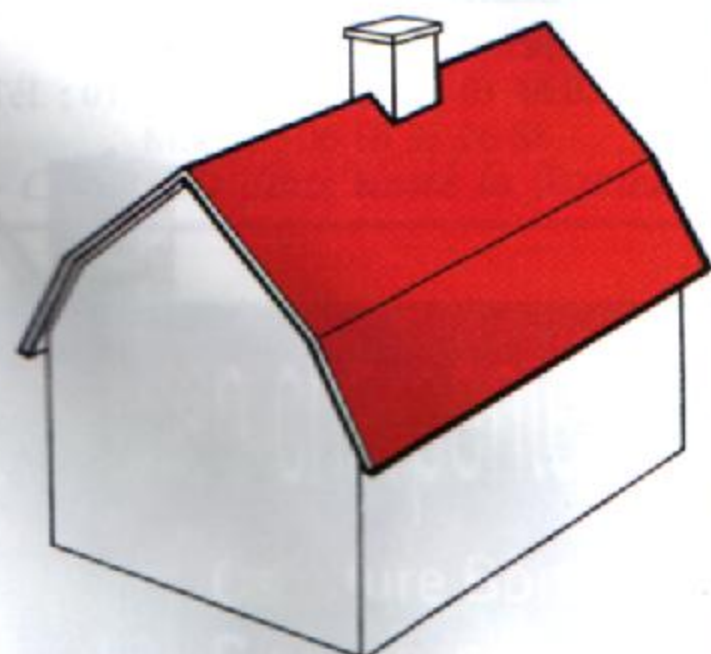
Les toitures les plus fréquentes



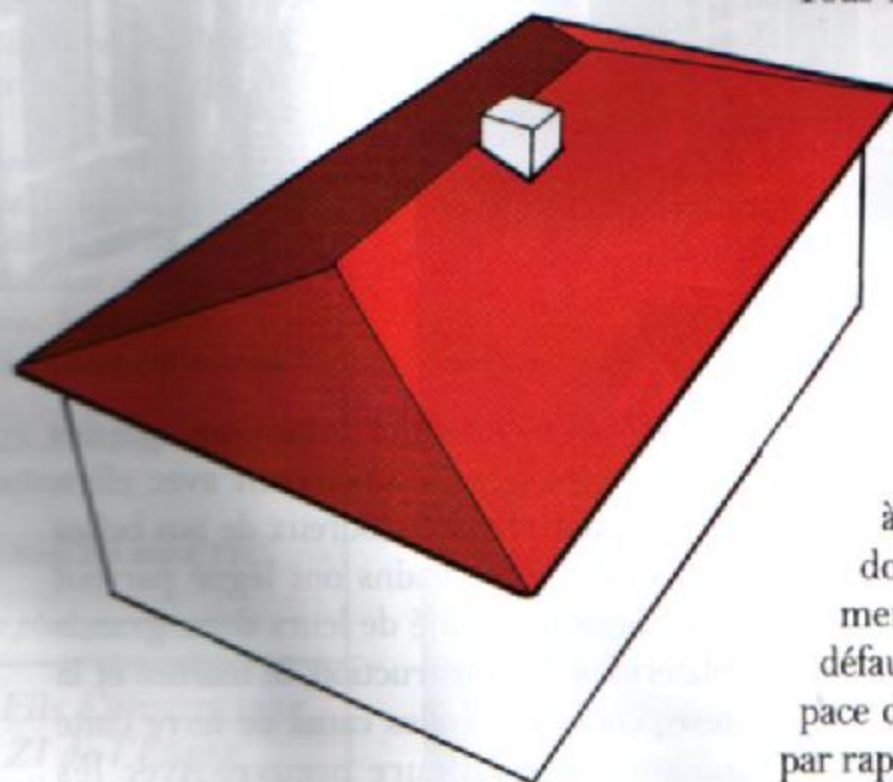
La toiture à empannage ou la toiture à fermettes

Elle se caractérise par ses pointes de pignon qui selon leur parement d'habillage associent visuellement soit à la toiture ou aux murs qui les supportent. Les murs pignon peuvent être en façade ou, au contraire, perpendiculaires à la façade. En Alsace, en Bresse, dans les Landes et le Pays Basque, tout comme en Hollande, en Autriche ou en Allemagne, le mur pignon, souvent richement orné, est en façade. Versatiles, les murs pignons peuvent assumer soit la fonction ferme porteuse des pannes à l'ancienne ou celle des fermettes modernes.

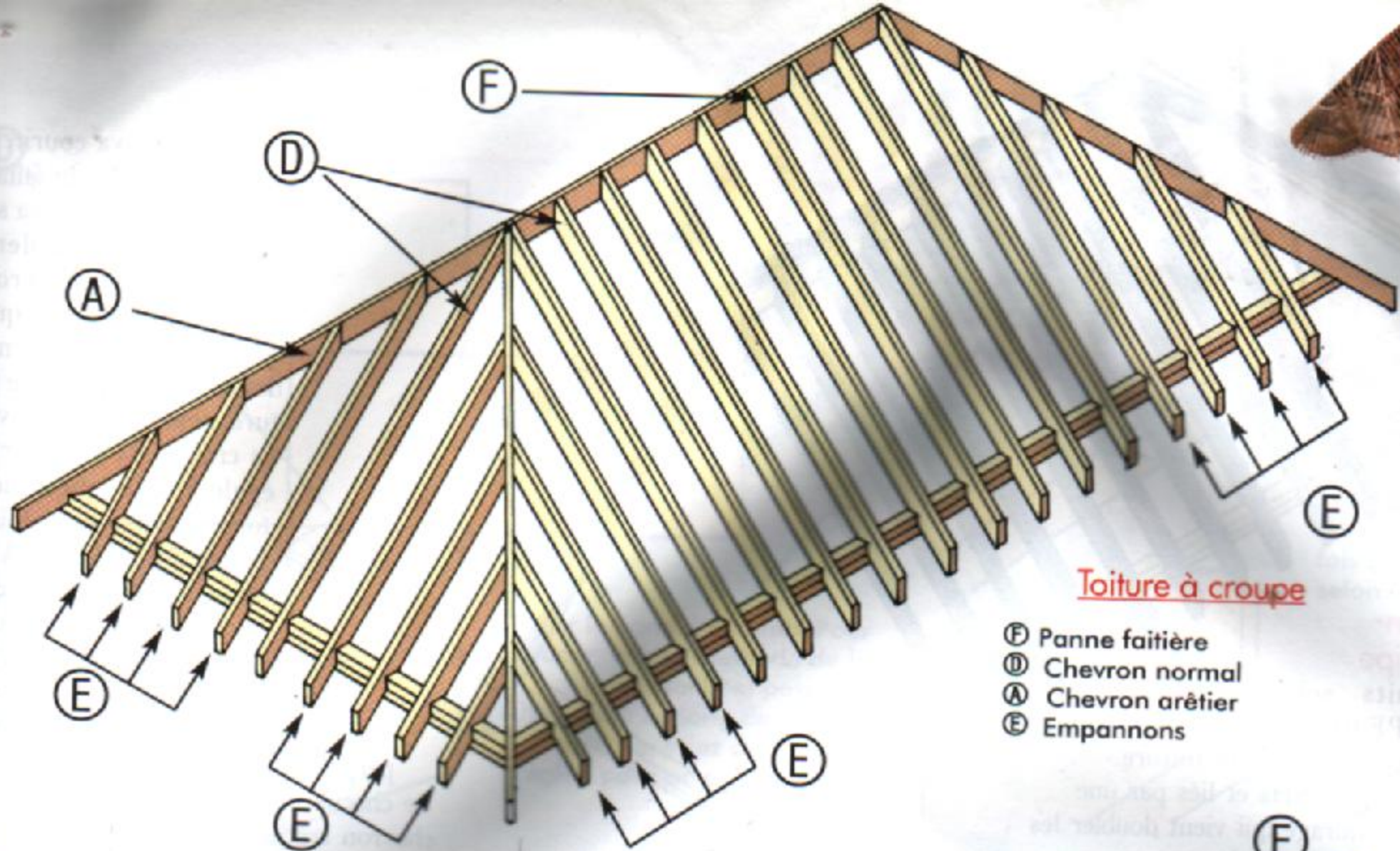
La toiture à croupe se reconnaît à ses deux versants triangulaires qui en s'appuyant sur les deux versants principaux en long pan viennent remplacer les murs pignons. Tous les matériaux de couverture conviennent, la pente des versants est fonction de ces derniers.



Le toit à la Mansart a, lui aussi, quatre versants de toiture, mais chacun a une double pente, moyenne pour la partie haute et forte pour la partie basse. La forte pente de ces versants les prédispose à l'ardoise et aux tuiles plates à trous de fixation. Deux versants parallèles à la Mansart peuvent prendre place entre deux murs pignons.

