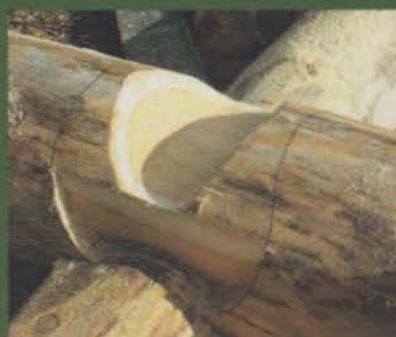




Marie-France et Thierry
HOUDART

l'art de la fuste

**technique de
construction
en rondins
bruts**



Cahier n° 4



Maîtriser la technique pour réaliser une maison





CHAPITRE I 8

La préparation du chantier

I. EQUIPEMENT, OUTILLAGE, MANUTENTION	8
II. LE BOIS	21
III. L'ORGANISATION DU TRAVAIL ET DU CHANTIER	36
IV. LES PLANS D'EXÉCUTION	39



CHAPITRE II

Les entailles de la fuste 44

I. LES ENTAILLES D'ANGLE	44
II. LES ENTAILLES SPÉCIALES	64
III. ENTAILLES D'ANGLE SANS DÉBORD : La queue d'aronde	82
IV. L'ENTAILLE LONGUE OU GORGE	87
V. LE SOUS-TRAÇAGE	94



CHAPITRE III

De la décroissance : problèmes et solutions 99

I. RÉFLEXIONS SUR LE CHOIX D'UN FÛT	100
II. LES CONCLUSIONS PRATIQUES	107
III. MÉTHODE DE CHOIX DES BOIS	108



CHAPITRE IV

Du 1er tour aux pannes sablières 110

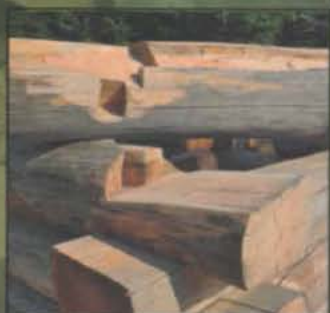
I. LE CYCLE DE LA FUSTE	110
II. ÉTAPES DE LA PRÉFABRICATION	112



CHAPITRE V

Pignons et charpentes 129

I. LA CHARPENTE "PANNES SUR PIGNONS EN RONDINS"	132
II. LA CHARPENTE "PANNES SUR POTEAUX"	142
III. LA FERME	146



CHAPITRE VI

Finitions et remontage 150

I. LES DIFFÉRENTES ÉTAPES DES FINITIONS	150
II. REMONTAGE DE LA FUSTE ET DE LA CHARPENTE	154
III. LE TOIT	156
IV. LA POSE DES MENUISERIES	157

re tenu informé de

blications, mises à

et pour toutes

ations, consultez :

/boisbrut.free.fr

Marie-France et Thierry
HOUDART

l'art de la fuste



T.C.B.

technique de
construction en
bois bruts

Cahier n° 4
édition 2011

Maîtriser la technique pour réaliser une maison



Du premier tour aux pannes sablières : la maîtrise de l'entailage et surtout du choix des bois, pour parvenir sans blocage, au sommet du mur avec des bois irréguliers et décroissants.

Introduction	3
Chapitre I	
La préparation du chantier	7
Chapitre II	
Les entailles de la fuste	44
Chapitre III	
De la décroissance : problèmes et solutions	99
Chapitre IV	
Du premier tour aux pannes sablières	110
Chapitre V	
Pignons et charpentes	129
Chapitre VI	
Finitions et remontage de la fuste	150
Conclusion	164
Notes de lecture	165
Carnet d'adresses	167
Table des matières	168

Prendre des troncs entiers, des fûts simplement écorcés, les entrecroiser et les assembler de façon étanche pour en faire des maisons, des fustes, représente une des plus belles et des plus authentiques techniques de construction.

Cette technique est née dans notre Europe où la forêt résineuse était abondante et où le premier souci de l'homme était de se protéger contre ses ennemis naturels, contre le froid des hivers rudes surtout. Dès qu'il sut maîtriser la fabrication de haches de bronze, il y a de cela près de 3000 ans, la construction de fustes put se développer dans les contrées forestières; cet outil essentiel permettait maintenant d'abattre des arbres et de façonner des entailles dans le bois des fûts abattus, de façon à ce que, posés et ajustés l'un sur l'autre, ils constituent les murs d'une maison.

Ce mode de construction demandait très peu d'outils; il fallait en revanche beaucoup d'ingéniosité et de savoir-faire pour déplacer, manipuler et assembler ces troncs d'arbres. Pour le transport de ce matériau lourd, la seule possibilité était la traction humaine ou animale; en glissant, roulant, ripant les bois, l'homme parvenait à réduire l'effort nécessaire pour hisser des troncs entiers sur la maison.

Pour dessiner la forme des emboîtements, il inventa un trusquin, sorte de compas sommaire fait de deux pointes de métal, qui lui permit de reporter



Une ossature de fuste en cours de préfabrication

avec précision la forme des bois l'un sur l'autre. Cette expérience se transmettait, en s'enrichissant, de génération en génération.

Apartir de la fin du Moyen âge, le développement démographique et économique de l'Europe se fit aux dépens de la forêt. Pour produire plus de biens agricoles, il fallait défricher des forêts. La population augmenta et les besoins de bois furent immenses, pour le chauffage et la construction bien sûr, mais surtout pour la fabrication des moyens de transports terrestres et maritimes, civils et guerriers, et de plus en plus pour fournir l'énergie nécessaire à l'industrie naissante: fonderies, verreries, forges, briqueteries... L'usage du bois pour la construction fut rigoureusement réglementé, parfois interdit. La pierre d'abord, le béton ensuite prirent sa place.

Les émigrants européens qui s'installèrent aux Amériques étaient, quant à eux, cernés de forêts. Le bois devint aussitôt le principal matériau de construction. Le savoir-faire et quelques outils apportés par les premiers colons anglo-saxons et français (preuve en est l'usage remarquable du bois massif par les compatriotes de Champlain en Nouvelle-France vers 1605) suffirent à perpétuer dans le Nouveau-Monde la technique des fustes. Ils furent suivis par des émigrants venus d'Europe du Nord et de l'Est qui contribuèrent à asseoir la tradition des maisons en bois massif en Amérique du Nord.

D'après I. BILIBINE Illustration pour les *Contes russes*.



La technique des fustes aurait peut-être disparu totalement de nos pays si deux grandes évolutions ne s'étaient produites.

D'abord un retour de la forêt en Europe : dès la fin du XIX^e siècle, on a commencé à reboiser, parfois intensément. L'agriculture diminuait sa pression sur les terres, l'industrie découvrait l'énergie venue du sous-sol puis de la fission nucléaire. En moins d'un siècle la forêt française a retrouvé son taux de boisement du début du Moyen âge.

En second lieu, l'Homme a su inventer des outils qui permettent de construire à nouveau des fustes de façon économique : la tronçonneuse, outil des bûcherons, est devenue, dans les mains habiles du fustier, le plus bel outil de découpe d'entailles, qui permet de réaliser des assemblages magnifiques ; et aussi le compas-traceur à niveaux, petit outil ingénieux qui autorise les ajustages les plus précis. Il n'en fallait pas plus pour que renaisse la technique des fustes au début des années soixante-dix.

On assiste aujourd'hui à la redécouverte d'un mode de construction tellement ancien, mais qui est pourtant d'une grande évidence et d'une grande efficacité. Et par ailleurs, à l'heure où le réchauffement de la planète devient si préoccupant (pour 1997, la production moyenne de carbone due aux rejets de gaz carbonique a été, en France, de deux tonnes par habitant et par an), on se rend compte également que les fustes de bois brut sont certainement les constructions les plus économes en énergie d'une part, qu'une maison faite de bois brut n'est, d'autre part, qu'une immense réserve de carbone stocké, - et qui ne s'échappera pas en gaz carbonique dans l'atmosphère. Habiter une fuste deviendra bientôt un acte de survie...

... quand les irrégularités ne viennent pas de la maladresse du constructeur mais de la liberté de la nature bien maîtrisée, les "défauts" du bois deviennent éléments de décor.



Des troncs, avec leurs difformités, leurs nœuds, leurs courbes...

Mais une fuste, c'est autre chose aussi. Si l'on demande à une maison d'être avant tout solide, économique et isolante, de loger durablement ses habitants, de les protéger du froid en hiver, du chaud en été et des intempéries, la maison en bois brut, faite de troncs entiers, possède toutes ces qualités. Comment, dira-t-on, une maison faite d'arbres, simplement ajustés avec précision, sans doublage, peut-elle être plus facile à chauffer qu'une maison « moderne » (que l'on dit pourtant « traditionnelle »), faite d'une couche de béton, d'une couche d'isolant, d'une couche de... ? Et pourtant : une comparaison établie par *Maison Magazine* n° 188-sept 97 (« Six histoires de chauffage ») en est la meilleure illustration : la maison de rondins s'avère être une des plus économiques à chauffer. C'est un fait : le confort thermique exceptionnel des fustes, étonne toujours ses occupants.

Pourtant la maison doit répondre à d'autres aspirations de l'Homme encore plus importantes : beauté, bien-être, confort, harmonie. La maison est le cadre où la famille va s'épanouir, connaître joies et peines ; les Hommes vont y naître, grandir, vieillir et parfois y mourir. Les fûts de bois couchés les uns sur les autres, et parfois debout, avec leurs couleurs chaudes et douces, leurs formes arrondies, leurs lignes horizontales, inspirent calme et paix intérieure. Mais ils sont aussi la vie, car ces arbres portent sur leur surface les traces de leur existence dans la forêt : nœuds, veines, torsions, courbures, blessures, traces d'insectes... Dégageant l'harmonie et la vie, ils créent autour de la famille une enveloppe de douceur et de protection au sein même de la nature.

Habiter une maison faite de bois bruts est certainement un rare privilège à l'aube du XXI^e siècle.

Construire ou faire construire ne doit jamais être un acte totalement individualiste. Toute construction sera là, dans le paysage, aux yeux de tous pour de nombreuses années. Elle sera parfois agressive au regard et à l'environnement, parfois elle sera si bien intégrée qu'elle s'y fondera et qu'on ne la remarquera plus. Certes les goûts sont bien subjectifs en architecture; mais il est du devoir de chacun de se poser une question avant de bâtir: vais-je abîmer ou mettre en valeur mon environnement en dessinant et en construisant cette maison? Est-elle en harmonie avec ce qui l'entoure? Ce n'est pas uniquement une affaire de réglementation et de permis de construire. Cela dépend beaucoup et surtout de la sensibilité du constructeur, d'un juste équilibre à trouver entre souci de perfection et simplicité. Le renouveau des fustes en Europe va beaucoup dépendre des fustiers, des qualités techniques et surtout esthétiques de leurs ouvrages.

L'apprentissage de la technique de la fuste, que ce soit pour en faire son métier ou simplement pour construire sa propre maison, ne doit pas se limiter à la réalisation d'entailles parfaitement ajustées. Il faut aussi comprendre et apprendre « l'esprit » de la fuste, et pour cela se débarrasser parfois de ce perfectionnisme propre à l'artisan du XX^e siècle qui veut imiter la machine. Non, il faut savoir s'arrêter à temps, ne pas tout vouloir gommer des aspérités et disparités ou des marques de la nature, la laisser parler encore, sinon elle disparaîtra totalement avec les poussières de ponçage. Aussi parfaitement réalisée soit-elle, l'impression que donne une maison de bois bruts est parfois décevante pourtant. L'esprit n'y est plus: travail trop liché, bois trop poncés qui justement n'ont plus rien de « bruts », éléments décoratifs trop appuyés... introduisent l'artifice, le... « kitch ». La fuste demande qu'on respecte le bois brut.



L'essentiel est de savoir bien décoder ces irrégularités, (décroissance, courbes...) ..

Réaliser une grande maison, sa propre maison, est le rêve, l'objectif maintenant proche, si du moins on a fait ses armes sur une ou plusieurs petites constructions. La fuste n'est pas une technique de « bricolage vite fait ». Elle demande un apprentissage: ce sera la construction d'une première maison pour les enfants, pour le jardin ou pour la voiture (cf. « *L'art de la fuste* » n° 2).

Mais ne songez pas à commencer votre propre maison tout en faisant vos débuts. C'est possible, mais vous le regretterez longtemps. Souvenez-vous que vos premières entailles mal ajustées, celles du débutant, seront visibles... pour toujours. Ce sont celles qui vous auront donné le plus de difficultés. Alors soyez modeste, commencez par une ou plusieurs petites constructions; ensuite seulement vous pourrez vous lancer dans une vraie maison destinée à être habitée toute l'année, dont les fûts parfaitement ajustés sauront vous protéger des hivers les plus rigoureux, sans aucun doublage des murs. Pensez aussi que vous construisez pour l'« image de la fuste ». Si votre construction paraît belle et bien faite, sa renommée s'étendra.

Pour dessiner une maison, pour soi, pour d'autres, il faut d'abord concevoir un plan, en pensant à la manière de vivre de ses futurs habitants, et à l'organisation de la vie de tous les jours, à l'intégration de la construction dans son cadre naturel, aux contraintes et aux lois du bois brut (cf. « *L'art de la fuste* » n° 3). Mais n'oubliez pas celui qui va construire (vous-même sans doute), et qui devra trouver à chaque tour « le bon fût qui devra trouver sa bonne place dans la fuste ». Alors, ne dessinez pas un palais des Mille et une nuits, car vos finances et votre temps pour construire sont limités; apprenez à établir un budget et à prévoir le temps nécessaire à la construction.

La grande maison que vous allez commencer à bâtir ne doit pas non plus provoquer un psychodrame familial parce que sa construction dure deux fois plus de temps que prévu. Votre apprentissage vous a montré le temps nécessaire pour construire une petite maison. Vous possédez maintenant une base pour prévoir votre planning de travail pour ce projet et savoir quand vous serez prêt à « pendre la crémaillère ».

Le budget, le planning de travail sont les compléments du plan de construction. Après avoir parcouru ces lignes, vous réduirez peut-être vos ambitions et projetterez une maison plus petite. Il sera toujours possible d'agrandir la première (ou d'en faire, plus tard une deuxième...). Vous aurez peut-être évité de commencer une maison éternellement en chantier, qui ne finira jamais.

Votre première petite construction vous aura appris à faire des entailles avec précision et célérité, à vous confronter avec ce matériau brut et merveilleux, à le choisir, à l'écorcer, à le hisser sur la maison, à lui trouver sa meilleure position, à tracer puis découper les pré-entailles pour rendre parallèles les fûts deux à deux, de façon à faire un traçage de précision avec votre compas-à-niveaux, à découper la gueule, la gorge, la goulotte et à connaître l'émotion chaque fois renouvelée du rondin brut qui vient s'ajuster bien serré et se marier avec le précédent.

Vous allez maintenant commencer une grande maison. Pourtant cet apprentissage n'est pas tout à fait terminé (mais, pour un fustier, l'est-il un jour?), car il va falloir à présent travailler avec des bois plus gros, plus lourds et donc apprendre à utiliser les moyens de manutention. La première difficulté à résoudre concernera les bois: quelle quantité acheter, quand les faire abattre, quand les écorcer, combien de temps les faire sécher, comment les trier pour en tirer le meilleur parti? Les deuxième questions concerneront le chantier: faut-il construire directement sur les fondations ou préfabriquer et remonter la fuste; comment organiser son chantier pour travailler en sécurité et avec efficacité...?

L'entaille ronde en tête de chien de votre première petite maison est belle et simple, mais pour avoir un ajustage serré après séchage, il vaudra mieux utiliser des entailles spéciales, en tête de cheval, tête de bélier, tête de renard, et d'autres entailles encore, plus sophistiquées. Il faudra aussi apprendre à tracer et découper les entailles bloquantes utilisées pour les pannes et les solives et pour certaines pièces spéciales de la maison: sablière, seuil... et aussi certaines entailles que vous utiliserez le jour où un gros bout aura du mal à être couvert par un petit bout.

Et, bien sûr, chaque fût que vous aurez à choisir dans le tas de bois vous ramènera à cette stratégie de jeu d'échec qu'est la construction d'une fuste; mais cette fois les bois



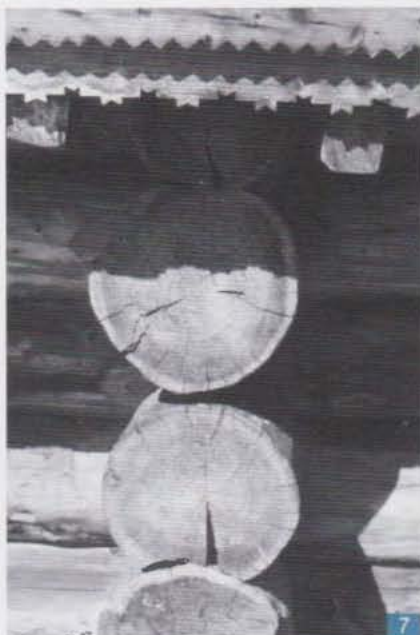
... pour donner au fût sa bonne place et sa bonne position. C'est tout l'art de la fuste.

seront plus longs, l'écart entre gros bout et petit bout sera plus important, et parfois ces fûts seront si tordus...! il faudra bien apprendre à en tirer le meilleur parti, - la maison n'en sera que plus belle.

Votre fuste a démarré. Après une implantation soigneuse du premier tour, les fûts vont s'emboîter les uns sur les autres; bientôt l'ossature approchera du niveau des fenêtres. Il faudra alors découper feuillures, rainures, ajuster le linteau et, après beaucoup d'effort, la sablière sera enfin posée. Commence alors la charpente: pannes sur pignons en rondins empilés, pannes sur poteaux, fermes... Faut-il travailler en hauteur ou préfabriquer la charpente sur le sol?

La faîtière posée, la maison n'est pas terminée; maintenant commence le travail ingrat mais tellement important des finitions: recoupe des débords, lavage, traitement, perçage pour le passage des câbles électriques, rainurage pour encastrement des plafonds, numérotation, avant de démonter, transporter et enfin remonter la fuste.

Le remontage sera aisé si l'implantation est rigoureuse: équerrage et niveaux devront être scrupuleusement respectés. Après quelques jours de montage, la fuste sera bientôt en place, prête à être couverte.



Ces pages sont le fruit de l'expérience d'un fustier qui commença à bâtir des fustes le plus souvent par lui-même, redécouvrant parfois seul une technique que d'autres pratiquaient ailleurs. Le temps de l'apprentissage fut pour lui très long et il dure encore, avec son cortège de difficultés et de réussites. Aujourd'hui, il veut transmettre son expérience, pour que d'autres en fassent le meilleur usage, c'est-à-dire construisent dans la plus belle et la plus authentique des techniques de construction en bois. Peut-être alors le lecteur fera-t-il mentir le dicton: - L'expérience des autres n'a jamais servi à rien *....

Construire sa première grande maison en bois brut peut devenir une vraie aventure sans fin si l'on improvise son projet. Bien s'équiper, choisir l'engin de levage le mieux adapté, organiser son chantier pour économiser son temps et ménager ses forces et son dos, sélectionner, acheter, cuber et écorcer ses bois, préparer soigneusement ses plans d'exécution, autant d'étapes obligatoires avant de passer aux entailles.

CHAPITRE I

La préparation du chantier

C'est l'histoire d'un auto-constructeur qui avait pourtant déjà une bonne pratique de la construction des fustes et qui, enthousiaste, vint me conter son projet un beau matin, il y a près de trois ans. « J'ai le terrain, boisé. Dans deux mois, la fuste est bâtie, j'y habiterai cet hiver ». Je m'osais à quelques questions : « Et le bois ? » - « Je n'ai qu'à abattre le bois situé sur le terrain, il y en a certainement assez », - « Et pour les manutentions ?... » - « J'ai un vieux tracteur que je vais bricoler avec une chèvre en guise de grue ». Le chantier démarra, les fondations prirent plus de temps que prévu, les bois abat-tus passèrent l'hiver et le printemps à même le sol et commencèrent à s'abîmer. La fuste prit du retard et, au 3^e tour, notre ami constata que le tracteur avait bien des problèmes pour tourner autour de la maison. Il fallut alors trouver une grue... Enfin arrivé au sommet des murs, il ne restait pas assez de bois pour faire les pignons et la charpente en rondins.

Mais il fallait encore couvrir la maison, acheter les matériaux pour les planchers, menuiseries, sanitaires, électricité... et commencer par trouver un banquier car la finance s'épuisait. Pendant ce temps, la famille vivait dans la caravane et la tension montait. Arrêtons là cette histoire qui s'est, hélas, bien des fois reproduite.

Méditez donc les aventures de notre fustier et soyez prévoyant. Ne faites pas dans « l'à-peu-près », ni pour les moyens dont vous disposez,

ni pour le temps nécessaire à la construction. Et puis, les temps ont bien changé depuis nos premières fustes dans le début des années 80 ; aujourd'hui les normes thermiques sont devenues beaucoup plus exigeantes et, même si le bois a des propriétés isolantes remarquables, vos murs devront être plus étanches, les assemblages plus ajustés. La qualité de votre travail ne dépendra que de vos mains et de l'organisation de votre travail.

Un chantier de construction de fustes équipé de deux grues distributrices. Ecorçage des fûts au premier plan.



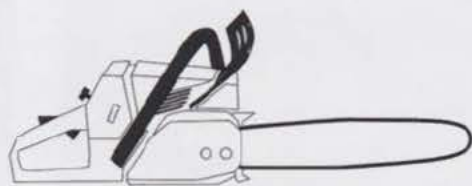
La préparation du chantier commence par celle du matériel de construction : équipement, outillage et moyens de manutention. Ils vous aideront à travailler avec **efficacité** et surtout avec **sécurité**.

Lors de votre apprentissage, vous avez bâti une petite maison avec des bois de petit diamètre. Hisser les bois sur la fuste était un jeu d'enfant ; cela commençait quand même à devenir un peu dur en haut de la maisonnette. Maintenant, il s'agit de construire avec des troncs plus gros et plus longs et de monter bien plus haut. Certes, on peut s'inspirer de nos ancêtres qui ignoraient les grues et disposaient de beaucoup de main-d'œuvre (mais ne comptez pas trop sur « les copains »...) et de savoir faire. De nos jours, les **moyens de levage** modernes viennent heureusement faciliter le travail du fustier ; celui-ci devra s'en préoccuper dans la préparation de son chantier.

Mais pas de construction réussie sans **plans bien conçus**. Ils vous permettront d'abord de chiffrer avec précision vos besoins en matériaux. Les fûts que vous achèterez ne sont pas des briques ou des parpaings uniformes, bien calibrés. Leur diamètre moyen, leur rectitude, leur décroissance vous rendront le travail de construction plus ou moins rapide ou fastidieux. Il faut choisir son lot de bois avec discernement.

Des **plans d'exécution** détaillés vous serviront ensuite de guide tout au long de votre travail et vous permettront de monter tour par tour votre fuste, en limitant les risques d'erreur et d'arriver sans encombre jusqu'à la faîtière : vous aurez alors le droit d'y accrocher un gros bouquet ou un sapin.

Mais nous n'en sommes pas là...



I. EQUIPEMENT ET OUTILLAGE

1. Equipement et outillage de base

a) L'équipement de sécurité

La tronçonneuse et la manipulation de bois lourds rendent le travail du fustier dangereux. Soyez vigilants et portez impérativement l'équipement de sécurité complet : chaussures à bouts renforcés, jambières de sécurité, casques, gants, lunettes, protection auditive.

b) L'outillage

Les outils de base seront les mêmes que ceux qui ont servi à l'apprentissage ; mais on pourra un peu améliorer et compléter cet équipement pour travailler avec plus d'efficacité, en ayant parfois certains outils en plusieurs exemplaires (les tourne-billes par exemple).

1) Tronçonneuses

Si votre budget le permet, utilisez 2 tronçonneuses /9, 10/ :

- L'une, petite (50 cm³), avec les dents affûtées normalement à 30°, pour tronçonner (couper transversalement au fil du bois, « en travers »), et découper les gueules.

- L'autre, plus puissante (60 cm³) avec chaîne spéciale (*Ripping chain*, chaîne de référence RD) pour « scier en long » (dents affûtées à 10°). La chaîne ripping est disponible au pas de 3/8" ou 3/8"pico (jauge de 1.3). Cette dernière donne un trait de scie plus fin, ce qui permet d'utiliser des guides plus étroits et facilite la découpe des facettes incurvées



Une tronçonneuse affûtée pour scier en long...



... et une pour scier en travers.

2) Sangles de serrage à cliquet



Des sangles à cliquet pour serrer les bois

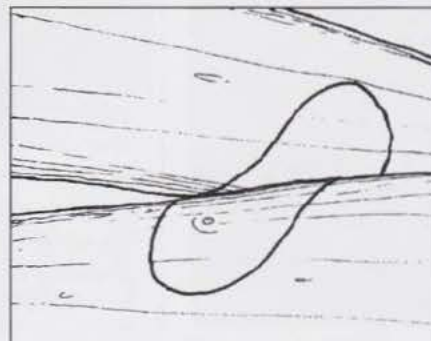
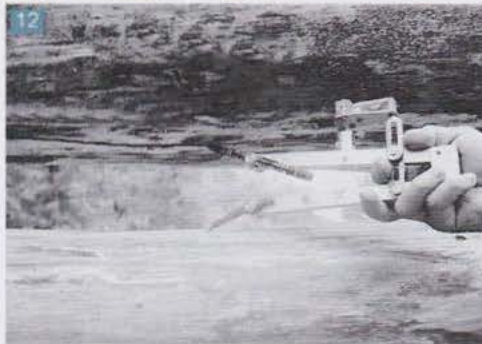
Sangles de cinq tonnes dites « sangles à cliquet » : elles serviront à maintenir les bois courts en place pendant la pré-fabrication, et surtout à serrer les murs et à anticiper la compression bois sur bois. On peut faire l'acquisition de plusieurs jeux de sangles + cliquet. La sangle sera montée directement sur le cliquet /11/.

3) Le compas-traceur à niveaux

C'est l'outil miracle pour ajuster avec précision les bois d'une fuste. Dans un bon compas :

- les deux bulles sont réglables de façon indépendante,

Le compas-traceur à deux niveaux (voir carnet d'adresses) : les deux pointes et les deux niveaux sont orientables (voir aussi AF2 et vidéo 4 : « Le compas-trusquin »)



- l'orientation des branches est réglable en fonction du calibre des fûts. Le tracé le plus précis sera obtenu avec le crayon ou feutre orienté le plus perpendiculaire au bois à tracer. Pour le bois mouillé ou très humide, à défaut de crayon indélébile, on tracera avec une car touche "space pen".

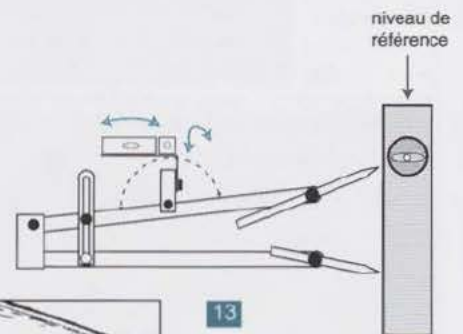
Sur bois sec, les feutres indélébiles permanents donnent d'excellents traçages : moyen (M) pour un simple traçage.

Pour les entailles spéciales (entailles bloquantes à épaulement, verrou, tenonnées ou au carré, etc...) le compas équipé de deux feutres fin (F) permettra de faire des doubles traçages très précis ;

- le poids et l'ergonomie du compas doivent offrir une bonne prise en mains et donc une bonne précision dans le traçage ;

- l'emplacement des niveaux (fixés en avant sur la branche supérieure) permet à l'œil de contrôler en permanence et en même temps la position des bulles et le contact des pointes sur le bois ; les bulles sont bien visibles, même de côté, même de loin, grâce à la transparence des niveaux /12, 13, 14, 15/.

Nota : pour tracer des bois de très gros diamètre (50 cm), on devra déplacer les niveaux à l'arrière du compas (cf. AF2 et vidéo 4).



Réglage du compas sur un niveau de référence

- 15 Double traçage pour tracer une entaille au carré, mais aussi une pièce de charpente... et toutes les entailles spéciales bloquantes.

Rappel

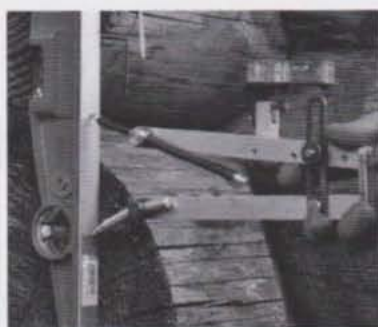
Le réglage du compas-traceur

Procédez toujours en 2 temps et dans le même ordre :

- 1) Réglez la bulle droite-gauche en vous plaçant de profil par rapport à la surface du niveau de référence /16/.
- 2) Réglez ensuite la bulle avant-arrière sur la face du niveau (tout en conservant la bulle droite-gauche centrée) /17/.



16



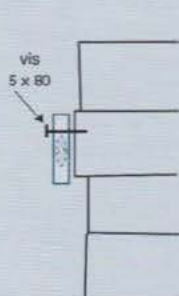
17

Pour faciliter le réglage de la bulle de devant (droite-gauche) :

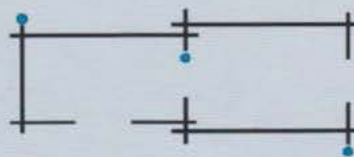
Fixer sur un niveau de chantier de largeur 20 mm (par collage), 2 profils de largeur alu 15 et 25 mm, de 2 mm d'épaisseur. Les pointes ou crayons du compas sont maintenues d'aplomb dans la rainure créée.



On doit régler souvent les bulles du compas!



18



Pour gagner du temps: fixer verticalement un ou plusieurs niveaux à différents endroits de votre chantier. A chaque réglage de l'ouverture du compas, vous devrez régler ou vérifier les bulles.

Pour tracer sur le bois mouillé, les cartouches de stylo des cosmonautes (Fisher space pen)



Ces cartouches d'encre sous pression permettent d'écrire sur toute surface et même dans l'eau. Elles donnent un tracé très fin, assez durable et sont très économiques. (voir le carnet d'adresse)

On peut très facilement les adapter sur le porte-crayon, en les gainant dans une durite de 6 mm (diamètre intérieur) de façon à pouvoir serrer sans abîmer la cartouche.



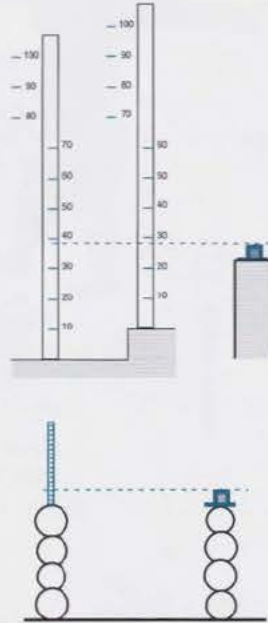
Les feutres Stabilo et Staedtler permanents M et F peuvent être rechargés dans des encriers. Une solution pour faire des économies. (voir le carnet d'adresse)

4) Pour mesurer les niveaux: le laser ou l'altimètre électronique /19-22/

Pour mesurer les niveaux, on peut se contenter de niveaux de chantier et d'une règle en aluminium, ou de niveaux à eau.