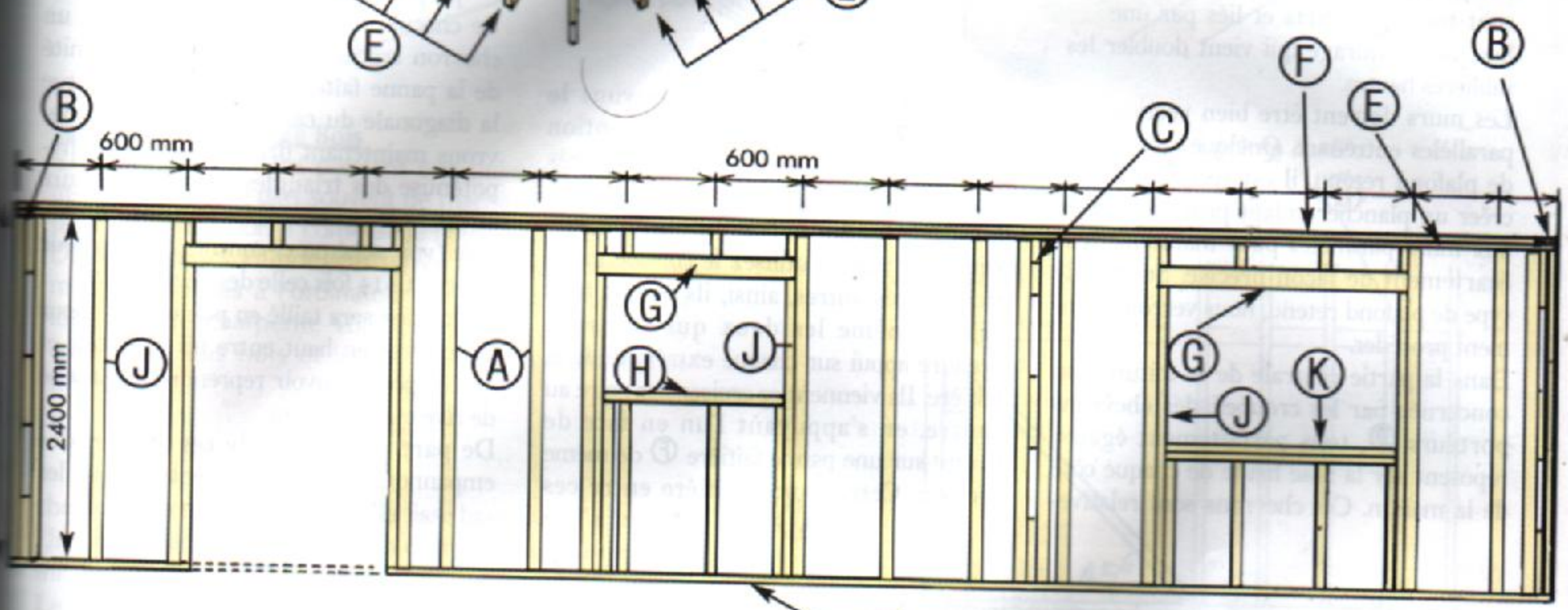


Tous les types de toiture, à empannage, à fermes, à fermettes industrialisées, à croupes, à la Mansart, conviennent parfaitement aux constructions selon le concept PEPS (Système Plate-forme Pan Européen). De toutes ces toitures, une des plus simples à mettre en œuvre, une des moins onéreuses en terme de matériaux et l'une des plus faciles à transporter est la toiture à croupe dont les chevrons soutiennent directement le poids de la toiture. Son seul défaut est de réduire la disponibilité d'espace de hauteur habitable sous les combles par rapport aux toitures à pignons.



Toiture à croupe

- Ⓕ Panne faitière
- Ⓖ Chevron normal
- Ⓐ Chevron arêtier
- Ⓔ Empannons

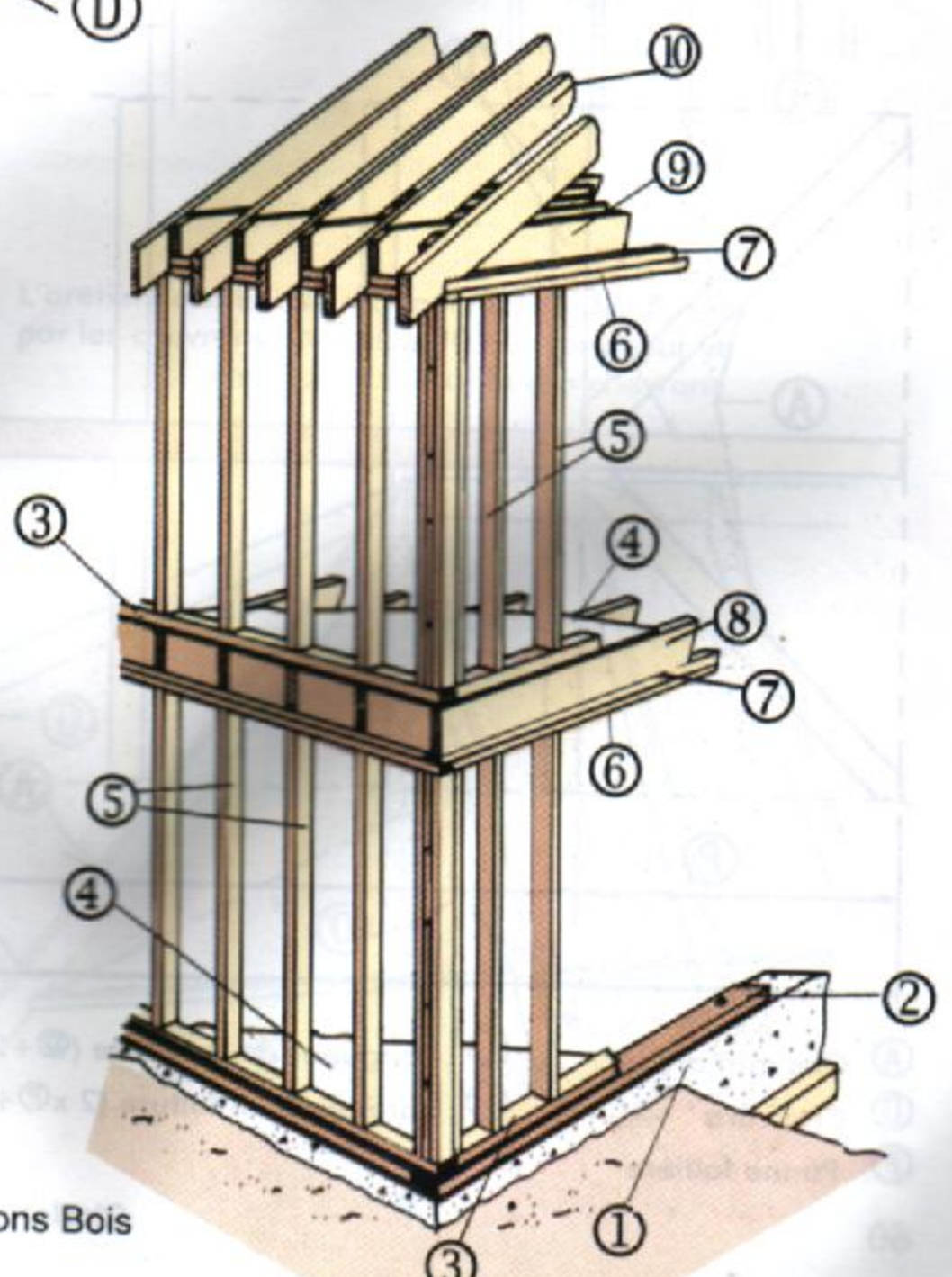


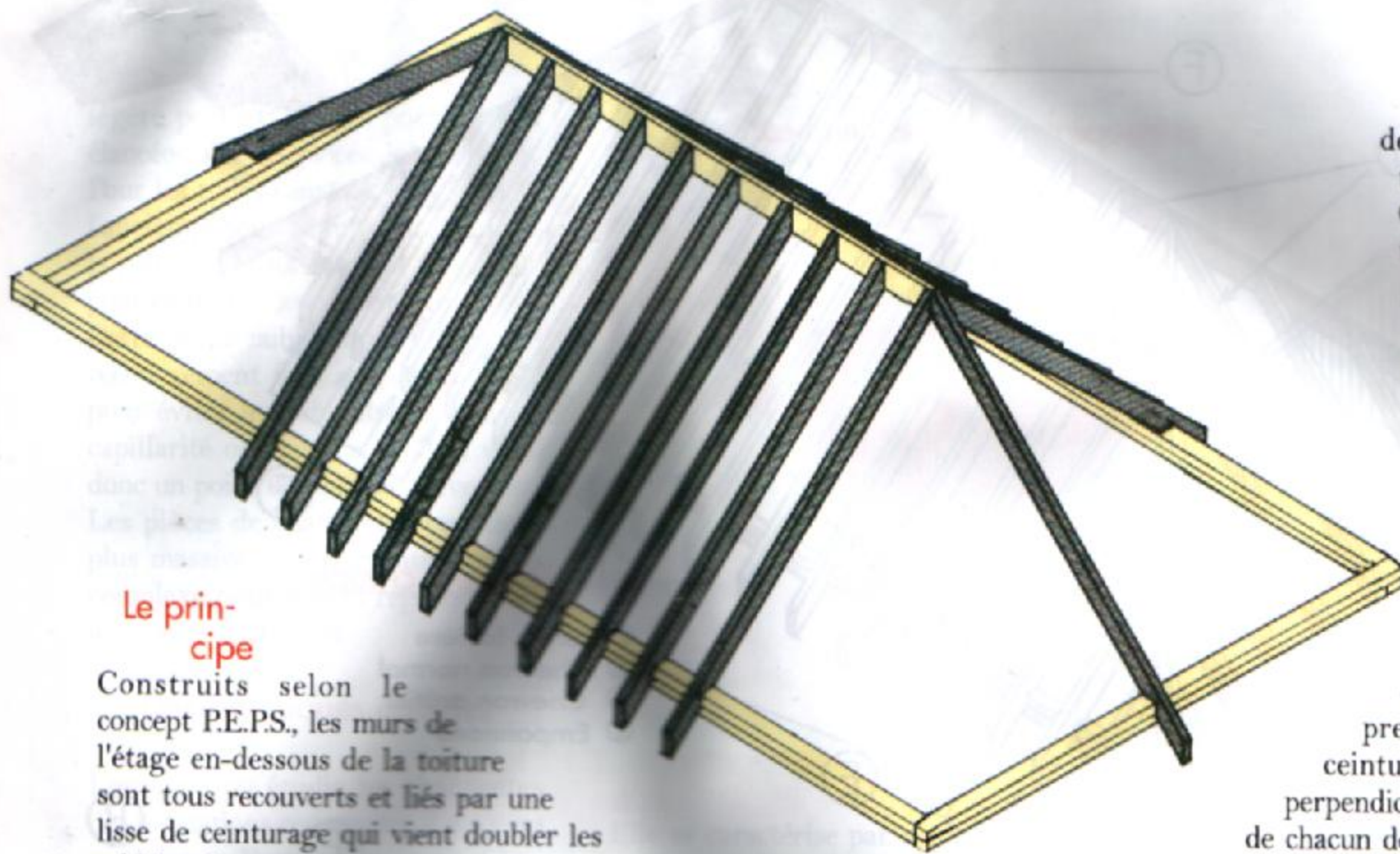
Mur à ossature bois système plate-forme

- Ⓐ Montant
- Ⓑ Angle à double montant
- Ⓒ Intersection à double montant
- Ⓓ Sablière basse
- Ⓔ Sablière haute
- Ⓕ Lisse de ceinturage
- Ⓖ Linteau
- Ⓗ Appui
- Ⓙ Montant porte-linteau
- Ⓚ Appui double

Eclaté d'une maison à ossature bois système plate-forme

- ① Fondations
- ② Lisse basse
- ③ Sablière basse
- ④ Sol du rez-de-chaussée
- ⑤ Montants d'ossature
- ⑥ Sablière haute
- ⑦ Lisse de ceinturage
- ⑧ Solivage de plancher
- ⑨ Solivage de plafond
- ⑩ Empannon/chevron de toiture





Le principe

Construits selon le concept P.E.P.S., les murs de l'étage en-dessous de la toiture sont tous recouverts et liés par une lisse de ceinturage qui vient doubler les sablières hautes.

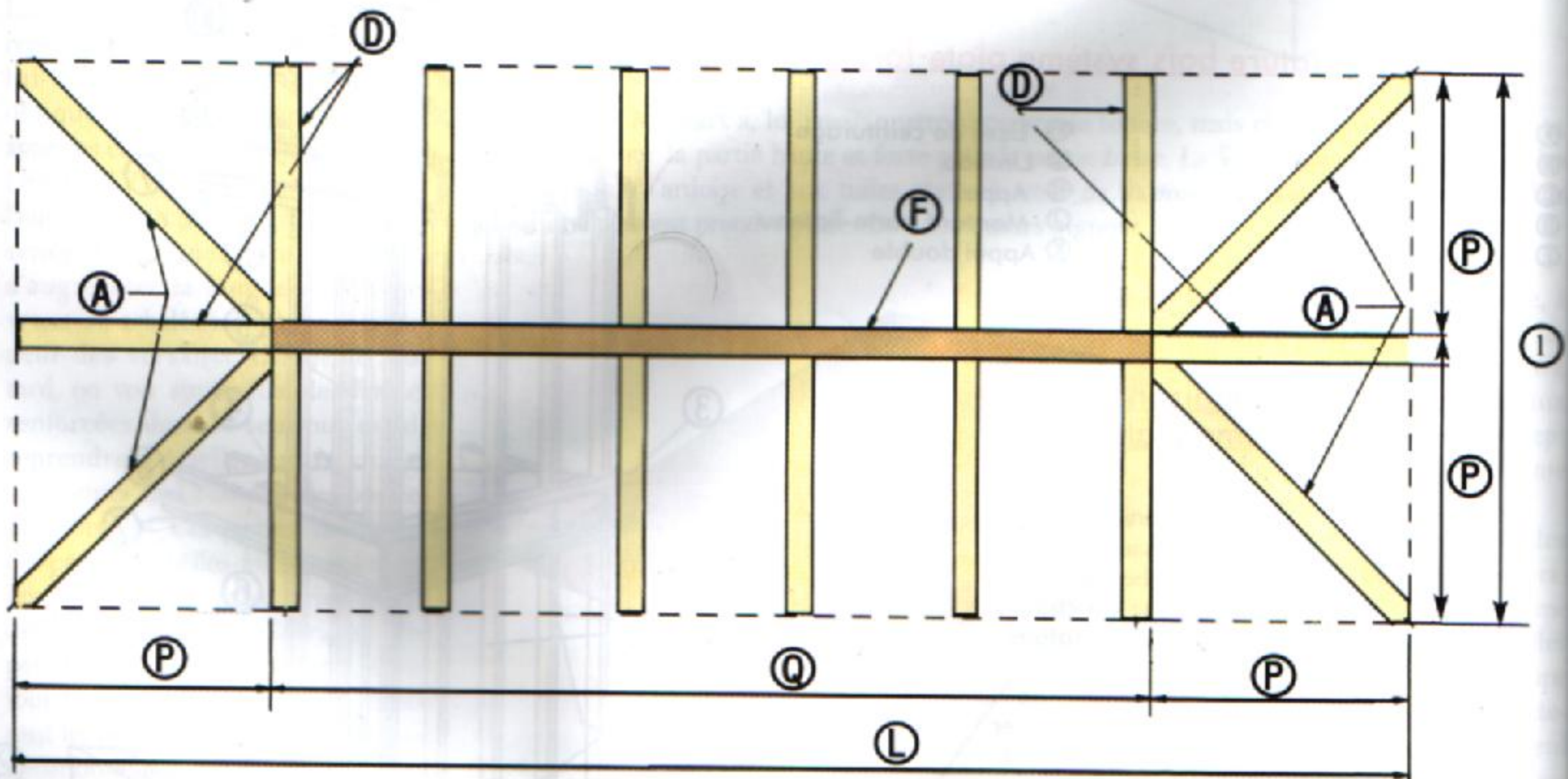
Les murs doivent être bien verticaux et parallèles entre-eux. Quelque soit le type de plafond retenu, il est recommandé de créer un plancher volant provisoire cloué aux murs parallèles pour maintenir leur écartement de façon précise. Suivant le type de plafond retenu, nous verrons comment procéder.

Dans la partie centrale de la toiture non concernée par les croupes, des chevrons porteurs **(D)**, tous parfaitement égaux, reposent sur la lisse haute de chaque côté de la maison. Ces chevrons sont relative-

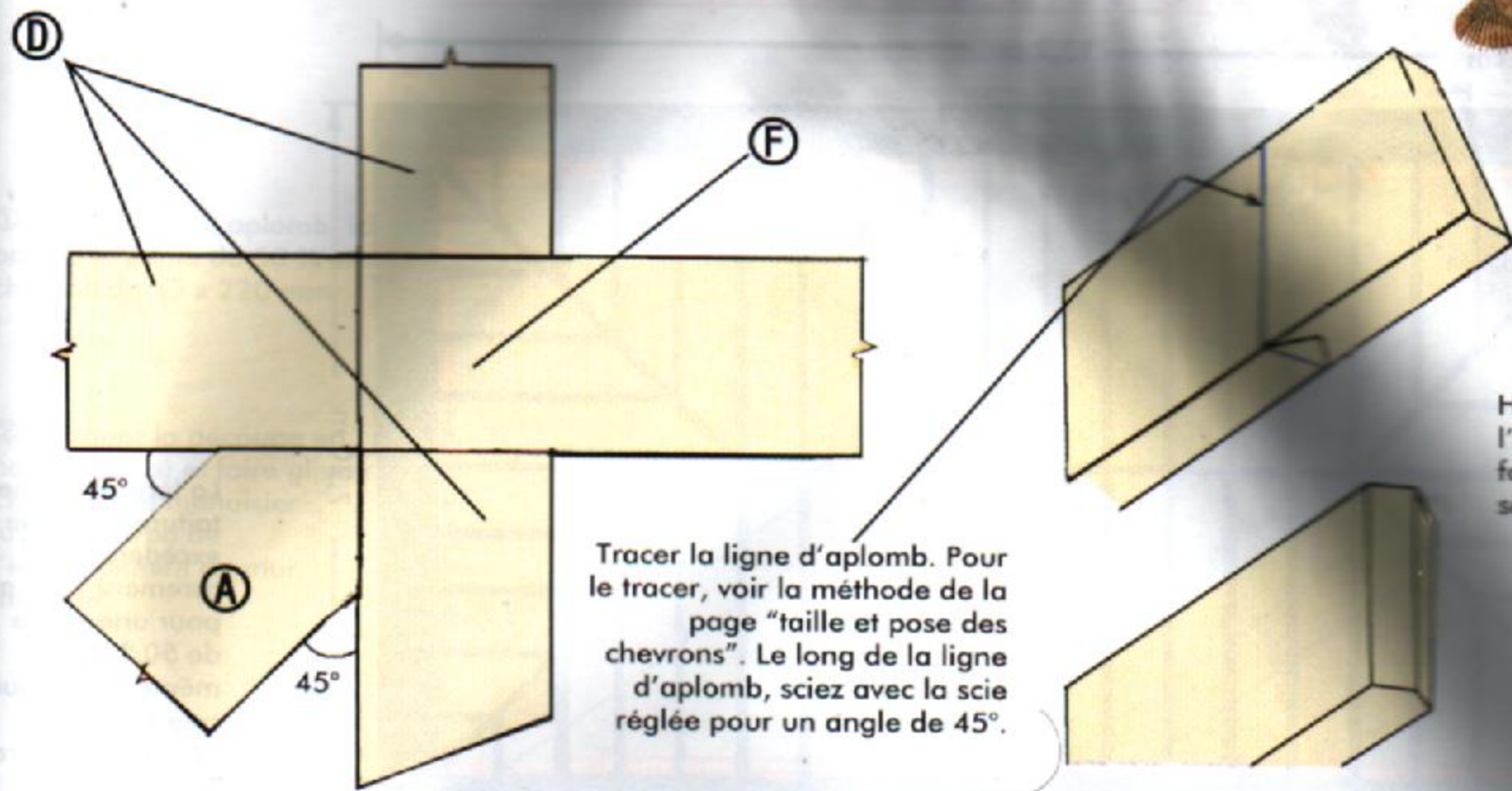
ment faciles à tailler comme vous le montre le schéma plus loin. Attention seulement à ce qu'ils soient bien mesurés et à ce que les angles correspondent bien à la pente. Une fois le premier chevron parfaitement réalisé, utilisez le comme gabarit pour les autres, ainsi, ils seront tous égaux, même les deux qui viennent prendre appui sur chaque extrémité de la faîtière. Ils viennent se croiser par paire au centre, en s'appuyant l'un en face de l'autre sur une panne faîtière **(F)** de même section. Cette panne faîtière entre ces