Mais le **niveau laser**, qui est devenu courant dans le bâtiment, est d'une grande utilité. Il reste d'un coût élevé pour construire une seule maison, mais vous pouvez en louer ou en emprunter un. Beaucoup d'architectes ou d'artisans en possèdent.

L'altimètre électronique fonctionne sur le principe du niveau à eau. Un tuyau de 24 à 30 m permet de faire les mesures précises beaucoup plus rapidement qu'avec un laser. Il suffit de caler le boîtier électronique sur un point 0 et la mesure est ensuite automatique.



Pour mesurer le niveau des murs. Avec une mire, plus le point est bas, plus le chiffre est grand, et inversement.

19

2. Le matériel de manutention

a) Le poids du bois: bois sec, bois humide

Les arbres que vous utiliserez pour réaliser une grande maison ont un volume unitaire situé entre 0,6 et 1,5 m³, voire plus. Une grume de 1 m³ de bois résineux, fraîchement abattu, pèse environ 1 tonne.

Une fois triés, écorcés, les bois perdent très rapidement du poids en séchant. Si vous travaillez avec du bois séché deux ans, son humidité sera proche de 20%. La bille aura perdu 70 à 80 % de son eau. Si vous travaillez avec du bois frais de coupe, son humidité est encore très importante et pourra atteindre 70 %.

Le poids des fûts que l'on aura à déplacer pour bâtir une fuste est donc élevé.

Avec des bois de Ø moyen 30 cm, le volume unitaire par mètre linéaire est de 0,071 m³, soit pour une densité moyenne de 500 kg/m³, un poids de près de 35 kg/ml, - et il s'agit de bois sec.

Les pièces courantes les plus longues seront de 8-9 m, - voire de 11 m, mais on dépassera rarement cette longueur. Une bille de 11 m de long, sèche à l'air, pèsera donc environ 400 kg. Cette même bille, fraîchement abattue, pourra peser près de 700 kg.

Si l'on construit avec des bois plus gros, il faut se rappeler que le volume d'un arbre, donc son poids, croît proportionnellement au carré du diamètre; si bien que le volume d'un fût double en passant de 25 à 35 cm: son poids également.

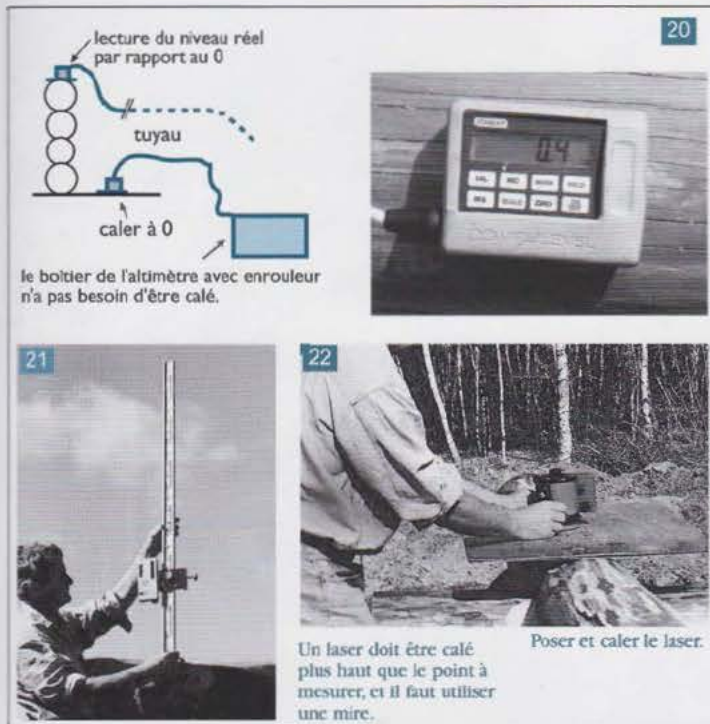
Rondin de 1 ml:

en Ø 25 : volume = 0,049 m³

en Ø 35 : volume = 0,096 m³

Si l'on envisage de travailler avec des bois de Ø 40 cm et plus, le poids unitaire au ml d'un fût de Ø 40 cm, sec à l'air, sera d'environ 66 kg. Un fût de 11 ml sec à l'air pèsera plus de 700 kg; frais d'abattage, il pourra peser plus de 1 300 kg.

Avant de s'engager dans la construction de son projet, le fustier doit être conscient du poids des pièces de bois qu'il aura à manipuler.



le boîtier de l'altimètre avec enrouleur n'a pas besoin d'être calé.

Un laser doit être calé plus haut que le point à mesurer, et il faut utiliser une mire.

Poser et caler le laser.

Le niveau laser ou altimètre électronique, qui permet de mesurer directement les niveaux après l'avoir "taré" à 0, sera irremplaçable pour démonter et recalibrer avec précision une charpente ou la maison sur son site.



L'humidité contenue dans le bois H % est égale à :

H % : $\frac{\text{Poids d'eau}}{\text{Poids anhydre}}$

La densité du bois résineux est donnée pour une humidité du bois sec à l'air, c'est-à-dire 14 % d'humidité. Elle varie pour les résineux de 350 à 650 kg/m³. La majorité des résineux ont une densité inférieure à 500 kg. Parmi les bois de pays que nous utilisons :

- le plus lourd : le mélèze d'Europe
- le plus léger : l'épicéa.

ler et du nombre de manutentions à effectuer pour chaque bille (de 5 à 8 manutentions pour chaque pièce) :

- triage des bois (écorçage, tronçonnage),
- traçage de la pré-entaille,
- traçage final,
- repose, mise en place, de la bille entaillée.

Et si l'on préfabricue :

- démontage,
- chargement du camion,
- déchargement,
- remontage.

Le moyen de manutention le mieux adapté et le plus rapide pour construire une fuste est certainement la **grue distributrice électrique**, petite ou grande. Il est bon de savoir ce qu'on peut en attendre et les problèmes qu'elles posent, notamment pour la sécurité.

Mais la location, l'acquisition ou l'utilisation d'une grue électrique est parfois impossible, si l'on construit dans une zone non accessible - en haute montagne par exemple -, ou si l'on a des moyens financiers limités. Des générations d'hommes ont bâti avec peu de moyens de levage, des cathédrales bien sûr (mais la main-d'œuvre était abondante), des fustes aussi, réalisées souvent par des fustiers tout seuls au fond des bois. Si vous êtes l'un d'entre eux, redécouvrez les techniques de levage.



23

D'après l'ouvrage de Franz Hafner, *Der Holztransport*, p. 4



b) Moyens de levage rudimentaires

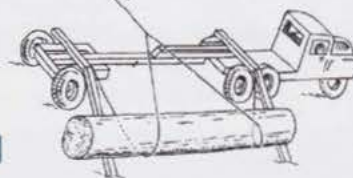
1. La technique du « roule-rondin » sur plan mobile

Elle ne fait qu'utiliser le rondin comme une poulie mobile et permet à un ou deux hommes de hisser « à bras » sur plan incliné les troncs les plus lourds. La seule limite sera la pente de ce plan /24-27/. On peut même utiliser une traction animale ou mécanique pour faciliter le roulement du fût.

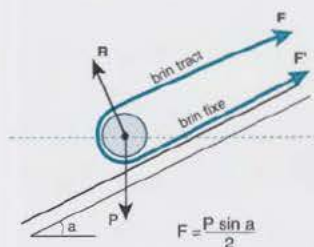
Dans cette technique, il faut simplement veiller à tenir compte de la différence de diamètre entre le gros bout et le petit bout, en bloquant le gros bout au départ /25/.



D'après l'ouvrage de Franz Hafner, *Der Holztransport*, p. 154



24

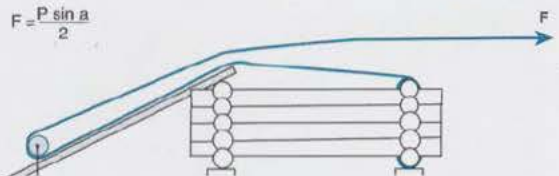


$$F = \frac{P \sin \alpha}{2}$$



25

Les billes les plus lourdes pourront être roulées par deux hommes avec peu d'effort



26



27

Si les bois sont de petit diamètre, on peut travailler sans grue.

2. La technique du télébérique

Si l'on dispose d'arbres de bon diamètre à proximité du chantier, cette technique peut rendre de grands services, en montagne en particulier. Les arbres seront haubanés sur des souches ou des arbres voisins /31/.

Le câble porteur sur lequel est fixée une poulie chariot doit être tendu et avoir un \varnothing de 12 mm au moins. Le câble de levage sert en même temps de câble de traction. Un câble de retour est bloqué pendant le levage de la charge puis relâché.

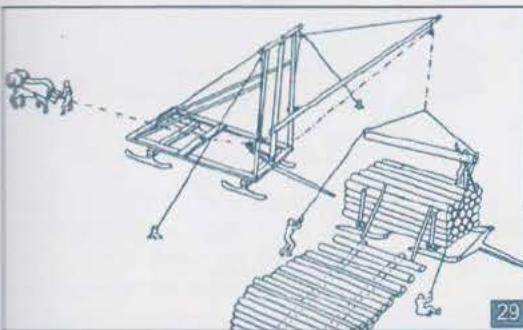
3. Les chèvres fixes ou mobiles et dérivées.

/28, 29, 30/



28

La chèvre d'un fustier du nouveau monde



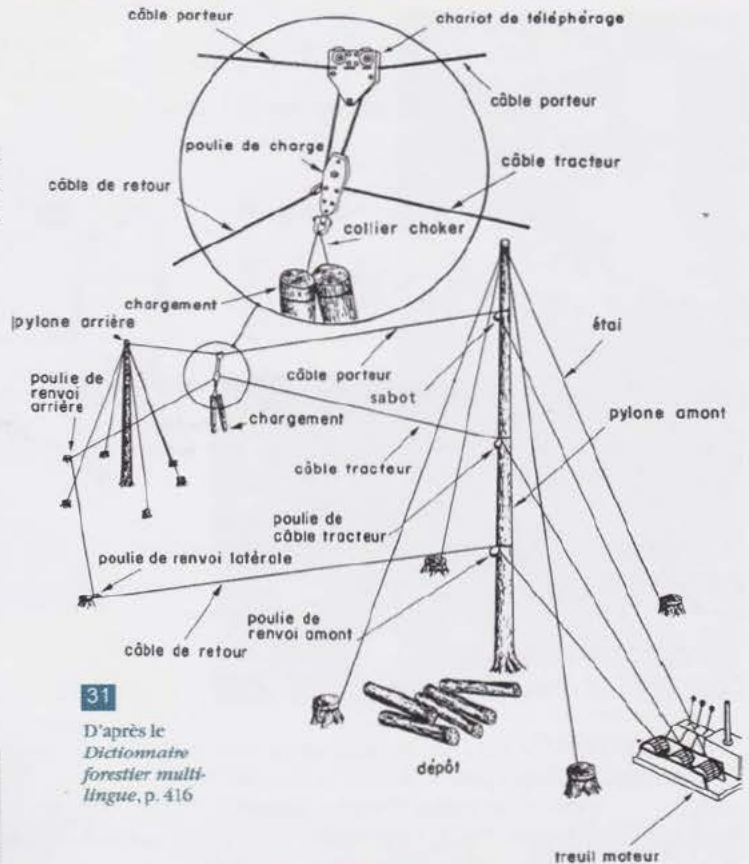
29

Ill. tirée de l'ouvrage de Franz Hafner, *Der Holztransport*, p. 174



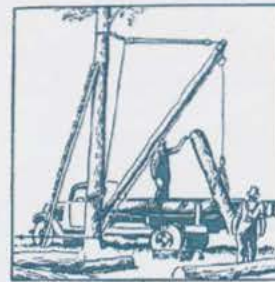
30

Le ginpole d'un fustier (voir carnet d'adresses p. 167)



31

D'après le *Dictionnaire forestier multilingue*, p. 416



32

Ill. tirée de l'ouvrage de Franz Hafner, *Der Holztransport*, p. 179

4. Le moufle

C'est une poulie à plusieurs réas, montés par paire, un moufle relié au point fixe, un moufle relié à la charge /33/.

Le moufle relié au point fixe comporte un réa supplémentaire, d'où sort le brin de traction. La force de traction nécessaire est globalement égale à la charge divisée par le nombre de réas. L'utilisation du mouflage sera fréquente. C'est un accessoire indispensable pour hisser « à bras » une charge lourde.



33

Moufle (Tiré de Doc. Corderic Clément)

5. Palan sur consoles, poutre, poutre mobile et portique



Un palan à chaîne ou électrique roulant sur une poutre



Le palan à chaîne ou électrique, roulant sur une poutre, peut être une solution si l'on dispose d'un hangar de dimension importante pour préfabriquer la fuste à l'abri des intempéries /33, 34/. On pourra même utiliser une poutre roulante ou un pont roulant, mais ces dispositifs sont beaucoup moins rapides et flexibles qu'une grue distributrice.

c) Les grues

La grue est une machine de levage et de manutention constituée par une charpente mobile autour d'un pivot et terminée par une flèche supportant une poulie, où passe un câble ou une chaîne rattachée à un treuil.

Le nom de **grue** a pour origine le grand oiseau échassier de la famille des gruidés, la grue, oiseau migrateur qui vole par bandes et dont on entend les glapissements lors de ses passages dans nos cieux au printemps et en automne. L'expression « faire le pied de grue » signifie « attendre longtemps comme une grue perchée sur une patte ».

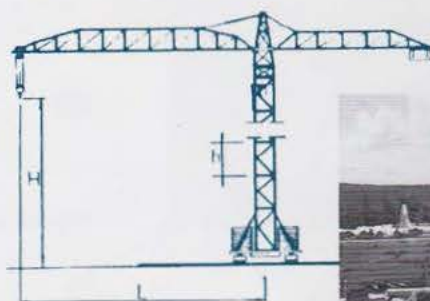
Les grues, constituées le plus souvent d'une armature métallique en « treillis », ont en général une superstructure pivotante équipée d'une flèche horizontale, ou relevable. Elles peuvent être fixes ou mobiles.

1. Les grues électriques

- Les **grues à tour** (la base de la grue est fixe, la flèche seule tourne) ont connu un grand développement à partir de 1935. Elles auraient été inventées en France. Ce sont en général des grues de forte capacité /35/.

- Après 1945, de **petites grues électriques**, distributrices, télécommandées et à **montage rapide** se sont répandues sur le marché /36, 37, 38/.

En France, beaucoup de maçons se sont équipés de ces grues entre 1950 et 1975, ce qui explique que le parc de grues distributrices télécommandées d'occasion soit encore important. Depuis quelques années, elles ont été délaissées dans le bâtiment au profit de chariots élévateurs télescopiques, ce qui a bouleversé le marché. D'une dizaine de constructeurs de grues en France, il ne reste que Potain, Saez en Espagne, Cattaneo en Italie, Liebherr en Allemagne.