deux chevrons va courir sur toute la longueur du faîtage. Cette planche faîtière va surtout servir à contrôler le parallélisme des chevrons. Elle participe aussi à l'équilibrage des efforts provenant des deux autres pans de toiture, ceux qui se trouvent en croupe. Sa longueur est égale à la longueur de la toiture moins deux fois la portée des chevrons. A ses deux extrémités un chevron porteur **(D)** (toujours de la même longueur) vient prendre appui sur la lisse de ceinturage des murs qui lui sont perpendiculaires. Maintenant à partir de chacun des 4 angles de la toiture, un chevron arétier **(A)** va jusqu'à l'extrémité de la panne faîtière. Cet arétier constitue la diagonale du carré formé par les chevrons maintenant dressés à 90°, ou l'hypoténuse des triangles rectangles égaux ayant la longueur des chevrons comme côté (voir schéma ci-contre). Sa longueur va être 1,414 fois celle des chevrons. Cet arétier sera taillé en pointe à 45° pour s'encaster en haut entre les chevrons et en bas pour pouvoir reprendre la planche de rive ou le chéneau. De part et d'autres de cet arétier, des empannons avec le même entraxe que les

Les principaux composants de la toiture à croupe



- | | | |
|----------------------------|--|---|
| (A) Chevron arétier | (L) Longueur de la toiture ($(Q) + 2 \times (P)$) | (P) Portée des chevrons porteurs |
| (D) Chevrons | (I) Largeur de la toiture ($2 \times (P) + \text{épaisseur}$) | (Q) Longueur de la faîtière |
| (F) Panne faîtière | | |



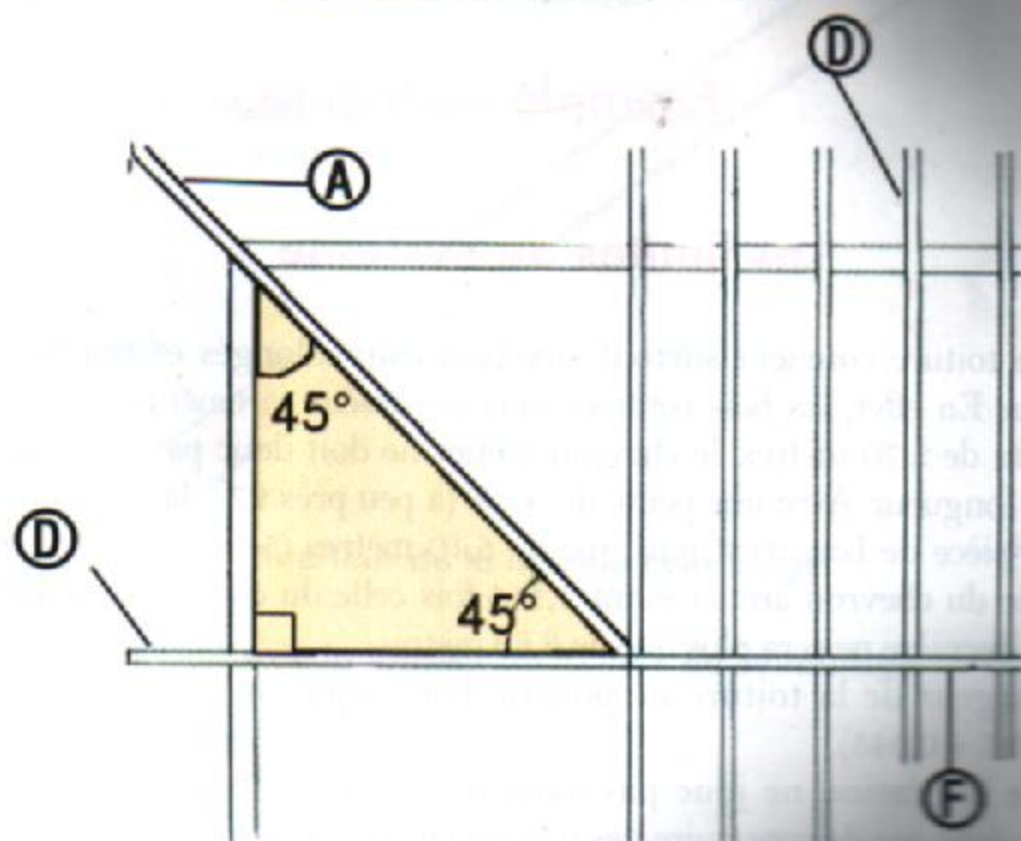
Haut de l'arêtier scié 2 fois à 45° et selon la pente.

Tracer la ligne d'aplomb. Pour le tracer, voir la méthode de la page "taille et pose des chevrons". Le long de la ligne d'aplomb, sciez avec la scie réglée pour un angle de 45°.

Les centres d'Usinage Bois

Ces chevrons porteurs peuvent être pré-usinés dans des ateliers équipés le plus souvent de machine de façonnage pour charpente bois à commande numériques comme les DePauw ou les Hundegger (www.hundegger.de). Ces machines reliées à l'ordinateur du bureau d'études du fabricant de charpente vont tailler avec précision les extrémités des bois et les encoches avec les angles nécessaires.

L'arêtier est taillé en pointe à 45°.



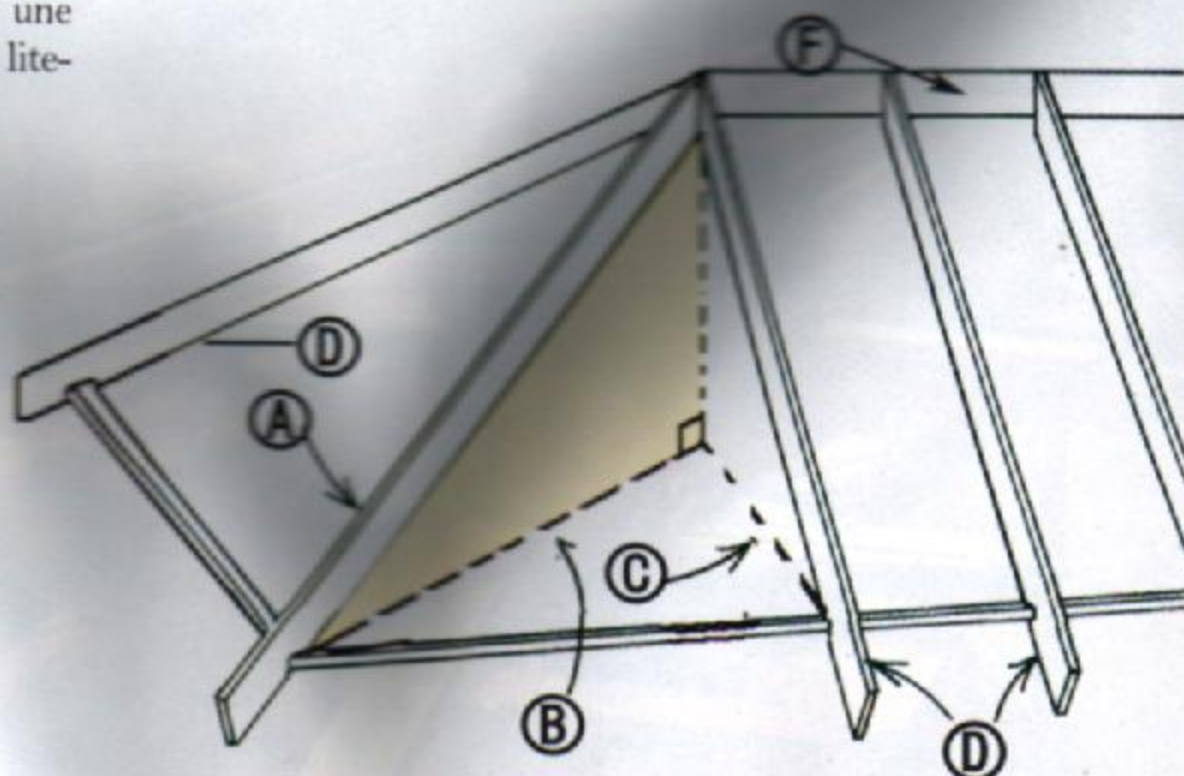
L'arêtier constitue la diagonale du carré formé par les chevrons dressés à 90°. Sa longueur va être 1,414 fois celle des chevrons.