Une grue à tour pour un chantier fixe

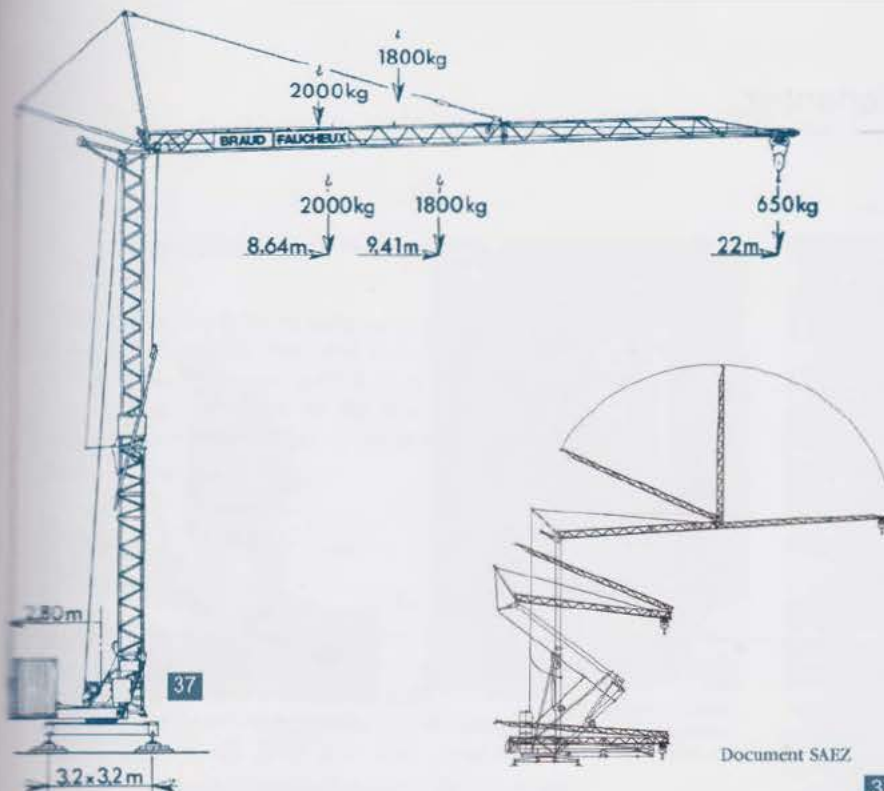


35 Dans une grue à tour, la couronne de rotation est située en haut du mât. Le mât de la grue est fixe; seule la flèche tourne.



Dans une grue à montage rapide, la rotation se fait à la base: le mât et la flèche tournent ensemble. C'est la grue idéale pour le fustier.





Document SAEZ

37.2



Les grues à montage rapide modernes sont équipées de vérins hydrauliques facilitant l'opération de montage et démontage.

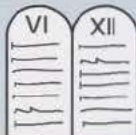


Le chariot télescopique rotatif peut être aussi radiocommandé : une solution pour les montages (document Manitou)

Le coût d'une grue d'occasion en bon état, levant 650 kg à 16 m, varie de 5 000 à 10 000 euros. C'est donc un **investissement abordable** pour un fustier, même pour faire une seule maison, car une grue se revend très bien.



La réglementation en France



Avant de faire l'acquisition d'une grue distributrice, il est bon de connaître quelques points délicats et la réglementation en vigueur en matière de contrôle et de sécurité.

Lors de l'acquisition d'une grue, il faut s'assurer :

- 1) de l'état de la couronne de rotation, - c'est en général le point le plus délicat et les pièces détachées sont rares,
- 2) de l'état général : une grue trop rouillée pourra être refusée lors d'un contrôle,
- 3) de l'état des câbles et équipements électriques,
- 4) et bien sûr de son état général.

Pour être en conformité et pouvoir être réceptionnée par un organisme de contrôle (cf. carnet d'adresses), obligatoire à chaque démontage ou tous les six mois, la grue doit être en bon état et posséder en ordre de marche les dispositifs suivants au minimum :

- limiteur de couple
- limiteur de charge maximale
- limiteur de fin de course de levage haut et bas. Le câble de levage doit être en parfait état.

Ces grues d'une portée de 12 à 20 m sont en général équipées de 4 moteurs :

- un treuil avec réducteur pour le levage
- un moto-réducteur pour la rotation/orientation
- un moto-réducteur pour le chariot (distribution)
- certaines peuvent être montées sur rail et ont un moto-réducteur de translation.

• La vitesse de travail d'une grue

Chaque grue a ses propres caractéristiques de :

- vitesse de rotation
- vitesse de levage
- vitesse de déplacement du chariot.

Certaines grues récentes sont à deux, voire à trois vitesses. Pour manipuler les troncs, il faut éviter les vitesses rapides. Vingt mètres/minute est une vitesse optimale en levage.

• Télécommandes et radiocommandes



La boîte à boutons de télécommande à fil reliée par un câble à la grue

Les grues distributrices électriques sont en général **télécommandées** en 48 volts ; un boîtier à boutons est relié par un câble multifils à l'armoire électrique. Il est donc difficile à l'opérateur de la grue de se déplacer sur le chantier, car il a « un fil à la patte » /40/.

Si l'on branche sur cette télécommande en 48 volts un boîtier émetteur-récepteur radio (une opération facile), votre grue devient **radiocommandée** /41/. Ce dispositif supprime tout câble de liaison. L'opérateur peut alors travailler sans contrainte sur le chantier.

La **grue distributrice radiocommandée** est réellement le matériel le moins onéreux pour un fustier travaillant seul sur son chantier. C'est une merveille d'efficacité.

• Choisir une grue distributrice

La principale caractéristique utile est la portée et la charge maximale en bout de flèche. En bout de flèche, ces grues lèvent en général entre 600 et 750 kg pour une portée de 12 à 20 m. Cette charge maximale est suffisante en général pour des fûts de calibre moyen (\varnothing 30 ne dépassant pas 10 ou 11 m). Mais elle ne permet pas de lever des grumes de gros diamètre en bois fraîchement abattu. C'est la dimension de la maison et la possibilité d'implantation d'une grue qui doivent vous guider pour déterminer la portée nécessaire.

La grue sera implantée au centre d'un cercle. La maison devra se situer à l'intérieur de ce périmètre /43, 44/.



La boîte à bouton sans fil « émetteur radio » (voir carnet d'adresses p. 167)



Avec la radiocommande, le fustier peut travailler seul avec précision et sécurité



Implanter la grue pour bien desservir tout le chantier



44

attention au débord de toit en cas de remorquage
l'axe de rotation est souvent déporté par rapport au mât

• Quelle est la puissance électrique nécessaire à une grue ?

Les grues électriques sont en général en 380 volts. La puissance installée est de l'ordre de 7 KVA pour une grue de 750 kg à 16 m ; et de 9 KVA pour une grue de 22 m de portée. Un branchement électrique « domestique » est donc suffisant.

2/ Les grues sans électricité

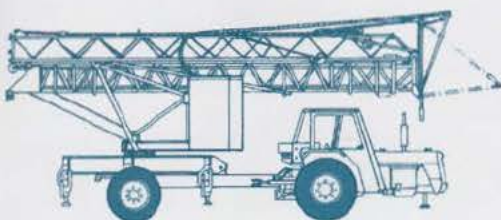
Si l'on ne dispose pas d'électricité, il existe :

a. des grues à moteur thermique : par exemple un moteur Bernard à essence monté sur une grue distributrice. Le moteur seul commande les 3 fonctions (levage, rotation, distribution). L'opérateur de la grue doit être placé sur la grue elle-même. Vous aurez donc besoin d'un « grutier » /45/.



En haute montagne, sans électricité, grue commandée par un moteur Bernard à essence

b. la grue électrique avec groupe diesel sur porteur : c'est la plus commode des grues distributrices car, montée sur porteur, elle est mobile et autonome, mais peut être alimentée également par le courant électrique EDF ou le courant produit par le groupe monté sur le moteur diesel. On pourra bien sûr y monter une radiocommande sur la télécommande en 48 v. /46/.



46 Grue automotrice



Quelques conseils pour acheter une grue

• Choisissez de préférence une grue **en fonctionnement**

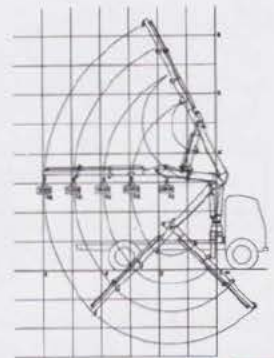
• Achetez à **proximité** de votre chantier. Le transport d'une grue est cher. Il faudra, sur une grande distance, la charger sur une semi-remorque porte-engin. Sur une courte distance, la grue peut rouler sur route à 25 km/h maxi derrière un camion ou un gros tracteur.

• Le montage de la grue doit être fait par une **personne compétente**. Si le vendeur ne peut le faire, demandez les services d'un monteur de grues (voir vendeurs de matériel TP).

• Même si vous n'employez pas de salarié, faites **réceptionner votre grue** par un service de contrôle. C'est en général très bien fait et utile. Il en va de votre sécurité. Le contrôleur est à même de déceler un vice caché.

3/ Les grues hydrauliques mobiles et chariots télescopiques

Qu'elles soient montées sur le châssis d'un camion ou sur un tracteur, ou bien automotrices sur pneus ou sur chenilles, ces grues et chariots sont d'une extrême flexibilité. Leur installation est très rapide. Leur principal défaut est la réduction de leur portée, compte tenu de la hauteur du châssis. Couplée avec un treuil hydraulique, la grue hydraulique,



(d'après doc. Atlas)

47



Grue hydraulique montée sur camion aux États-Unis

Ch. I - La préparation du chantier

lique permet de travailler « bras tendu » /47 à 50/.

De ce fait, on réservera la grue hydraulique au montage. Il est possible de **radiocommander une grue hydraulique** en y installant des distributeurs électro-hydrauliques, commandés par récepteur radio.

Le chariot télescopique rotatif peut aussi être radiocommandé: une solution pour les montages.



Montage avec grue hydraulique sur Unimog



Attention : un tractopelle ou un chargeur ne sont pas des engins de manutention ! Danger !



Les dangers du levage des fûts

52

Les principales causes de renversement de grues :



1. Le vent : il peut provoquer la chute d'une grue ; au-delà de 80 km/h, on doit cesser le travail et mettre la grue « en girouette ». Le moteur de rotation est débrayé. On mettra la grue en girouette systématiquement pendant les périodes hors service.

2. Tous les déséquilibres :

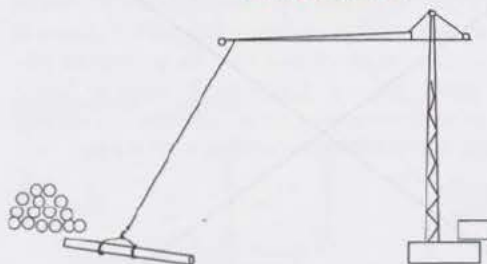
- une charge mal amarrée, des crochets mal fixés qui ripent,
- une charge mal équilibrée, en balan,
- une charge trop lourde, si les sécurités de levage sont mal réglées ou inexistantes,

peuvent entraîner la chute de la grue.

3. Une grue mal calée

4. Des sécurités électriques mal réglées

NON, JAMAIS !



Risque de basculement de la grue

Les accidents sont fréquents.

Faites réceptionner votre grue par un organisme de contrôle : cela peut vous éviter bien des malheurs...



Construire seul ?

Est-ce possible ?

Avec quel équipement ?

C'est là une question que se posent beaucoup de futurs fustiers. Tant qu'il s'agissait d'apprendre en bâtissant une petite fuste, la force des bras, l'aide parfois d'un palan, c'était possible. Mais maintenant, manipuler des troncs aussi lourds, les retourner, les découper... ?

On peut construire seul, à condition d'être équipé correctement, et surtout d'organiser son chantier et son travail en conséquence.

Une grue radiocommandée permet à un homme seul de mettre le fût en place avec précision, que ce soit pour la pré-entaille, le traçage final ou le montage /53/.



53 Le fustier travaille seul, un œil sur le fût, un doigt sur la commande de la grue



Il en est de même pour les fustiers et pour les navigateurs. On peut traverser l'Atlantique en solitaire ou avec un équipage ; mais dans le premier cas, le bateau devra être équipé en conséquence, et surtout disposer d'un bon pilote automatique.

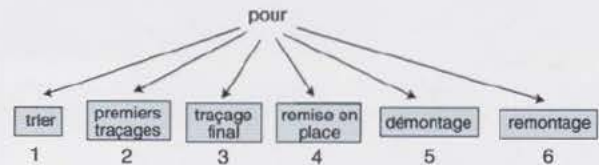
Pour construire une fuste seul, le fustier doit pouvoir déplacer des troncs sans aide. Une grue distributrice électrique est indispensable, équipée si possible d'une radiocommande, qui évite de traîner un câble derrière soi dans tous ses déplacements.

Fustier et navigateur doivent ressentir alors des émotions bien proches.

Peut-on construire seul une fuste ?

oui

si l'on possède l'engin de manutention adapté, indispensable pour déplacer chaque fût



chaque pièce sera déplacée au moins 6 fois
l'outil de manutention doit être rapide et efficace

la grue distributrice électrique radiocommandée
est l'outil de manutention idéal

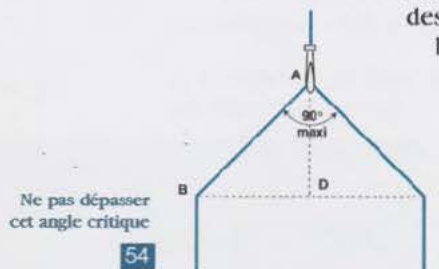
d) Les accessoires de manutention

- **Elingues souples :** les élingues souples en textiles sont les plus pratiques à utiliser. Elles sont légères, et surtout n'abîment pas les bois. Elles peuvent être en polyamide, polyester, polypropylène ou polyéthylène. Les plus résistantes à la traction sont en polyamide

Toutes ces élingues en textile synthétique sont peu sensibles à l'humidité mais sont dégradées par les ultraviolets.

On choisira de préférence des élingues fermées en boucle. Chaque fût sera saisi par deux élingues. On veillera à éviter que les deux élingues fassent un angle supérieur à 90°. Au-delà, on risque de voir le serrage

riper sur le fût. L'utilisation d'un palonnier permet d'éviter ce problème.



54



55

Palonnier



56 La sangle peut aussi servir de tourne-bille



57 Deux sangles plates pour travailler en sécurité sans abîmer les bois



58 Attention ! les crochets peuvent riper



59 Les crochets marquent les bois : utilisez-les à bon escient...



60 ... principalement pour poser un bois entaillé



61 Les crochets ne doivent pas être trop écartés

Ne levez la charge que lorsque le fût est bien équilibré sur ses deux crochets.

Pour lever en toute sécurité un fût, les crochets doivent pénétrer légèrement dans le bois. Si les extrémités du crochet sont pointues, cela facilite la pénétration, mais la pointe abîmera un peu le bois, surtout s'il est lourd.

Evitez donc d'utiliser en permanence les crochets, et réservez-les uniquement pour remettre les bois en place après entaillage final.

Des élingues souples seront utilisées le reste du temps (pré-entaillage, traçage final, transport)

- **Pincettes ou grappin** : Ce sont des crochets reliés entre eux par des mâchoires qui viennent serrer le bois. L'intensité du serrage dépend bien sûr du poids du fût à soulever.

Ces pincettes sont lourdes et doivent disposer d'un système de blocage à l'ouverture et à la fermeture pour être vraiment efficaces.



62 Le palonnier à pincettes des fustiers nord-américains

Un peu de vocabulaire...

Rondin, tronc, fût, grume, bille, billot, billon...

Le français est une langue riche, vivante, mais parfois peu adaptée à la simplification des temps actuels. Là où l'anglais n'utilise qu'un seul mot, « log », qui désigne aussi bien l'arbre sur pied, la grume abattue que la maison elle-même dont elle est faite, le français a créé, au cours des siècles, une quantité de mots pour répondre à chacun des usages de notre vieille civilisation forestière.