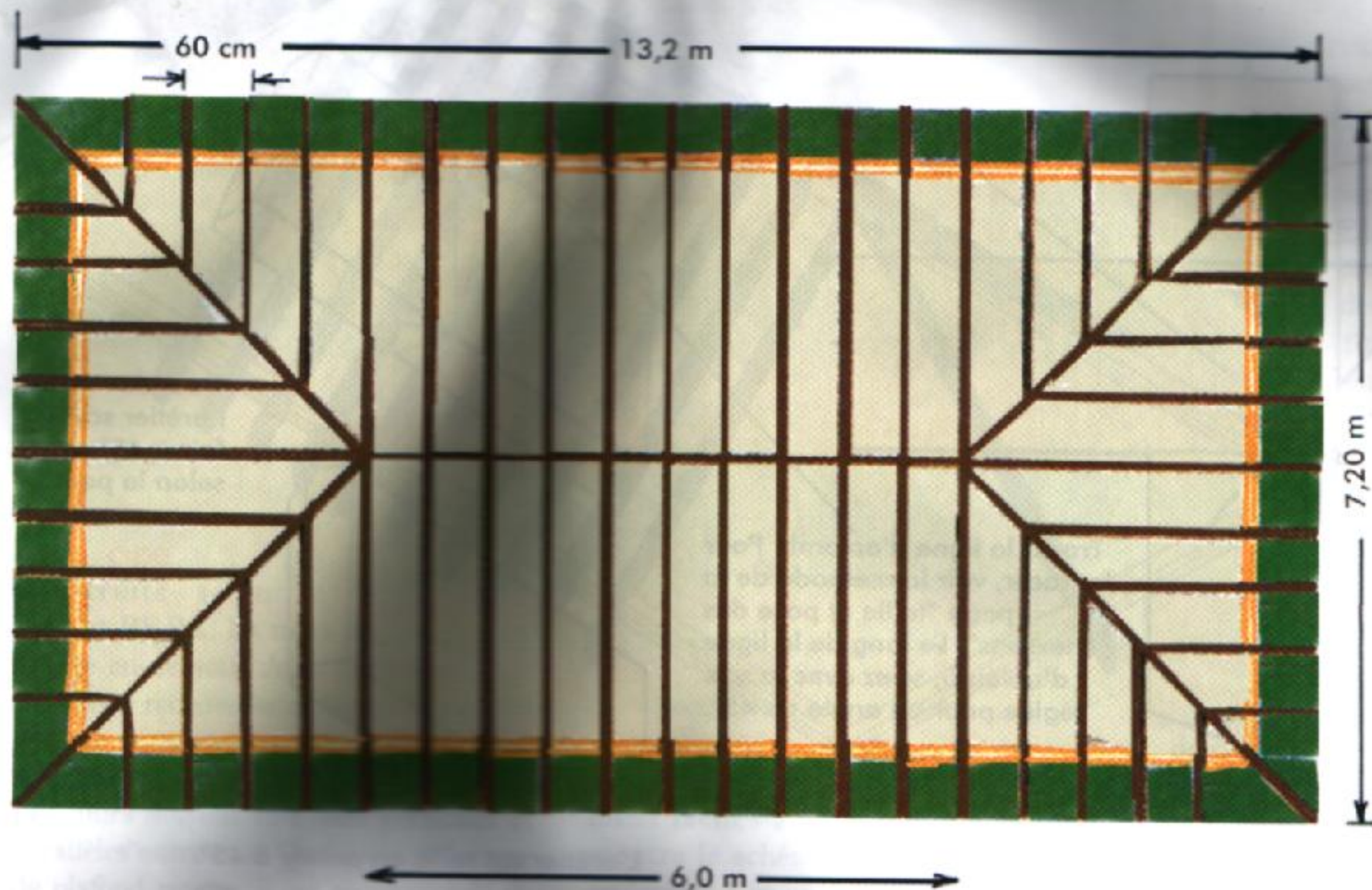
chevrons porteurs courent de la lisse basse jusqu'à l'arêtier. Une fois les empannons cloués, la charpente porteuse est terminée.

Le plafond et la couverture pourront varier selon les choix faits au niveau de la conception. Nous reviendrons dans un autre article sur ce sujet. Disons en bref que selon le type de plafond retenu, un solivage porteur ou non est posé ou pour les plafonds cathédrales qui vont suivre la pente de la toiture des petits entrants retroussés destinés à rester visibles sont posés par sécurité entre les chevrons en partie haute.

Disons aussi en bref que en tenant compte du pureau de la couverture, le lattage ou le litalage sera fixé enfin aux chevrons, arêtiers et empannons. Selon les risques climatiques, un feutre bitumé sera auparavant déroulé et posé sur une sous toiture intégrale avant que le contre-litalage et le litalage soient cloués.

- (A) Arêtier
- (B) Projection de l'arêtier (projection du chevron x 1,414)
- (C) Projection du chevron (Voir le coefficient longueur/portée p. 64)
- (D) Chevrons porteurs
- (F) Panne faîtière





La largeur d'une toiture à croupe excèdera rarement 7,20 m pour une pente de 50 % et même moins que cela pour une pente supérieure

Exemple de toiture à croupe vue d'en haut

Les limites du système

Cette toiture convient surtout aux bâtiments allongés et pas trop larges. En effet, les bois commerciaux dépassent rarement des longueurs de 5,70 mètres, le chevron arêtier ne doit donc pas dépasser cette longueur. Avec une pente de 50 % (à peu près 27°) la portée de cette pièce de bois n'est plus que de 5,10 mètres ($5,70 / 1,118$). La portée du chevron arêtier étant 1,414 fois celle du chevron normal, cette dernière ne sera plus que de 3,60 mètres.

La largeur de la toiture ne pourra donc dépasser 7,245 mètres ($2 \times 3,6 + 0,045$).

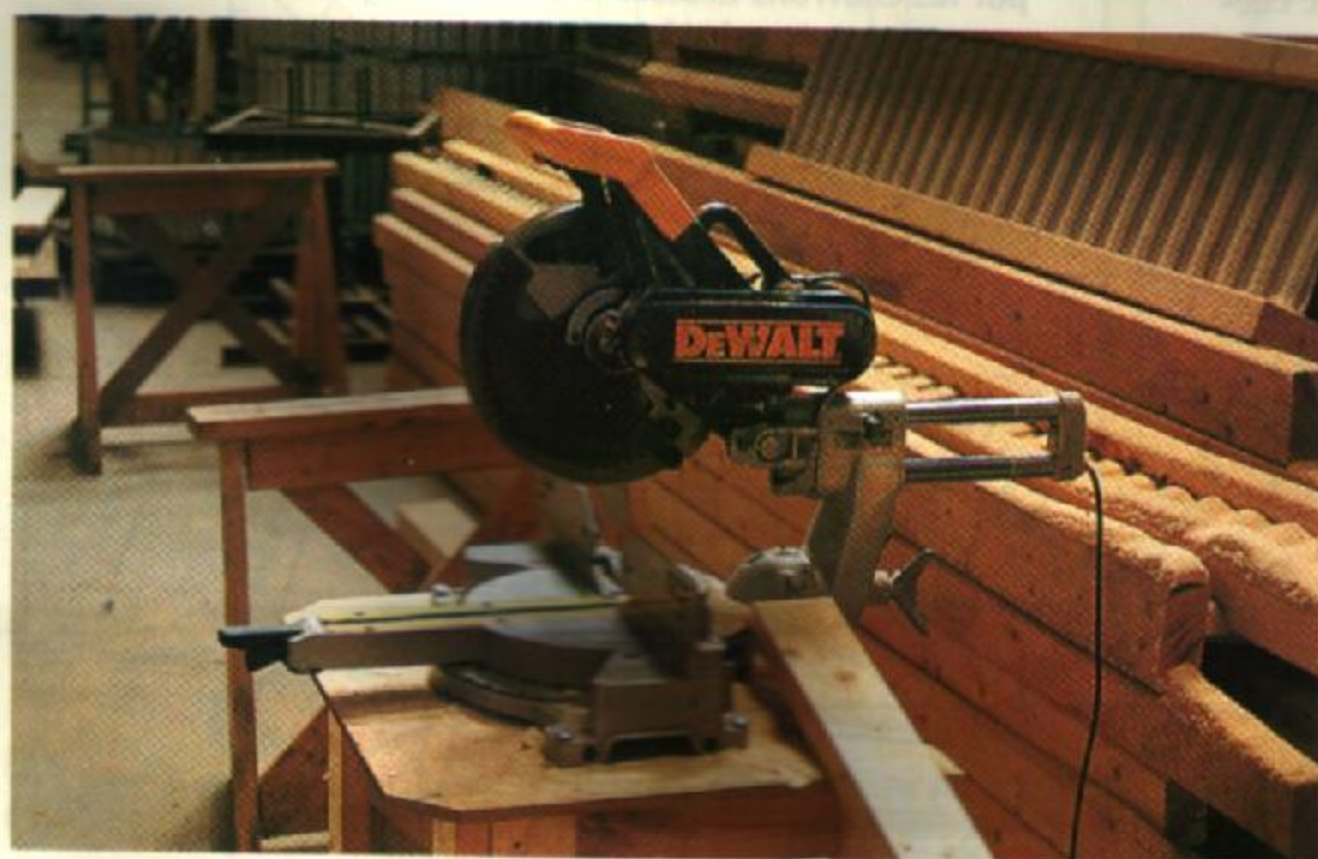
Cette limitation ne joue pas dans le sens de la longueur. Elle n'empêche pas de construire des maison en "L" ou même des maisons en "U" ou entourant complètement un jardin intérieur non couvert.

En l'attente de normes européennes sur les pointes de charpente, voyons les dimensions utilisées aux U.S.A. Comme ces pointes servent à réaliser plus de 1 million de maisons bois par an, leurs dimensions peuvent être considérées comme fiables.

Voici les 5 tailles de pointes les plus courantes pour cet emploi aux U.S.A. :

Taille	Longueur	Diamètre de la tige
8 d	64 mm	3,3 mm
10 d	76 mm	3,8 mm
12 d	83 mm	3,8 mm
16 d	89 mm	4,2 mm
20 d	102 mm	4,8 mm

L'outillage nécessaire si vous les faites vous même



Un décimètre précis, Stanley en vend un de 8 m en feuillard métallique rigide.

Une équerre de charpentier en bois et la plus grande possible pour plus de précision, c'est elle qui va être responsable de la pente de votre toiture.