Grume (du latin *gruma*: cosse, gousse, écorce): en viticulture, une grume est... un grain de raisin; en sylviculture, c'est l'écorce qui reste sur le bois coupé non encore équarri (un « bois de grume » ou « en grume » est un bois abattu et non écorcé) et, par extension, c'est la pièce de bois encore couverte de son écorce. Ce mot a aujourd'hui une signification commerciale.

Fût (du latin *fustis*: bâton, pieu): ce mot, qui apparaît vers 1100 sous la forme « fust », désigne la partie du tronc d'un arbre comprise entre le sol et les premiers rameaux, et par extension, un tronc d'arbre.

Tronc: (du latin *truncus*: ébranché, tronqué, tronçon, morceau). Un tronc, c'est, depuis le XIII^e siècle, une boîte percée d'une fente (sans doute un morceau d'arbre, un « tronc » creux à l'origine) où l'on dépose son obole à l'église. Depuis le XVI^e siècle seulement, le tronc est la partie inférieure et dénudée de la tige de certains arbres, entre les racines et les branches maîtresses. On tronçonne un tronc avec une... tronçonneuse.

Rondin: en 1387, un rondin désigne un... tonneau. Aujourd'hui, un rondin est un morceau de bois de chauffage qu'on a laissé rond, par opposition au bois refendu. Il désigne aussi le tronc d'arbre employé dans les travaux de tranchée.

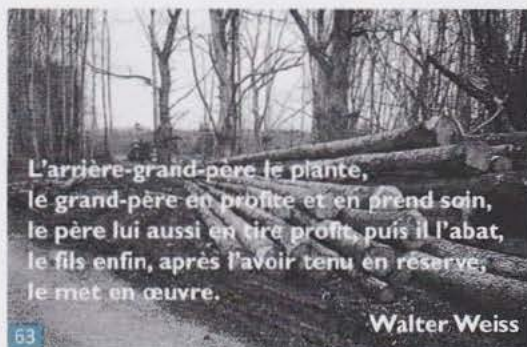
Bille (du latin *billia*: tronc d'arbre, à ne pas confondre avec la bille, petite boule): la bille est une pièce de bois prise dans la grosseur du tronc ou de grosses branches et qui est destinée à être équarrie.

Billot: tronçon de bois gros et court dont la partie supérieure est aplatie (par exemple, on fend du bois sur un billot). Au Québec, où l'on fait des « maisons de billots », un billot est semble-t-il une petite bille.

Billon: dans le langage courant des forestiers, le billon est un morceau de bille. « Billonner » c'est débiter un lot de billes en pièces courtes de même longueur.

Ce petit voyage dans « Le Robert » nous incite à utiliser les bons mots. Le terme de « maison en rondins », devenu si populaire, pouvait convenir pour désigner une construction faite en bois courts de petit diamètre. Mais cette idée de petit bois (bois de chauffage, de papeterie et, de plus en plus, bois tourné d'importation), ne convient plus aux fustes, faites d'arbres entiers et peut entraîner une confusion fâcheuse sur ce que représente vraiment une fuste. On tâchera de réserver le mot de « rondin », à côté de celui de « billon » pour désigner un bois court. On préférera les termes de « grume » (avant écorçage), de bille ou de fût pour désigner un bois en grande longueur.

II. LE BOIS



L'arrière-grand-père le plante,
le grand-père en profite et en prend soin,
le père lui aussi en tire profit, puis il l'abat,
le fils enfin, après l'avoir tenu en réserve,
le met en œuvre.

Walter Weiss

S'ils n'ont pas la chance d'avoir eu un arrière-grand-père prévoyant, tous ceux qui envisagent de construire une fuste se posent les mêmes questions: quel bois utiliser, quelle quantité acheter, où se le procurer, comment le choisir, quand le couper, quand l'écorcer?

1. Quelle quantité de bois acheter?

Il est facile d'établir un métré du bois nécessaire à partir des plans de la maison, dessinés à l'échelle. Vous convertirez ensuite ces mètres linéaires en mètres cubes, l'unité de mesure utilisée par les forestiers.

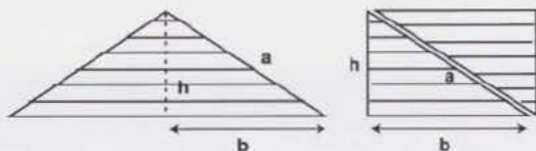
Pour faire ce métré, les deux chiffres à connaître sont la longueur de bois par tour et le nombre de tours à faire en fonction du Ø moyen des bois utilisés.

Supposons qu'on envisage par exemple de construire en bois de diamètre moyen 27 cm écorcé: on montera donc, pour chaque tour, de $27 - 2 = 25$ cm (2 cm = hauteur approximative d'encastrement des rondins).

a) Longueur de bois des murs jusqu'à la sablière

Exemple: La sablière est à une hauteur de 3,25 m avant tassement soit: $3,25/0,25 = 13$ tours

- mesurez la longueur des bois par tour (sans oublier les débords et en comptant des surcotes pour les « fausses coupes ») et multipliez par le nombre de tours;
- déduisez éventuellement les longueurs pour les ouvertures (portes, fenêtres);
- ajoutez les longueurs de solives, pannes, poteaux.



64

b) Longueur des bois des pignons (en cas de pignons en système horizontal).

La surface du pignon est : $h \times b$. Le nombre de mètres linéaires par pignon sera (en ajoutant une bonne surcote pour les coupes de biais) :

$$ML = \frac{h \times b}{0,25}$$

Vous obtenez par exemple un mètre total final net Σ 1150 mètres linéaires de fûts écorcés.

Tout ne sera pas utilisable pour la fuste dans le lot de bois que vous achèterez :

- l'écorce : 8 à 15 % en volume, parfois plus pour les pieds de certains pins,
- les fausses coupes des surcotes (quelques centimètres à chaque bout),
- les pointes et pieds non utilisés,
- les billons non utilisables.

Il est difficile d'estimer avec précision le pourcentage de « chutes ». Plus vos bois seront réguliers, bien conformés et auront l'écorce fine, moins vous aurez de perte. On peut raisonnablement estimer ces pertes à 30 % (par excès). Vos besoins en bois se précisent. Convertissons en m^3 : le diamètre moyen est de 27 cm, soit un volume unitaire de $0,057 m^3$ / mètre linéaire. Le volume nécessaire sera d'environ : $1150 \times 1,3 \times 0,057 m^3 = 85 m^3$ (en diamètre moyen 27 cm écorcé).

Pour connaître le mètre nécessaire avec un \varnothing moyen de bois, 25 cm par exemple, ne refaites pas le mètre complet, mais une simple règle de trois :

Total mètre net pour \varnothing moyen 25 cm =

$$\frac{1150 \times 0,27}{0,25} = 1242 \text{ ml}$$

et en tenant compte des pertes de 30 % :

Volume total (en diamètre 25 cm)

$$\frac{1150 \times 0,27}{0,25} \times 1,3 \times 0,049 = 79 m^3$$

On constate que cette diminution de diamètre moyen de 2 cm apporte une économie de bois de 8 % environ.

2. Comment estimer la qualité du bois sur pied ?

Devant un lot de bois sur pied, quels sont les éléments qui doivent retenir l'attention ?

- **la rectitude des fûts**, premier critère d'appréciation, facile à observer ;
- **l'importance des branches**, qui donneront des nœuds (les bois de bordure, plantés à grande distance sont parfois très branchus et coniques). Ils donneront un peu plus de travail, mais la fuste peut y gagner en beauté ;
- **la décroissance métrique** ou défilement : si votre œil n'est pas assez exercé, essayez de trouver un arbre déraciné, ou d'en abattre un pour mesurer la décroissance métrique (**dm**) : la différence entre le \varnothing gros bout et le \varnothing petit bout par rapport à la longueur :

$$dm = \frac{\varnothing gb - \varnothing pb}{L}$$

Si $dm < \text{ou} = 1 \text{ cm}$
décroissance métrique faible
Si $dm > 1 \text{ cm}$:
décroissance métrique forte

La décroissance métrique varie de 0,5 cm/m à 5 cm/m. On aura des décroissances faibles par exemple sur des épicéas en futaie serrée, et fortes sur des arbres isolés (mélèzes de montagne par exemple).

- **L'âge du peuplement** : le propriétaire vous le dira en général avec précision, mais il est toujours utile, si l'on ne peut abattre un arbre, de mesurer, avec une tarière forestière, le nombre de cernes et donc de connaître l'âge de l'arbre, et de contrôler la largeur des accroissements. Un bois serré (accroissements ou cernes de faible largeur), de croissance lente,



65

Dans une fuste, il ne faut pas éliminer les nœuds, les irrégularités, les bois tordus : judicieusement placés, c'est eux qui lui donneront vie et beauté.

aura une meilleure résistance mécanique et une meilleure durabilité qu'un bois à croissance rapide; en revanche il sera moins isolant.

En même temps on mesurera, sur les bois à cœur rouge, la largeur de l'aubier (bois blanc). Un aubier étroit sera toujours préférable.

3. Quel bois acheter ?

a) Les bois de votre région

Avant toute chose, apprenez à connaître les essences de bois résineux les plus abondantes dans la région la plus proche de votre chantier (vous réduirez ainsi les frais de transport), et informez-vous sur la qualité et le prix des bois.

N'hésitez pas à arpenter les forêts qui vous entourent, à observer et mesurer **la rectitude et la décroissance des bois**, et même à faire quelques sondages avec l'autorisation du propriétaire, à questionner les utilisateurs de bois locaux (scieries, charpentiers, agriculteurs...) sur la qualité des bois, leur durabilité, la présence de fibre torse, leur nervosité au séchage...

A partir de là, vous serez à même de fixer votre choix sur une essence. Certaines essences sont délaissées, pour une raison ou une autre, ce n'est parfois qu'un effet de mode, et leur prix s'en ressent. C'est le cas par exemple, dans certaines régions des Alpes, du pin sylvestre de montagne, qui est pourtant un excellent bois.

Quand votre choix sera bien arrêté, essayez de contacter un propriétaire forestier qui possède une forêt répondant à vos besoins, et négociez avec lui la possibilité de choisir vos bois sur pieds et d'acheter du bois trié.



Quand l'ONF croque les méventes du Pin sylvestre

« Le pin ne mérite pas ce qui lui arrive ! »

L'inquiétude vient du pin sylvestre dont le cours moyen (42 euros/m³ actuellement) s'est fortement dégradé sur toutes les qualités. Les volumes vendus sont également à la baisse. Il est vrai que la concurrence de produits de substitution tels que le PVC ou l'aluminium est redoutable. On peut regretter cette situation. Le pin, essence noble possède des qualités de résistance et de durabilité qui devraient inciter les utilisateurs à se tourner vers ce produit écologique ».

J.-M. Jantzen, ONF d'Alsace, dans *Le bois national*, 28 juin 1997, p. 31

Résineux rouges, blancs, roses...

Quelques résineux rouges

Mélèze d'Europe
Mélèze hybride
Douglas
Pin sylvestre
Pin laricio
Pin maritime

Quelques résineux blancs

Epicéa commun
Sapin pectiné
Sapin grandis

Et aussi un résineux rose

Epicéa de Sitka (Spruce), excellent bois, abondant dans l'ouest de la France.



Non, ne faites pas un mur en patchwork, mais apprenez à reconnaître les essences, en particulier à voir la différence entre les bois blancs et les bois rouges

b) Résineux rouge ou blanc.

Les bois résineux sont classés comme les vins, en rouges ou blancs.

Les bois résineux rouges ont **un cœur duraminisé** riche en substances naturelles insecticides et antifongiques. C'est le cas en premier lieu du mélèze, du douglas (le pin d'Oregon), et dans une moindre mesure du pin sylvestre et du pin maritime. En revanche, leur aubier (le bois blanc à la périphérie de l'arbre), qui se trouve en proportion plus ou moins importante dans les différentes essences, est souvent très fragile, et sensible notamment aux insectes. **Le traitement de l'aubier sera indispensable**, alors que le cœur rouge de l'arbre aura une résistance naturelle suffisante.

Les résineux blancs (sapins, épicéas) ont en général un aubier à peine différencié du cœur. Ce bois blanc est certes moins résistant que le bois rouge, mais serait plus difficilement attaqué que l'aubier des bois rouges. Ces bois blancs devront bien sûr être traités, car en cas de ponte d'insectes (capricornes), ce n'est pas seulement l'aubier qui pourrait être attaqué mais également le cœur du bois. Stockés dehors sous la pluie, les bois blancs s'échaufferont rapidement. On devra donc les faire sécher à l'abri ou les utiliser humides.

4. Quand faut-il abattre les arbres ?

C'est là une question que les hommes se posent depuis des temps très reculés, et cette question en sous-tend trois autres :

- à quel âge faut-il couper un arbre ?
- en quelle saison ?
- et... par quelle lune ?

Aux deux premières questions, on peut donner une réponse quasi certaine, à la troisième, on se contentera d'ouvrir le débat.

a) A quel âge ?

Pour construire une grande maison, il faut des bois d'un diamètre supérieur à 25 cm. On peut être tenté d'utiliser des bois jeunes à croissance rapide, car ils sont très bon marché et sont très appréciés de l'industrie de trituration (papier, panneaux). Il est courant de trouver des bois de 30 ans ou moins, de dimension suffisante pour faire une belle fuste. De tels bois doivent être évités impérativement car ils contiennent une grande proportion de bois juvénile, à très fort retrait, de mauvaise résistance mécanique. Le tassement retrait et compression sera très important, et les déformations des bois souvent fréquentes. Par ailleurs, la proportion d'aubier peu durable est plus importante que dans un bois mature. (voir AFI)

Il est donc raisonnable de ne jamais construire avec des bois résineux de moins de 40 ans. C'est une règle que doit s'imposer tout fustier, sous peine de... beaucoup de déboires. **Recherchez des bois très âgés, c'est le gage de bonne qualité.**

Pour les bois aussi, à la fougue de la jeunesse, le temps apporte la sagesse de la maturité.



La technique du séchage des bois sur pied

Elle fut pratiquée de tout temps et en tous pays. Elle consistait à provoquer l'arrêt de la vie végétale de l'arbre, soit en l'écimant c'est-à-dire en coupant la cime de l'arbre de façon à supprimer le bourgeon terminal,

et/ou bien en ceinturant ou en écorçant l'arbre à son pied pour provoquer une rupture de son cambium.

De la sorte, le bois cessait toute activité végétale et commençait à sécher sur pied. Comme il conservait ses branches et son feuillage, le séchage était, semble-t-il, accéléré, les feuilles provoquant une sorte de pompage de l'eau du bois. L'arbre n'était abattu qu'un ou deux ans après avoir été « tué » sur pied.

La tradition norvégienne attribue beaucoup de vertus à cette technique. C'est ainsi qu'auraient été abattus notamment les arbres poteaux qui forment l'ossature des cathédrales en bois debout de Norvège, les « Stavkirker ». Ils étaient ensuite purgés de leur aubier après deux ans de séchage sur pied.

Si vous possédez une forêt, ou bien si votre fournisseur-proprétaire de bois vous laisse des délais et si vous avez une année devant vous, faites l'essai. Vous exploiterez des bois secs et plus légers. Mais cette méthode devra sans doute être évitée si la forêt est sujette à l'attaque des bostrychs ou d'autres insectes forestiers.

On peut également, pour accélérer le séchage en forêt, abattre l'arbre et le laisser quelque temps, un à trois mois, sans l'ébrancher. Le résultat semble probant. Et si vous ne pouvez exploiter vos bois avant le printemps (à cause de la neige), ceinturez-les en hiver et abattez-les au printemps.