Une bonne scie égoïne à large lame comme la Sandvik ou mieux une scie circulaire de chantier inclinable avec un bon repérage pour la coupe à 45°.

Des bons marteaux de charpentiers avec arrache-clous et un manche assez long pour enfoncer plus vite les clous. Nos favoris sont les Estwing de 450 et 600 gr, des beautés, ou alors les Stanley ou Vaughan de 675 gr.

Des vrais clous de charpentiers galvanisés et cannelés comme les Gunnebo ou les Norfix.

Taille et pose des chevrons



① Repérage de l'aplomb, ici pour une pente de 50 % et du chevron de 45 x 220 mm.

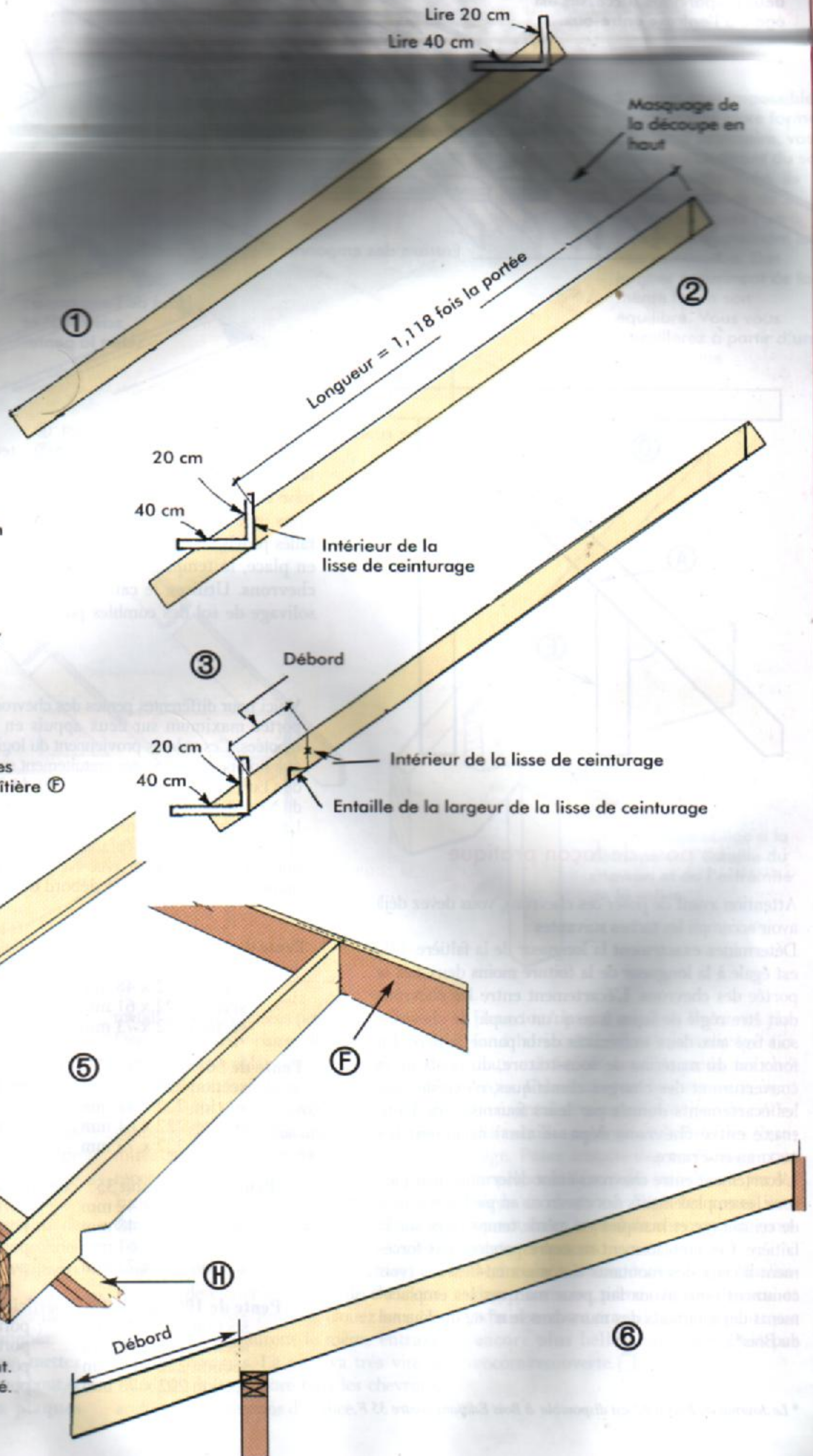
② Marquer la découpe en haut (en tête) et faire glisser l'équerre de menuisier jusqu'au droit de l'emplacement du mur intérieur.

③ Tracer l'entaille de positionnement sur la lisse de ceinturage, puis la découpe en pied.

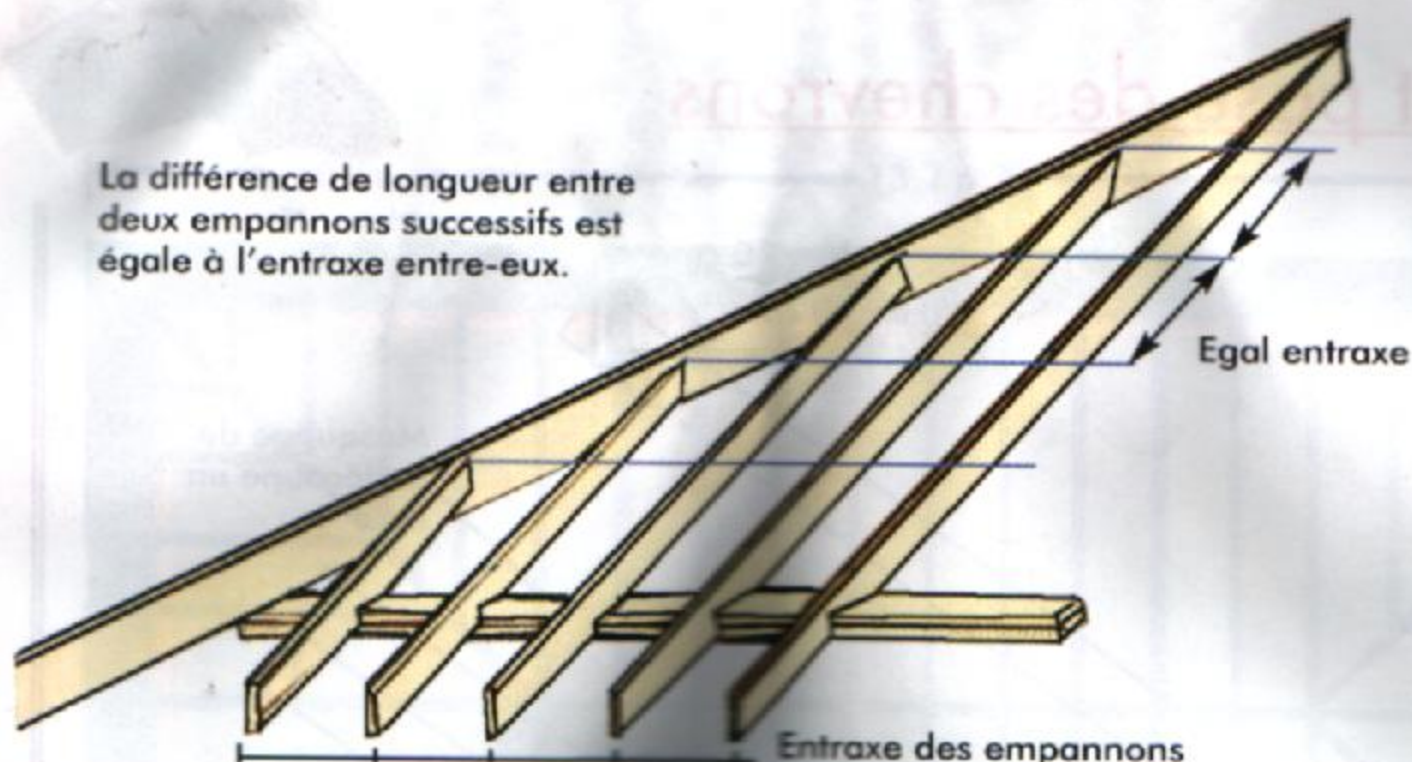
④ Une fois le traçage terminé, faire les coupes. Le premier chevron sert de gabarit pour tous les autres.

⑤ Positionnez le chevron sur les marques faites sur la panne faitière ⑥ et la lisse de ceinturage ⑦.

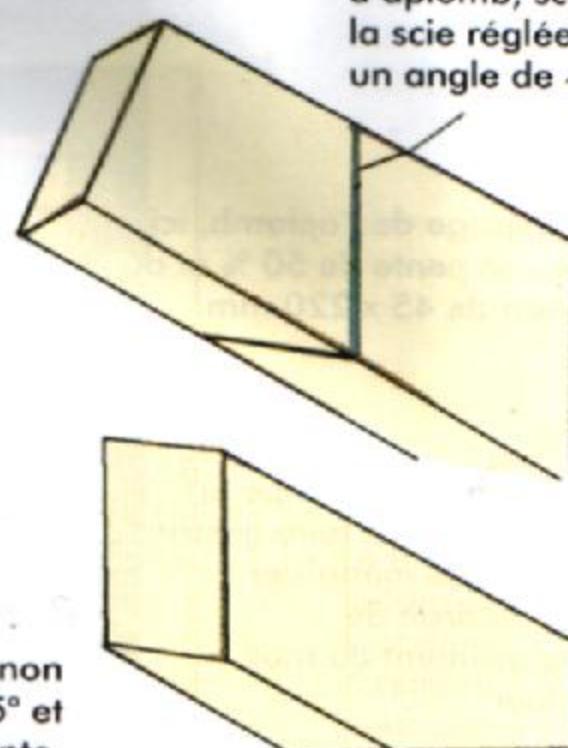
⑥ Clouez solidement. Le chevron est posé.



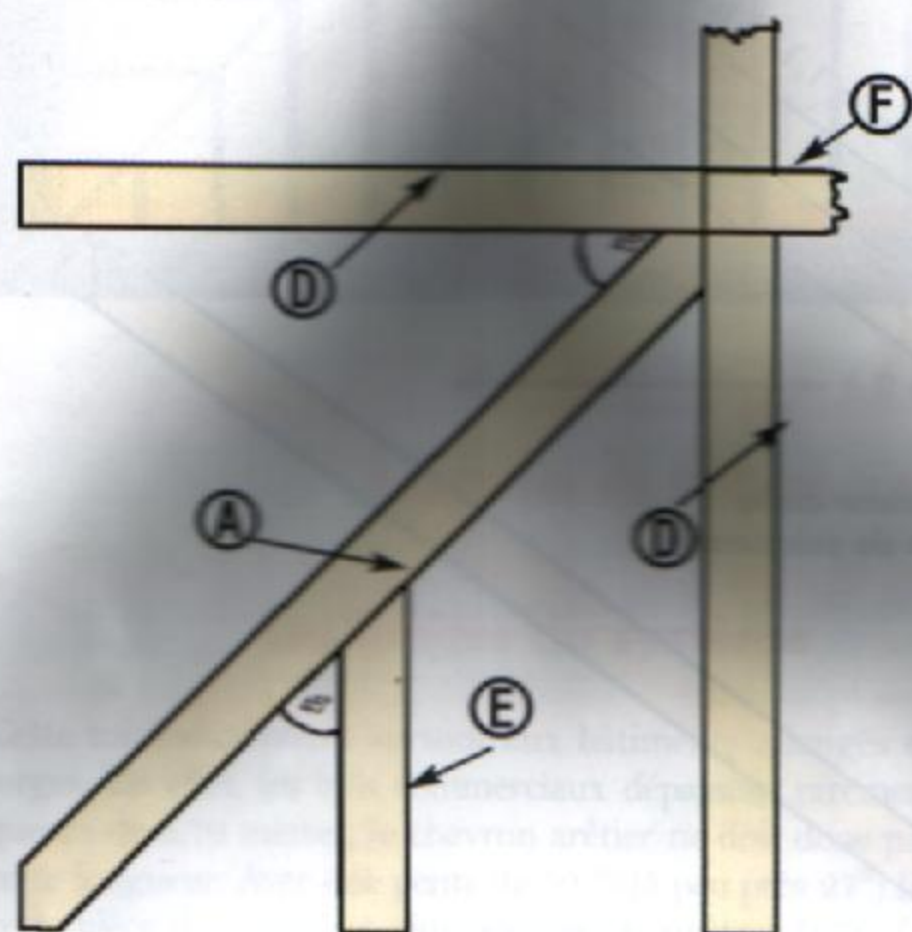
La différence de longueur entre deux empannons successifs est égale à l'entraxe entre-eux.



Le long de la ligne d'aplomb, sciez avec la scie réglée pour un angle de 45°.



Haut de l'empannon scié à 45° et selon la pente.



La première étape de montage de la toiture à croupe consiste en la mise en place de la panne faîtière. Vous utiliserez des montants installés provisoirement pour la tenir en place, le temps de clouer les chevrons. Utilisez le caisson du solivage de sol des combles por-

teurs habitables, celui du plafond ou un solivage provisoire pour créer une plate-forme de travail. Sur cette plate-forme, clouez deux montants tenus chacun par deux jambes à angle droit dont les pieds seront cloués à des cales fixées solidement à la plate-forme de tra-

La pose de façon pratique

Attention avant de poser ces chevrons, vous devez déjà avoir accompli les tâches suivantes :

Déterminez exactement la longueur de la faîtière. Elle est égale à la longueur de la toiture moins deux fois la portée des chevrons. L'écartement entre les chevrons doit être réglé de façon à ce qu'un couple de chevrons soit fixé aux deux extrémités de la panne faîtière. En fonction du matériau de sous-toiture, du poids de la couverture et des charges climatiques, n'excédez pas les écartements donnés par leurs fournisseurs. L'entraxe entre chevrons dépasse ainsi rarement les 900 mm en France.

L'écartement entre chevrons étant déterminé, marquez tous les emplacements des chevrons en pied sur la lisse de ceinturage et marquez en même temps ceux sur la faîtière. Ces emplacements ne correspondent pas forcément à ceux des montants des murs en-dessous (voir comment nous avons fait pour marquer les emplacements des montants des murs dans le n° 62 du Journal du Bois*).

Voici pour différentes pentes des chevrons et un entraxe de 60 cm, leur portée maximum sur deux appuis en fonction de leur dimensions rabotées. Ces valeurs proviennent du logiciel de calcul "Le Bon Calcul" que l'on peut se procurer gratuitement sur simple demande écrite auprès de : Le Commerce du Bois, fax : 01 44 75 54 00 ou le Conseil des Bois du Nord, fax : 01 43 80 36 12 ou ERI-Bois, fax : 01 53 80 01 72.

La charge est toujours de 65 kg/m² (tuiles béton avec litelage complet) + 20 kg/m² (plaque de plâtre de 12,5 mm et isolant) pour une altitude de 100 m avec Neige = 1a et Vent = 2 (site normal) et maison de 12 x 8 m avec débord de toiture de 40cm.

Pente de 33,33 % soit 18° 43/100 Coefficient longueur/portée : 1,054
 section 222 x 42 mm portée maxi de : 457 cm
 section 222 x 48 mm portée maxi de : 477 cm
 section 222 x 61 mm portée maxi de : 518 cm
 section 222 x 73 mm portée maxi de : 550 cm

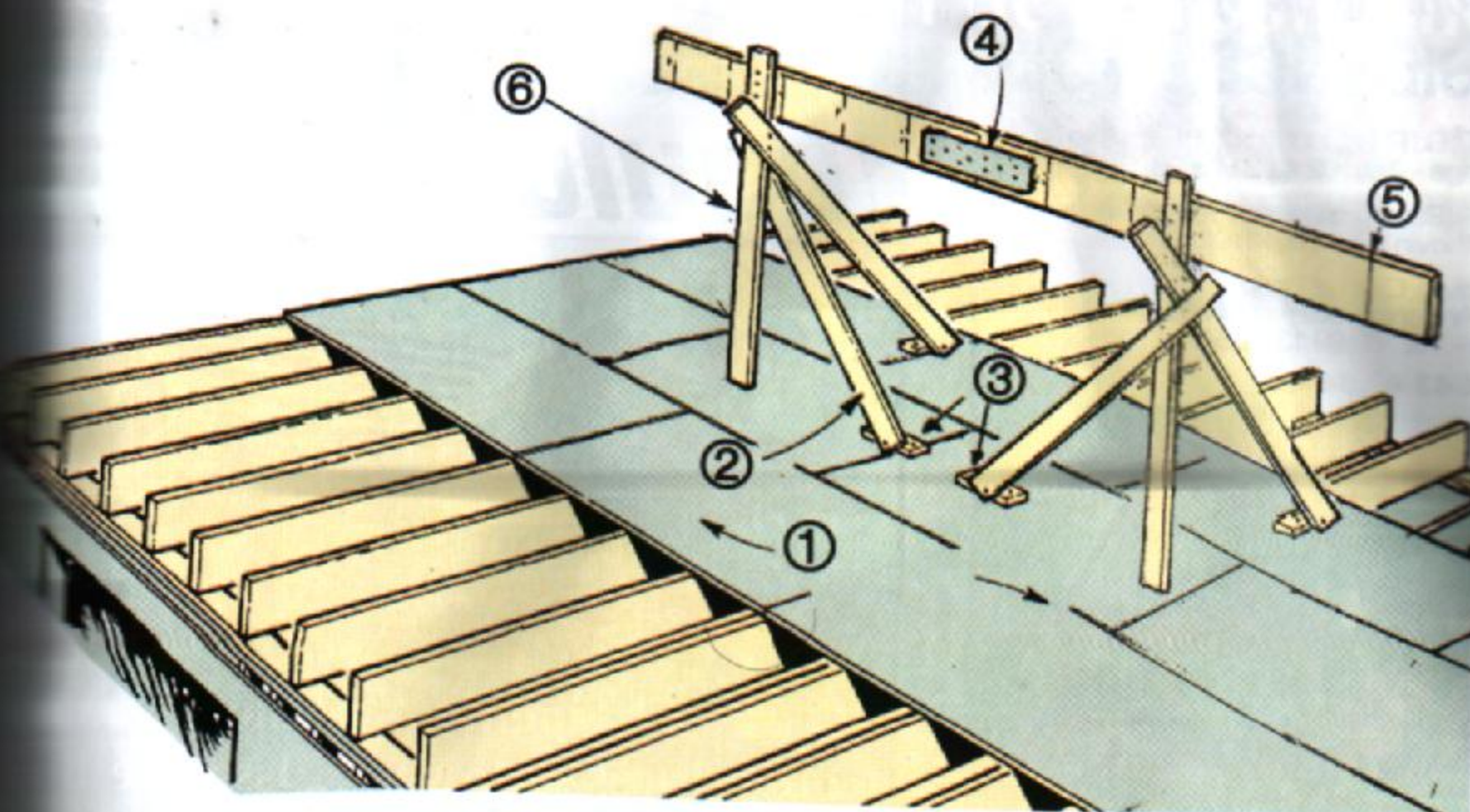
Pente de 50 % soit 26° 57/100 coefficient longueur/portée : 1,118
 section 222 x 42 mm portée maxi de : 442 cm
 section 222 x 48 mm portée maxi de : 462 cm
 section 222 x 61 mm portée maxi de : 502 cm
 section 222 x 73 mm portée maxi de : 532 cm

Pente de 70 % soit 35° coefficient longueur/portée : 1,220
 section 222 x 42 mm portée maxi de : 423 cm
 section 222 x 48 mm portée maxi de : 440 cm
 section 222 x 61 mm portée maxi de : 480 cm
 section 222 x 73 mm portée maxi de : 510 cm

Pente de 100 % soit 45° coefficient longueur/portée : 1,414
 section 222 x 42 mm portée maxi de : 385 cm
 section 222 x 48 mm portée maxi de : 404 cm
 section 222 x 61 mm portée maxi de : 435 cm
 section 222 x 73 mm portée maxi de : 465 cm

* Le Journal du Bois n°62 est disponible à Bois Editions contre 35 F.