Avec le bois blanc, le séchage sur pied doit être relativement court pour éviter les échauffements.

Bois ceinturés : le pied écorcé accélère le séchage



Construire en bois mi-sec ou humide

Rappelons qu'il n'est guère possible de mettre en œuvre des rondins définitivement secs à moins de les sécher artificiellement.

Le séchage définitif des bois ne se fera donc que lorsque la maison aura été chauffée au moins pendant deux hivers au minimum.

On fera toutefois une différence entre des bois "mi-secs" (humidité inférieure à 20 %) et des bois "humides" (frais de coupe ou humidité supérieure à 30 %).

On construira de préférence avec des bois dits mi-secs qui auront un retrait réduit de moitié par rapport à des bois "humides".

Les conditions et délais de séchage (séchage à l'abri en climat humide) rendent souvent difficiles l'obtention de bois "mi-secs".

Il est toutefois possible de construire avec des bois "humides", conformément aux règles de base de l'Art de la Fuste, sous réserve de respecter les dispositifs suivants :

- Faire en longueur une incision de retrait sur la partie supérieure du rondin
- Choisir une entaille d'angle garantissant une bonne compensation du retrait, (facettes, épaulement...) et précompresser les assemblages d'angle.
- Mettre le jeu nécessaire sur les débords (voir chap. 2)

b) En quelle saison ?

L'hiver est la meilleure période pour abattre le bois. L'activité végétative des arbres est alors réduite; le bois est moins riche en matières de réserve, et l'on peut donc penser qu'il sera moins sensible aux attaques des insectes et aux champignons, lesquels sont d'ailleurs inactifs si la température est basse.

Cette règle, préconisée déjà aux temps romains par Pline et Vitruve, est ancienne, notamment pour éviter le dépérissement des souches. Selon l'historienne Andrée Corvol, « l'abattage dans la période de sève est ainsi interdit par l'Ordonnance d'août 1669 (...) Et cet impératif est répété dans celle du 15 avril 1689, relative aux bois de marine. (...) Du 15 avril au 1er octobre, pas un coup de cognée ne retentit dans le sous-bois », dit-elle. Et, citant le *Mémorial* de Noël, elle poursuit : « la raison en est que la sève commence dans ce temps-là (...) la seconde sève ne monte que vers le 15 août jusques en fin du mois de septembre de chaque année ; ainsi, depuis le 15 avril ou premier mai, jusques au dernier de septembre, les forêts doivent être fermées, même aux propriétaires ». La loi oblige à ne commencer la



L'hétérogénéité du Douglas

Pour le douglas, la densité du bois de printemps peut atteindre 25% de celle du bois d'été (source : le Douglas de J. de Champs p.250)

Toutefois, la densité du bois d'été est significativement plus élevée que pour d'autres essences résineuses, et l'épaisseur de cette couche est également plus marquée.

Le Douglas est un bois apprécié des lustiers et à juste titre, mais attention abattu en hiver uniquement, car son bois de printemps est ... des plus tendres!

taille qu'avec la chute des premières feuilles, et n'admet pas qu'elle soit poursuivie au-delà de l'apparition des nouvelles. » (*L'Homme et l'arbre sous l'Ancien Régime*, éd. Economica, p. 86)

De nos jours, l'industrie du bois n'accorde aucune importance à la saison d'abattage des bois. Le fustier, lui, devra être très soucieux d'abattre ses bois hors période de sève: de novembre à février, quand insectes et champignons sont peu ou pas actifs (cf. AF1), semble la saison idéale.

Du bois coupé en hiver séchera lentement, ce qui permet d'éviter en grande partie les décolorations dues aux attaques de mildiou sur bois en sève fraîchement abattu au printemps.

Il est essentiel de bien comprendre que les arêtes des entailles (gorges et gueules) portent sur la dernière couche de bois formé avant abattage des bois.

Si les arbres sont abattus en fin de printemps, l'arête portera sur du bois tendre de



Quelques bonnes raisons d'utiliser du bois âgé

Utilisez de préférence des bois matures, car ils contiennent moins de bois juvénile, nerveux et de mauvaise qualité. Par ailleurs, dans les essences résineuses à aubier distinct (les bois rouges), la proportion d'aubier varie beaucoup avec l'âge de l'arbre. Par exemple pour des douglas jeunes (25 ans) le taux d'aubier est de 50 à 70 % (exprimé en surface terrière), alors qu'il n'est que de l'ordre de 30 % pour des bois de plus de 60 ans (extrait de *Le Douglas*, de J. de Champs - Afocel).

Propriétaires forestiers ! laissez vieillir vos arbres, vous produirez du bois de qualité.



printemps, mais si le bois est abattu en fin d'automne ou en hiver, cette couche sera du bois dur dit "d'été".

Le bois de printemps de la plupart des essences résineuses a une densité de 40 à 50% inférieure à celle du bois d'été. Ce phénomène marque l'hétérogénéité du bois résineux. Sa résistance en compression sera également inférieure et dans les mêmes proportions.

On comprend qu'une fuste construite avec du bois abattu en fin de printemps pourra avoir un tassement compression (cf AF1) supérieure à une fuste construite selon les bonnes règles, c'est-à-dire "bois abattu en hiver".

Ceux qui ont eu l'occasion d'écorder des bois à l'eau sous pression ont constaté que le cambium du bois abattu en hiver résiste à la pression, tandis que celui abattu en fin de printemps sera déchiré et abîmé par la pression de l'eau.

Conclusion : C'est en hiver que le fustier doit impérativement abattre ses bois!

c) Sous quelle lune?

En quelle lune faut-il couper les bois? En lune montante ou descendante, en lune croissante ou décroissante? La lune aura-t-elle une influence sur la durabilité de bois comme elle en a sur le flux et le reflux des marées? La question est complexe, les confusions fréquentes, le débat passionné. Essayons d'y voir un peu plus clair.

1) Les cycles de la lune



1. cycle synodique de la lune chaque 29 jours
lune croissante - lune décroissante



2. cycle de la lune dans le ciel sur l'année



3. cycle périodique de la lune chaque 27 jours
lune ascendante - lune descendante

Les cycles de la lune

• Croissance et décroissance (rythme synodique)

La « lunaison » ou « révolution lunaire synodique » est l'intervalle de temps compris entre deux nouvelles lunes consécutives, elle est de 29 jours, 12 h, 44', 2" : on parle de lune croissante (nouvelle lune, premier quartier, pleine lune) et de lune décroissante (pleine lune, dernier quartier, nouvelle lune). On dit aussi jeune lune et vieille lune (ou lune en décours) /70-1/.

• Montée et descente de la lune (rythme tropique)

La lune, planète satellite de la terre, décrit une orbite elliptique en 27 jours, 7h, 43', 11" : c'est ce qu'on appelle la « révolution sidérale » ou la « révolution lunaire périodique » : durant cette période, la lune monte dans le ciel de l'hémisphère nord puis redescend. On parle de lune montante et descendante /70-3/.

• **Passage de la lune aux nœuds lunaires :** au cours de ce cycle, la lune, qui monte et descend dans le ciel, coupe par deux fois l'écliptique; c'est le nœud lunaire ascendant et le nœud lunaire descendant.

• **Apogée et périgée ou distance terre-lune :** au cours de cette révolution, la lune, décrivant une ellipse, s'approche plus ou moins de la terre: on dit qu'elle est au périgée ou à l'apogée.

• **Montée et descente de la lune sur l'année :** Dans l'hémisphère nord, la lune est ascendante de décembre à juin: c'est alors qu'on la voit le plus haut dans le ciel. Elle est descendante de juin à décembre /70,2/.

• Passage devant les signes et constellations du zodiaque (rythme sidéral)

Les signes du zodiaque partagent l'écliptique en 12 secteurs (Bélier, Cancer, ...). Certains de ces signes sont dits de feu, d'air, d'eau ou de terre. La lune, au cours de sa révolution sidérale passe successivement dans chacun de ces secteurs et devant les constellations (groupes d'étoiles) du même nom et qu'on dit aussi de feu, d'air, de terre ou d'eau.

2) Couper le bois en « bonne lune » ? oui, mais... laquelle?

Les spécialistes-jardiniers versés dans une agriculture biologique ont établi des calendriers très précis qui tiennent compte de tous ces phénomènes, fastes ou néfastes, pour indiquer les bonnes dates pour accomplir les différents travaux de la terre, pour favoriser la croissance des plantes selon que l'on veut obtenir des racines, des feuilles, des fleurs ou des fruits. Eux-mêmes reconnaissent que «

Question et Devinette ?

Qu'est-ce qu'un bois luné?

Qu'est-ce qu'une maison faite en bois de lune?

(réponses page 28)

De l'influence de la Lune sur la durabilité, la résistance et le retrait des bois



Francis Hallé compare, dans son *Plaidoyer pour l'arbre*, les dictons de régions très éloignées, et cite celui du Mali : "Tu coupes l'arbre quand la lune est vide"

Déjà chez les Grecs, le philosophe Theophraste d'Eresos (372-288 av.J.C.) indique dans son *Histoire des plantes* que la bonne période pour couper le bois est celle qui suit la pleine lune, car le bois est plus dur et moins sensible à la pourriture.

Mais les avis et dictons sur l'influence de la lune sur la date d'abattage des bois ne portent pas uniquement sur leur durabilité, mais plus souvent sur leur résistance mécanique et donc leur dureté et densité et leur combustibilité.

"Le point de la Lune est remarquable, pour en croissant tailler le bois de chauffage, et en décroissant, celui des bastimens", affirmait déjà vers 1600, Olivier de Serres dans *Le traité : Le théâtre d'agriculture et mesnage des champs*

"Bois tendre en cours, bois dur en décroissant" deviendra la règle la plus répandue et couramment admise par les forestiers français. Le cours étant la lune nouvelle ou croissante, tandis que le décroissant est la vieille lune ou décroissante (dans le cycle synodique).

Cette règle devint même une ordonnance forestière de Colbert sous Louis XIV : "Les bois de marine seront abattus en hiver et dans le décroissant de la lune".

Mais l'influence de la lune porterait également pour certains sur le retrait du bois, c'est ainsi qu'un constructeur autrichien Alfred Kuchlmaier, affirmait que, si l'on construit avec du "bois vert", le moyen d'éviter le retrait excessif est de le couper en nouvelle lune le jour suivant la disparition de la lune.

Bien entendu ces affirmations, parfois contradictoires qui se perpétuent depuis des siècles méritaient d'être vérifiées par la méthode scientifique.

C'est Duhamel du Monceau, inspecteur de la marine sous Louis XV, l'un des pères de la biologie forestière qui entreprit, parmi beaucoup d'autres, des expériences pour vérifier si les bois abattus dans le décroissant de la lune, étaient plus durables comme le prescrivaient les règles alors en vigueur.

Ses conclusions furent contradictoires montrant que le bois le plus durable avait été coupé avant la pleine lune.

De telles expériences ont été renouvelées en 1984 (Wazny et Krajewski) sur des pins sylvestres, soumis à des attaques de mûrle, ou en Autriche en 1982, sur des épicéas soumis à des attaques de hystriches dans des conditions ne permettant pas d'en tirer des conclusions probantes.

Le sujet était loin d'être clos, d'autant plus qu'un certain nombre de chercheurs forestiers et scientifiques, et parmi eux le suisse Ernst Zürcher ont entrepris depuis quelques années de lancer des expériences plus scientifiques sur l'influence de la lune sur la densité, l'hydratation et le retrait du bois.

Le développement de la chronobiologie et des connaissances sur les rythmes biologiques des végétaux et animaux donnent un nouveau relief à ces recherches, tout en montrant leur extrême complexité.

tenir compte des différentes réalités de la lune n'est pas chose facile. La perfection est rarement accessible. On doit souvent se contenter de chercher quel est le moins mauvais moment pour opérer telle ou telle intervention » (1).

Mais une chose est de semer au moment propice (à chacun de vérifier le résultat de la lune sur la **croissance** de ses légumes), autre chose d'abattre un arbre pour assurer sa **durabilité**. Si la chose est complexe pour le jardinier, elle l'est encore plus pour le bûcheron, et la bonne lune ne semble pas la même pour tous. Certains parlent de vieille lune, d'autres de lune descendante, d'autres encore confondent l'une (sic) et l'autre. Les dictons, la tradition orale faisant semble-t-il référence à la « révolution synodique », indiquent le plus souvent, comme période propice, la vieille lune, celle de l'avant, celle de décembre, plus rarement la jeune ou la nouvelle lune, mais pratiquement toujours en automne ou en hiver.

3) Les recherches sur le bois et la lune de Ernst Zürcher

Ce scientifique suisse, chercheur à l'université de Bern et professeur à l'EPFL, s'est intéressé depuis quelques années en collaboration avec d'autres scientifiques européens aux phénomènes de rythmicité des végétaux et à l'influence de la lune sur la qualité des bois abattus.

Dès 1998, il cosignait avec 3 chercheurs italiens et français (Cantiani, Sorbetti-Guerri et



Michel), un article intitulé : " Le diamètre des troncs d'arbre fluctue avec les marées", montrant que les arbres sont soumis à des variations quotidiennes de diamètre sous l'effet conjugué de la lune et du soleil, comme les marées.

E. Zürcher entreprit ensuite une série de recherches sur l'influence des périodicités lunaires sur la qualité des bois : Une première étude sur des épicéas indiquait une différence de densité, le bois abattu en lune décroissante s'avérant plus dense de plus de 7% et leur résistance en compression de près de 12% par rapport aux bois abattus en lune croissante.

Des essais plus récents en 2003, sur un échantillon de plus de 620 arbres (épicéas et châtaignier), sur une période de 24 semaines, ont permis de mesurer l'influence des rythmes lunaires, non seulement synodiques (le cours et le décours), mais aussi sidéral (le passage devant les constellations du zodiaque) et dans une moindre mesure tropique (lune montante et descendante), sur 3 critères :

- La perte d'eau entre l'état vert et l'état sec
- Le retrait dû à la perte d'eau
- La différence de densité à l'état sec et à l'état vert

Les mesures ont porté à la fois sur de l'aulxier et du bois duraminisé.

(Cf publications de : Zürcher, Schlaepfer, Conedera et Guidici)

Cette nouvelle série d'essais a mis en évidence la perte d'eau qui varia chez l'épicéa comme pour le châtaignier (mais de façon moins importante) entre la période précédant la pleine lune et celle la suivant. Comme pour la densité, la perte d'eau s'est avérée maximale dans le décours de la lune, confirmant les dictons les plus courants des forestiers.

Pour Zürcher, " le rapport entre l'eau aisément extractible du bois, désignée comme libre et celle extraite en dessous du point de saturation des fibres ou "eau liée" fluctue en fonction des cycles lunaires.

Pour ce qui est du retrait, l'incidence est inverse de la densité, ce qui ne semble pas anormal, des bois plus denses ayant un retrait plus élevé.

Quelles conclusions retenir de ces récentes recherches ?

On peut retenir quelques idées de base :

Séchage du bois, densité et résistance mécanique sont dans l'état actuel des recherches les 3 paramètres identifiés en corrélation avec un abattage en période de décours.

C'est dans cette période suivant la pleine lune que l'on obtiendrait, les bois les plus denses, contenant le moins d'eau, qui sont tous deux des caractères qui contribuent en partie à la durabilité des bois.

Mais Zürcher reste très prudent dans ses conclusions ; il en convient, ces phénomènes sont d'une extrême complexité, et beaucoup moins simplistes que les règles et dictons traditionnels. Les influences des cycles lunaires restent difficiles à identifier au sein d'autres paramètres physiques et chimiques.

Nous en sommes certainement qu'aux prémices de recherches sur l'influence des cycles lunaires sur la qualité des bois. La science forestière est récente et celle du bois encore plus. La voie est ouverte aux recherches sur ce matériau surprenant et méconnu... et qui a un bel avenir devant lui..

Un grand principe valable dans tous les cas :

il faut, impérativement, couper les bois hors sève, entre novembre et février, et en vieille lune (décours), c'est encore mieux !

Réponses aux questions de la page 26

Un **bois luné**, ce n'est pas un bois coupé en bonne ou mauvaise lune, mais un bois dont une couche ligneuse est altérée, ce qui le rend impropre au sciage : il est atteint de « lunure », ce qui est un défaut.

Une **maison en bois de lune**, c'est une maison construite durant une seule nuit (de pleine lune) : autrefois dans certaines régions, pour ceux qui n'avaient pas de terrain pour construire, existait un droit respecté, celui de pouvoir s'installer sur une terre (communale ou même privée selon les cas), à condition que la cheminée y puisse fumer au matin (témoignage de Robert Chassac pour la Corrèze et de André Besson pour la Haute-Saône (*Une fille de la forêt*, p. 37-38).

5. A propos du cubage des bois

a) Mesure du volume d'un arbre abattu: cubage au réel et cubage au quart /72/

• Le volume mesuré **au réel** est normalisé; il est le seul utilisé dans les ventes de l'administration. C'est le **volume d'un cylindre** de révolution de même hauteur que le tronc ou grume et de circonférence mesurée en son milieu.

• Le cubage **au quart** est encore traditionnel pour le bois résineux dans certaines régions (Est de la France surtout). Il mesure non pas le volume d'un cylindre mais celui du **bois équarri** contenu dans un tronc considéré comme un parallélépipède sur toute sa longueur (ce qui est inexact).

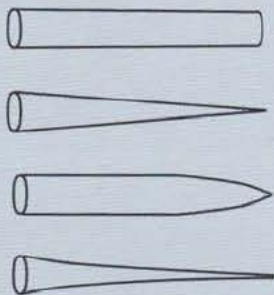
Le côté du carré est le 1/4 de la circonférence, mesurée au milieu du tronc.

Nota : pour le chêne, on cube aussi au 1/5 réduit.

b) Volume réel et volume apparent

La forme géométrique d'un arbre n'est pas régulière; ce n'est ni un cylindre, ni un cône. En fait, entre le pied, le milieu et la pointe de l'arbre, la forme géométrique du tronc varie /71/. La décroissance métrique (ou défilement) n'est donc pas régulière sur toute la hauteur de l'arbre. Celle-ci sera souvent forte au pied et dans la pointe de l'arbre.

Les formes que l'on trouve dans un arbre



La forme d'un arbre est souvent la combinaison de plusieurs formes géométriques.

Cubage au réel

L

mesure du diamètre D ou circonférence C

$$C = \pi D$$

$$V_{\text{réel}} = L \times \frac{\pi D^2}{4} = L \times \frac{C^2}{4\pi}$$

D = diamètre
C = circonférence

Cubage au quart

$$V_{\text{au } 1/4} = \left(\frac{C}{4}\right)^2 \times L$$

$$\frac{V_{\text{au } 1/4}}{V_{\text{réel}}} = \frac{\frac{C^2}{16}}{\frac{C^2}{4\pi}} = \frac{\pi}{4} = 0,78 \sim 3/4$$

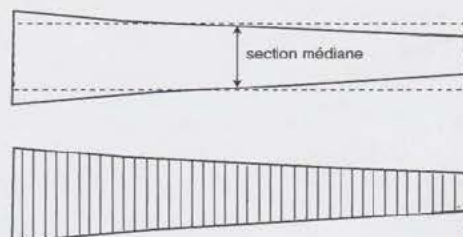
72

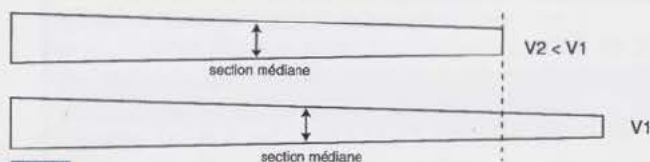
Le triage des fûts permettra de réduire la décroissance en purgeant « billes de pied » et « billes de pointe ».

Le cubage dit « au réel » n'est donc pas du tout un volume exact mais un volume commercial, puisque l'on considère que la grume est un cylindre parfait de section égale à la section médiane de la grume /72/.

En fait le cube au réel est « commercial » et parfois, selon la forme des arbres, il est très différent du volume exact: celui-ci pourrait être obtenu en plongeant un arbre dans l'eau et en mesurant le volume d'eau déplacé; ou bien en tronçonnant fictivement la grume en une succession de tous petits billons et en mesurant la somme de ces volumes (c'est le principe du mesurage électronique du bois dans l'industrie) /73/.

Cet écart entre volume réel (ou commercial) et volume exact peut avoir une conséquence bizarre: **allonger la grume peut diminuer son volume...**





74.1

En effet, l'éboutage se fait, en général, à 18 ou 20 cm : c'est la découpe marchande. Mais il arrive très souvent que le bûcheron éboute plus petit : vous seriez en droit de faire une réclamation auprès de l'exploitant forestier /74/. N'en faites rien car il peut arriver que le volume d'une grume diminue lorsque sa longueur augmente ; cette anomalie tient simplement à la forme de l'arbre. Les pointes en petit bois sont ainsi souvent gratuites. Mais cela dépend bien entendu de l'essence et de la forme des arbres d'une station. Apprenez à connaître les essences que vous utilisez, faites des mesures, vous en tirez ensuite le meilleur rendement.

Si vous avez besoin d'estimer des bois sur pied, recourez aux compétences d'un spécialiste à l'œil exercé (un technicien forestier). On peut le faire soi-même, mais si l'on n'a pas d'expérience, les estimations obtenues seront peu fiables.

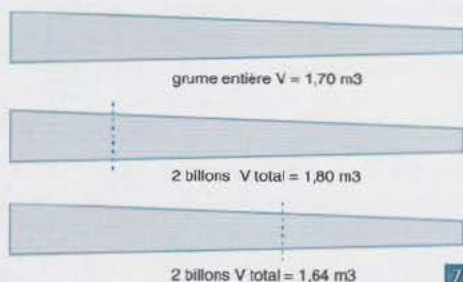
Vous devrez, en revanche, pouvoir cuber correctement les bois abattus. C'est le cubage le

Le casse-tête des acheteurs de bois : les deux billons

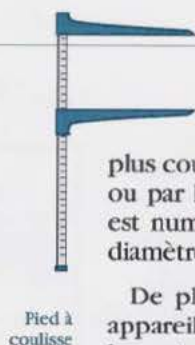
L'acheteur de bois mesure une première fois le volume « réel » de la grume ou arbre entier - qui n'est pas un volume géométrique.

Après triage et façonnage de la grume en plusieurs billons, le volume réel total des différents billons obtenus est différent du volume de la grume.

Si l'on coupe en deux une grume, selon le point où l'on effectue la découpe, le volume sera très différent et varie selon les essences et les stations.



74.2



plus courant, qui sera effectué par le bûcheron ou par le « commis de coupe ». Chaque arbre est numéroté au pied et mesuré (longueur et diamètre ou circonférence au milieu).

De plus en plus d'exploitants utilisent des appareils d'enregistrement électronique sur leur pied à coulisse, leur permettant d'accélérer le calcul des volumes. Le temps où le cubage se faisait avec un mètre « élastique » est semble-t-il révolu. On garde pourtant l'habitude de vérifier le cubage par sondage (on vérifie au hasard quelques billes à la réception du lot).

6. Exploiter et transporter



Le chargement des bois...

Vous pouvez confier ces opérations à des professionnels bien équipés. Si vous achetez du bois exploité en grande longueur, sachez que les dimensions maximales transportées sont en général de 14 à 18 m, suivant le matériel de transport.

Une semi-remorque avec grue forestière transportera un maximum de 40 à 45 m³ par voyage.

Achetez des bois propres



Pour débarker des bois longs, il n'y a guère d'autre moyen que de les traîner derrière un tireur ou skidder. Si la distance de débarkage est longue, si le terrain est boueux et si le bois est en sève, l'écorce se détachera et vous obtiendrez à l'arrivée une grume enrobée de boue et de cailloux, qui seront autant d'ennemis pour l'affûtage de votre tronçonneuse. Il n'y aura plus qu'à les laver à l'eau sous pression. Faites débarker les bois par temps sec (dans les pays du nord on profite de la neige gelée). Évitez aussi les bois abattus et ébranchés à l'abatteuse mécanique : leur surface est trop abîmée et vous obligera à planer les bois.



... et leur déchargement sur le chantier de préfabrication

76

7. Stocker, trier, écorcer les bois

Organisez votre parc à bois en fonction de vos moyens de levage.

Si vous disposez d'une grue électrique, réservez une place au stockage et au triage des bois.

a) Pourquoi trier les bois

Plus vos bois sont tordus ou décroissants, plus il sera nécessaire de bien les trier. Ce triage se fera après écorçage pour être plus précis, car l'écorce cache parfois de petites courbures et peut masquer la qualité d'un fût.

Pour construire une fuste, il faut en général quelques fûts très longs et très droits pour les pannes, les linteaux..., beaucoup de billes de longueur moyenne de 6 à 8 m et des pièces courtes de 1,50 m à 4 m.

Le triage permet :

- de mettre de côté les fûts longs bien droits (les plus durs à trouver),
- d'éliminer les courbes importantes d'un fût impropre à la construction,
- de réduire la décroissance, notamment des billes de pied et des pointes,
- et surtout de calibrer les bois de façon à construire avec un diamètre moyen homogène.



b) Faut-il éliminer les bois tordus ?

Lors de sa croissance, l'arbre est soumis à un certain nombre de contraintes : vent, lumière..., à la concurrence au sein du peuplement, qui vont se traduire par des courbures plus ou moins prononcées du fût.

Ces courbures doivent souvent supporter un poids important et l'arbre va développer, dans cette concavité, du bois dit « **de compression** », qui est une réaction à une croissance anormale (on parle aussi de bois de « réaction »). C'est un bois fragile et à fort retrait.

Une fois l'arbre abattu, la partie courbe du fût contenant beaucoup de bois de compression tendra à se détendre et provoquera parfois des fentes de séchage importantes.

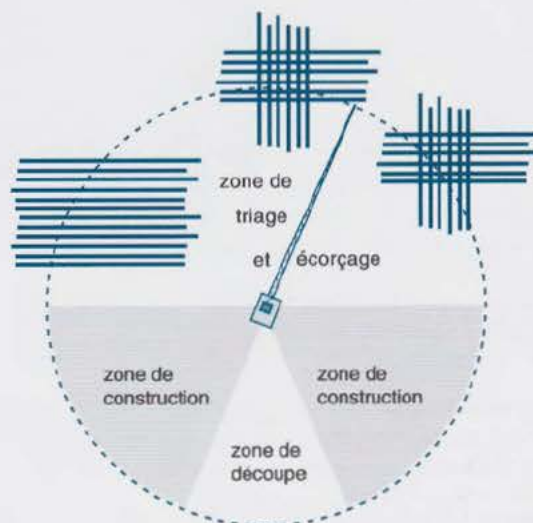
Faut-il donc éliminer ces bois tordus ?



Le tas de grumes déchargées...



... puis triées par calibre



80



La grue, l'ossature en construction et le stock de bois triés

81

Bois de compression et bois de tension

On parle de bois de compression pour les résineux, c'est le bois de "réaction" produit par l'arbre dans la partie comprimée et concave (creuse) d'un bois tordu.

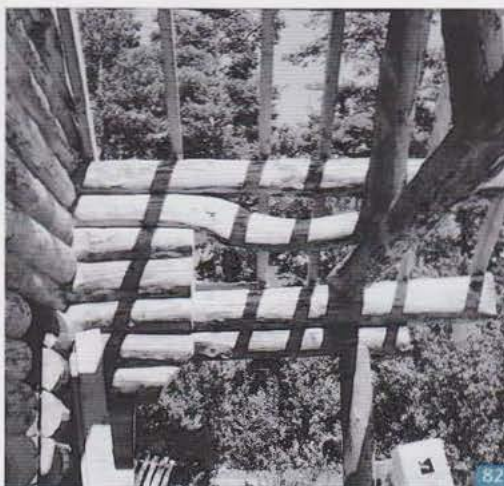
Chez les feuillus, c'est l'inverse, le bois de réaction est appelé bois de tension car il se développe dans la partie convexe (bombée). L'un comme l'autre sont des bois de réaction et ils contribuent à compenser la courbure et à redresser l'arbre. Tous deux sont des bois à fort retrait axial et à densité plus forte, même si leurs fibres sont plus courtes, que du bois "normal".

Chez les résineux, ce bois de compression, de croissance rapide provoque un excentrage du cœur de l'arbre, et une forte nervosité.



Les pieds, très tordus, seraient difficiles à scier, pour le moins; les pièces obtenues se déformeraient très vite au séchage, en les rendant impropres à toute utilisation. Et leur courbure est parfois si importante qu'ils s'éliminent d'eux-mêmes pour la construction même de la fuste.

Mais ne les mettez pas au rebut. Vous en trouverez toujours l'utilisation. Certains pourront trouver leur place en débord, et venir rompre la monotonie d'alignements trop réguliers, en encorbellement, en rambardes, limons d'escaliers... Ce sont ces bois et pieds tordus qui, utilisés de façon ponctuelle et judicieuse, signeront votre fuste.



Ces bois tordus, rappel de l'arbre et de la nature, signature du constructeur. Mais évitez qu'ils ne viennent déformer un mur.

c) Faut-il traiter les bois sur le parc ?

Quels sont les risques d'attaques d'insectes sur un parc à bois ? Distinguons bien :

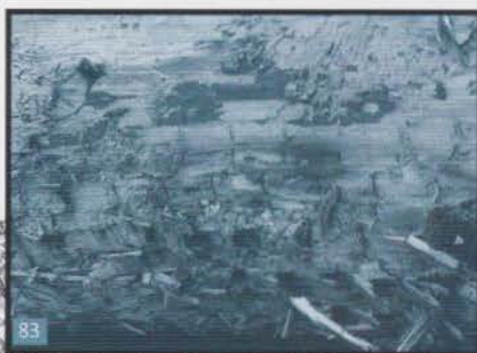
- **les insectes forestiers** (dits "de bois verts" : scolytes, bostryche...) qui pondent leurs œufs sous l'écorce du bois. Ces insectes peuvent faire beaucoup de dégâts sur l'aubier - assez visibles mais peu profonds (quand le bois sera sec, ils n'auront plus guère d'activité). Toutefois, pour essayer de les éviter, on peut soit placer des « pièges à insectes » (utilisés sur les parcs des injecteurs de poteaux téléphone et EDF), soit traiter avec un insecticide répulsif pour bois en grume. Le traitement d'une pile de bois sera difficile à réaliser. On peut douter quelque peu de son efficacité.

- **Les insectes xylophages** : ils sont plus dangereux. Ce sont le capricorne et la vrillette essentiellement, qui peuvent pondre sur du bois écorcé ou non, et aussi les termites en zone contaminée. L'expérience semble montrer que le capricorne pondra plus facilement dans les fentes de bois écorcés où il déposera directement ses œufs. L'attaque sera plus grave. Stocker longtemps sur parc du bois résineux écorcé, non traité, pourra être la source de problèmes.

On pourrait envisager de traiter le bois dès son écorçage et avant entaillage. Mais le bois

étant humide, seul un produit insecticide à solvant aqueux est adapté. Dans ce cas pourtant, la pénétration sur du bois en grume, cambium conservé, est quasi nulle.