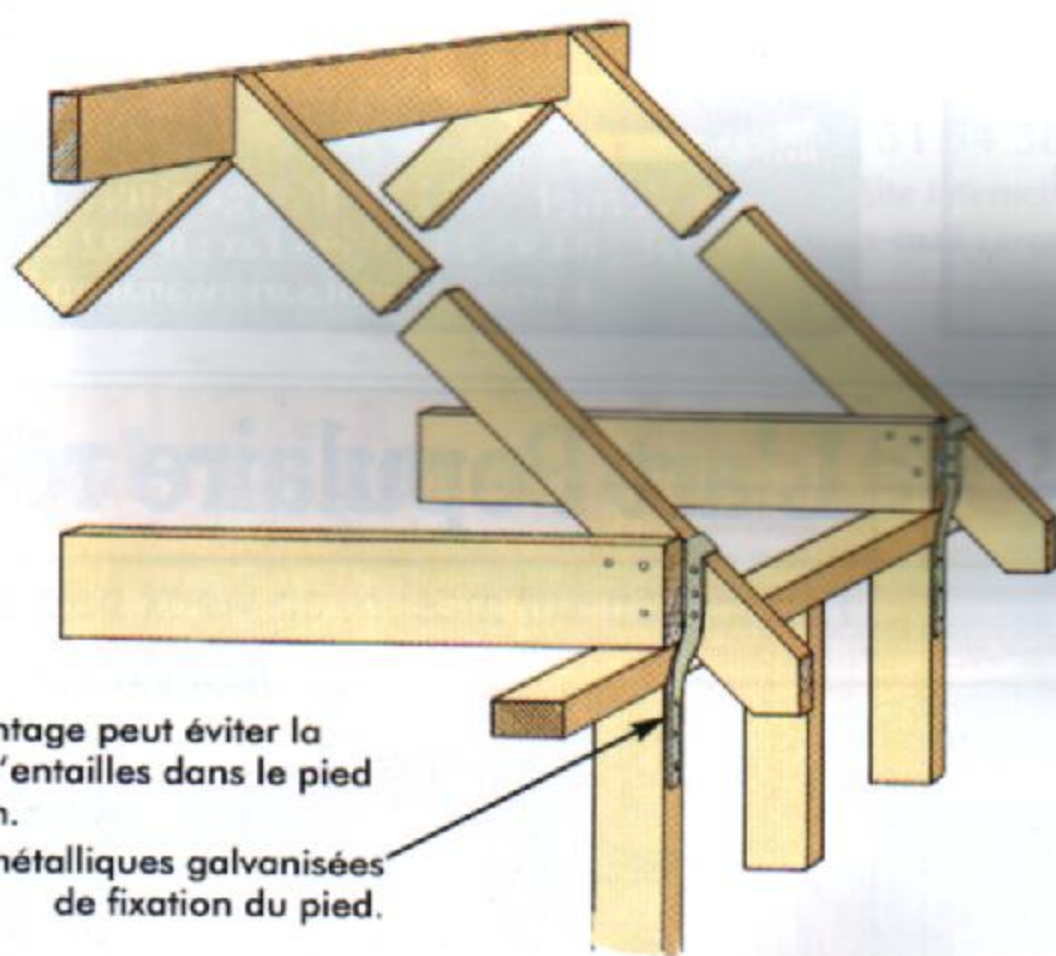
Pose du plancher de l'étage



S'il vous était impossible de créer une plate forme de travail provisoire, vos montants partiront du sol du rez de chaussée, ils seront constitués de 2 montants cloués l'un à l'autre pour atteindre la hauteur voulue. Des jambes assureront de la même façon son équilibre. Vous vous travaillerez à partir d'un échafaudage réglementaire.

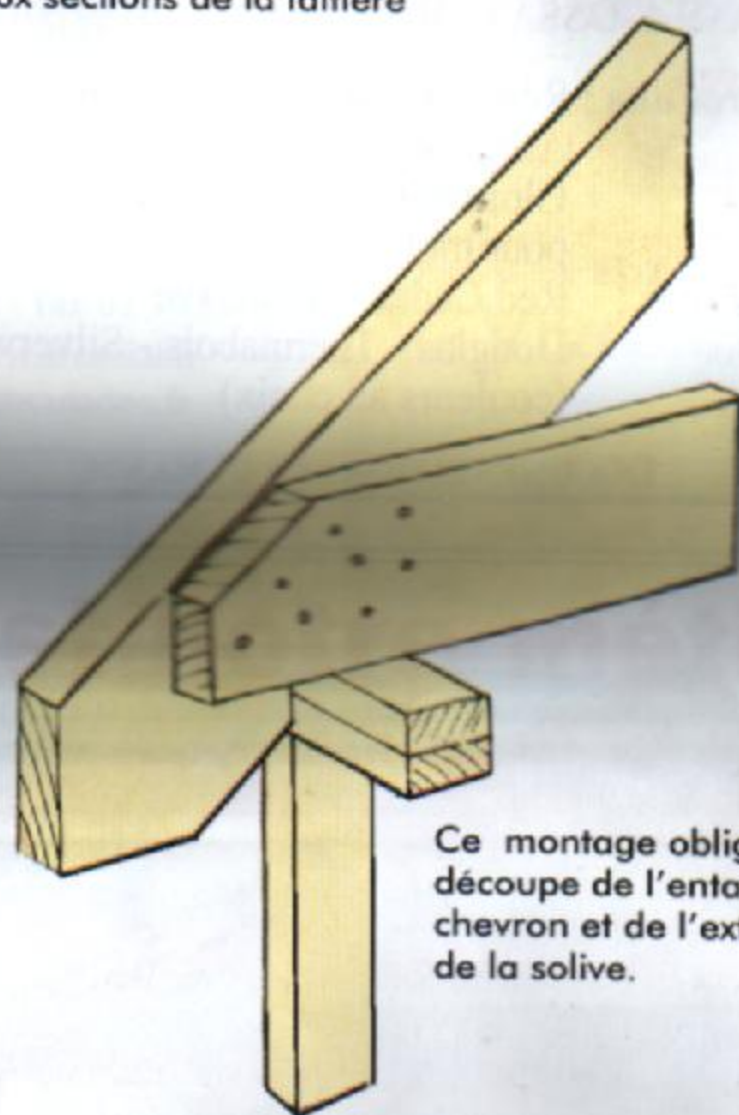
- ① Plate-forme de travail
- ② Jambe provisoire
- ③ Cales

- ④ Plaque métallique galvanisée entre deux sections de la faîtière
- ⑤ Marquage de positionnement
- ⑥ Montant provisoire



Un tel montage peut éviter la découpe d'entailles dans le pied du chevron.

Pattes métalliques galvanisées de fixation du pied.



Ce montage oblige à la découpe de l'entaille du chevron et de l'extrémité de la solive.

vail. Contrôlez bien leur aplomb et leur position. Clouez la panne faîtière de la toiture aux montants servant de poteaux provisoires. Contrôlez l'emplacement de la panne faîtière et sa hauteur avec un premier couple de chevrons dont les entailles vont être calées sur les lisses de ceinturage des murs (ou directement en rive de plancher porteur s'il y a des combles habitables). Contrôlez aussi l'horizontalité de la panne faîtière avant de la fixer solidement mais provisoirement aux montants servant de poteaux provisoires.

Assurez vous que les marquages des lisses et de la panne faîtière sont bien alignés.

Si la panne faîtière est très longue, mettez deux pièces de bois rabotées bout à bout et fixez-les ensemble par deux plaques

métalliques galvanisées perforées.

Dès que les deux paires de chevrons porteurs sont assemblés en tête et en pied aux deux extrémités de la panne faîtière, posez tout de suite, dans le prolongement de la panne faîtière et à chacune de ses extrémités les deux chevrons qui vont venir reposer sur le haut des deux autres murs. L'ensemble est déjà stable. Clouez cependant d'autres paires de chevrons ainsi que les quatre arêtiers avant de retirer les montants ayant servis de poteaux provisoires.

Finissez de clouer les paires de chevrons en haut et en bas. En final, clouez tous les empannons qui auront le même entraxe que les chevrons. La pose va très vite si vous avez bien préparé tous les chevrons, arêtiers et empannons d'avance.

Dans tous les cas où vous aurez un plafond horizontal, clouez le solivage aux deux extrémités avec les pieds des chevrons. Cela renforcera le contreventement horizontal et peut vous éviter de tailler des entailles au droit de la lisse de ceinturage. Posez ensuite des entretoises pour empêcher le dévers des solives et le jeu des pieds de chevrons. Dans les zones venteuses, fixez le pied de chevron aux montants en dessous.

Maintenant, descendez de votre échafaudage provisoire, prenez un peu de recul et admirez votre travail. La charpente est encore plus belle quand elle n'est pas encore recouverte. □