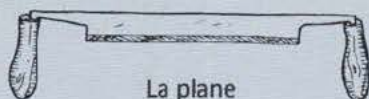
Il paraît plus logique de traiter les bois, déjà secs à l'air, après entaillage. Le traitement sera plus efficace (voir AF1).



A éviter : les bois coupés à l'abatteuse, exploités mécaniquement. Leur surface abîmée les rend impropres à la fuste.

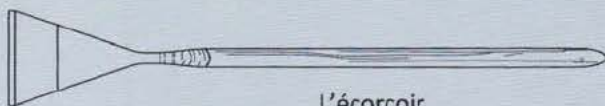


QUAND ÉCORCER ET PAR QUELLE MÉTHODE



La plane

ou



L'écorçoir



84.1



84.2

Il convient de bien distinguer les 3 types d'essences résineuses :

- Les bois blancs (Sapin pectiné, Epicéa)
- Les Pins (sylvestre, maritime, laricio etc..)
- Les bois rouges (Mélèze et Douglas)

Pour les bois blancs et pins, il est impératif de les écorcer le plus tôt possible avant le printemps ou au plus tard au début du printemps pour éviter les échauffures, les attaques d'insectes, le bleuissement.

L'écorçage en hiver permet au bois de commencer à sécher lentement pendant la période où insectes et champignons sont inactifs.

On pourra utiliser l'écorçoir ou la plane.

Des bois abattus en hiver peuvent être écorcés plus facilement en début de printemps avec un écorçoir car la montée de sève naturelle (même sur du bois fraîchement abattu dans l'hiver), facilite le décollement de l'écorce.

L'écorçage de printemps présente l'inconvénient, si le temps devient très humide ou orageux d'être la source de décoloration des bois par le mildiou. On devra être très vigilant en cas de pluie, et badigeonner les bois fraîchement écorcés avec une bouillie bordelaise (6 g/litre d'eau). Ce traitement très simple se délave facilement et devra être renouvelé.

Le lavage des bois à l'eau sous pression, après écorçage, a pour effet de lessiver la sève et ainsi de réduire les attaques de mildiou.

En fin de printemps, l'écorce se décolle plus difficilement, et l'on sera alors obligé d'utiliser la plane, voir même un laveur haute pression.

Pour le Douglas et le Mélèze, on pourra laisser des bois bien duraminisés (possédant une très faible couche d'aubier) sécher avec l'écorce, pendant 1 an. Là encore il s'agit de bois coupés pendant l'hiver uniquement.

L'écorce sera très facile à détacher après une année de séchage.

Outre la facilité d'écorçage, cette méthode garantit un séchage très lent, ce qui est nécessaire pour une essence nerveuse comme l'est le mélèze.

Ecorcer les bois à l'eau sous pression

Cette méthode a ses partisans, car elle facilite les écorçages difficiles (écorce collée après le printemps, écorce épaisse de certains pins ou douglas).

Un appareil de lavage de très-haute-pression (près de 300 bars) est nécessaire. La consommation d'eau (près de 1m3 d'eau par M3 de bois) impose de posséder son propre captage, ce qui peut devenir problématique par temps sec.

On ne devra écorcer par cette méthode que des bois abattus en hiver pour éviter la détérioration du cambium.

d) Mesurer l'humidité et le retrait du bois avant son utilisation

Le séchage du bois et son comportement au séchage sont deux paramètres essentiels pour construire correctement une maison en bois, et a fortiori quand on construit avec des fûts.

Lorsque l'on met un bois en œuvre dans l'industrie du bois, on connaît de façon précise son humidité. Mais demandez à un charpentier traditionnel ou à un fustier quelle est le taux d'humidité H du bois qu'il travaille : vous aurez rarement une réponse précise. Quant au retrait que va subir ce même bois... Et pourtant, selon que l'on travaille des bois verts (H à près de 100%), des bois humides (H à près de 30 %), ou des bois mi-secs (H à près de 20%), le tassement et la compression subis par les assemblages vont fortement varier, presque du simple au double (entre des bois à 30% et des bois à 20%). Il est donc essentiel de prévoir le comportement des bois utilisés avant de commencer à tailler la fuste.

Le séchage d'un bois brut en rondin est très complexe car non seulement il dépend de son essence et de ses conditions de croissance, de sa rectitude... mais surtout, le retrait dans le sens de la circonférence (retrait tangentiel) est le double de celui dans le sens du diamètre (retrait radial). Un mur de bois empilé se tasse : c'est la résultante du retrait radial. Le retrait tangentiel qui est, quant à lui, le double du retrait radial, a tendance à provoquer une fente radiale, que l'on observe toujours en bout d'un débord de maison empilé en rondins, et qui peut venir accentuer le tassement des bois d'une maison si cette fente radiale n'est pas bien contrôlée au niveau de la gorge (voir p. 87-93).

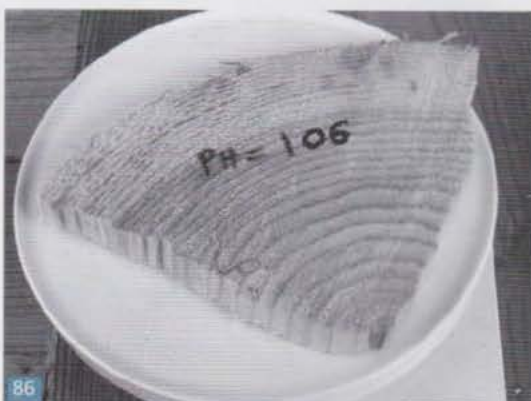
• Comment peut-on mesurer l'humidité d'un bois et prévoir son retrait ?

Il existe des appareils de mesure de l'humidité du bois mais ils ne sont précis qu'en dessous d'une humidité relativement faible (H à moins de 18 %) alors que le charpentier-fustier utilise des bois qui dépassent toujours ce seuil.

Il est pourtant possible de mesurer le taux d'humidité du bois, et d'avoir en même temps une indication du retrait par une méthode très simple : la double pesée. Exposons-la :



85
Prélever une rondelle peu épaisse (1 cm d'épaisseur environ) en évitant de la prendre en bout du fût.



86
Si la rondelle est trop grande, la couper en quartiers et la peser.



87
Sécher au four à micro onde...



88
...en position mini, par tranche de 5 minutes

Pour sécher le bois à 0%, un four à une température de 100° C env. est suffisant.

Attention ! Le bois s'enflamme tout seul dès qu'il est proche de 300°.

On prélève quelques échantillons à l'occasion du tronçonnage d'une bille : il s'agit de rondelles de 1 cm d'épaisseur environ, choisies à distance des extrémités de la bille et correspondant au diamètre moyen utilisé dans un lot.

On mesure aussitôt le poids PH d'une rondelle au moyen d'un pèse-lettre, à une précision de 1 g.

La rondelle est alors mise à sécher, au four micro-onde ou autre, et on la pèse régulièrement, jusqu'à ce que son poids ne diminue plus. On peut alors considérer que la rondelle est anhydre. Elle a perdu toute son eau, et son taux d'humidité est de 0 %.

On pèse cette rondelle anhydre (si la rondelle est trop grande pour le four, la diviser en plusieurs morceaux) et on obtient un poids P0.

Le taux d'humidité de cet échantillon était donc : $H \% = (PH - P0) / P0$ en %

• La mesure du retrait

On pourra également mesurer la largeur de la fente de retrait après séchage partiel ou complet, prise à la périphérie de la rondelle.

La largeur maximale de la fente de retrait est égale à la moitié du retrait tangentiel. On peut donc en déduire une valeur approximative du coefficient de rétractabilité du bois utilisé. Procéder comme suit :

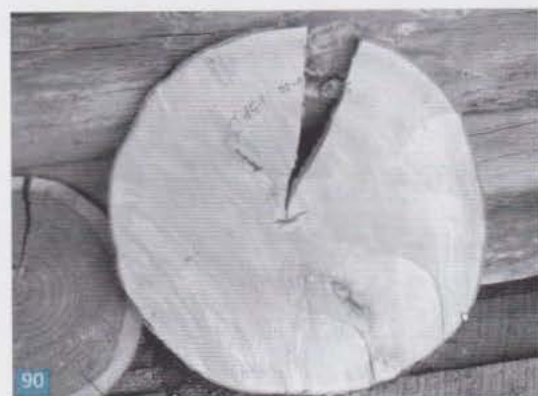
- Prélever une rondelle peu épaisse (1 cm d'épaisseur environ) en évitant de la prendre en bout du fût.
- Mesurer son diamètre ou sa circonférence et peser la rondelle.
- Faire sécher cette rondelle au soleil ou au-dessus d'une source de chaleur.
- Mesurer la largeur de la fente de retrait et peser la rondelle. Mesurer ensuite l'humidité de cet échantillon par la méthode décrite plus haut (si la rondelle est trop grande pour entrer dans le four micro-onde, en couper un morceau - une part de gâteau).

• Quand mesurer le taux d'humidité et la fente de retrait ?

Ces opérations doivent se faire lorsqu'on commence la préfabrication de la fuste. Les bois se sont déjà ressuyés.



Mesurer la circonférence avant séchage et la largeur maxi de la fente après séchage.



Sur une rondelle de hêtre, le retrait est le double de celui de résineux. C'est le cas de beaucoup de feuillus denses.

Exemple

Une rondelle de 30 cm de diamètre, soit 94 cm de circonférence.

Avant séchage, on a pesé cette rondelle.

Après séchage, on la pèse à nouveau. On mesure la fente de retrait. Puis on la sèche au four de façon à déterminer son poids anhydre (à 0 %).

Les mesures obtenues sont :

- une fente de retrait de 4 cm
- humidité initiale : 40 %
- humidité finale : 10 %.

La rondelle a perdu en séchant, à partir du point de saturation 30 % : $30 - 10 \% = 20\%$,

ce qui correspond à un retrait de $2 \times 4 = 8$ cm, soit pour 20 points de perte d'humidité, un retrait tangentiel de $8/94 = 8.5 \%$.

Le retrait radial sera la moitié du retrait tangentiel soit $8.5 \%/2 = 4.2\%$, pour une variation d'humidité de 20 %.

Cette mesure permettra de prévoir en connaissance de cause le tassement-retrait de la maison et la technique de travail à mettre en œuvre.



Une grue dessert les deux ossatures, la zone de découpe (à l'arrière) et le stock de bois triés et écorcés

III. L'ORGANISATION DU TRAVAIL ET DU CHANTIER

Travailler avec efficacité : une méthode de travail

Construire une fuste est un travail très physique. Il peut devenir dur et pénible si le chantier est mal organisé. Alors, faites en sorte que ce travail magnifique devienne un véritable plaisir.

Organisez votre chantier pour éviter de gaspiller votre temps et vos forces, en rangeant les bois sur le parc (voir le triage), en évitant les déplacements inutiles, en faisant les bons gestes pour ne pas user votre corps.

1) Travailler en série sur chaque demi-tour

La construction d'une fuste est un travail de séquences successives qui sont autant de « postes de travail » : écorcer - trier - choisir son bois - tracer la préentaille - découper - tracer l'entaille finale - découper - remonter.

Imposez-vous de faire cette séquence non pas sur un fût, mais sur la totalité de ceux d'un demi-tour /93/. Vous gagnerez en temps et limiterez la fatigue, même si vous travaillez seul, sinon vous passerez votre temps à changer d'outil et de poste de travail. Le travail par série dépend donc du nombre de pièces d'un demi-tour.

Si vous travaillez à plusieurs sur une grande maison, cette méthode sera d'autant plus agréable que les tronçonneuses seront en marche en même temps, et leur durée d'utilisation réduite. Le bruit de la tronçonneuse est supportable pour celui qui tronçonne, mais insupportable... pour celui qui est en train de tracer tout à côté.



Une solution économique pour les chutes

Travailler en série par demi-tour



Organisez donc votre chantier en conséquence. Prévoyez autant de places de découpe que vous aurez de pièces à découper à chaque demi-tour. S'il y a beaucoup de pièces similaires, numérotez-les en bout lors du traçage de la préentaille et placez-les dans un ordre logique sur leur place de découpe.

2) Réduisez les déplacements

Ayez toujours en tête de réduire vos déplacements, ainsi que ceux de la grue qui, elle aussi doit exécuter le moins de mouvements possibles entre le stock de bois, la fuste et la place de découpe.

3) Rangez vos outils

Les outils doivent être à leur place, en nombre suffisant : plusieurs tourne-billes bien disposés, des cales de blocage à chaque coin de la maison, une place de rangement des outils proche du lieu de découpe (une minicabane/armoire de chantier qui pourra se déplacer aisément à la grue : si votre chantier reçoit des « visites » en votre absence, vous pourrez suspendre l'armoire à la grue).

Disposez des billots un peu partout sur le chantier. Vous y poserez votre compas, votre gouge, vos gants, votre mètre, ... à moins que vous n'ayez envie de les perdre dans la sciure et de passer de longues minutes à les chercher.

4) Nettoyez votre chantier

Un fustier produit avec sa tronçonneuse une quantité de déchets (écorce, préentaille, facettes, entailles longues) sur lesquels il risque de buter à tout instant. Prenez l'habitude de nettoyer tous les jours, à l'aide de seaux, brouettes, caisses... Une solution économique (mais certes assez peu esthétique) est d'utiliser des fûts d'huile de 200 l, dans lesquels vous aurez découpé un des fonds à la disqueuse. Une sangle permet de les soulever à la grue, une autre sangle, inférieure, de les renverser dans la remorque /92/. Une dizaine de fûts bien disposés autour de votre place de découpe vous feront gagner du temps.

Et bien sûr et toujours, rangez, rangez... vos outils, vos bois... Un chantier de fuste peut rapidement tourner à la pagaille.

5) Et surtout, ménagez votre corps

Votre corps est votre outil le plus précieux. S'il s'use, vous ne pourrez pas le renouveler. Et la pièce qui s'use le plus vite, car elle est constamment sollicitée, c'est la colonne vertébrale. Alors faites les gestes et prenez les positions qui vous permettront de l'économiser.



94b

Ne faites pas souffrir vos disques



2



3



4



94a



5



6



7

Etre souple sur ses jambes pour ménager sa colonne vertébrale



8

Les doigts blancs : le syndrome de Raynaud



« Parmi les inconvénients corporels ou physiques que peut provoquer l'utilisation fréquente de la tronçonneuse, il faut signaler la possibilité de crises d'asphyxie (ou de pâleur) des doigts, survenant au froid et que l'on appelle syndrome de Raynaud, car elles s'apparentent à la Maladie de Raynaud.

Celle-ci, qui se voit surtout chez les femmes, est caractérisée par des crises apparaissant au froid, ou encore à l'occasion d'une émotion, mais parfois aussi sans aucune cause décelable. Les doigts deviennent pâles, livides, froids, raides et maladroits, avec une sensation d'engourdissement et de fourmillements. Au bout de quelques minutes, à la phase d'asphyxie succède une phase de cyanose, les doigts devenant violacés et tuméfiés, tout en restant froids. Enfin apparaît une rougeur vermeille, précédant le retour à la normale. Lorsque les crises sont fréquentes et graves, elles peuvent évoluer vers des troubles trophiques.

Chez les fustiers, comme chez les travailleurs qui utilisent le marteau-piqueur ou la perforatrice à air comprimé, le même tableau d'asphyxie des doigts peut survenir au froid, touchant surtout la main qui dirige l'outil (la main gauche chez le droitier), mais parfois les deux mains. On pense que ce sont les microtraumatismes par percussion (plutôt que les vibrations) qui agissent sur les vaisseaux des doigts, les sensibilisant de telle sorte qu'un syndrome de Raynaud survient au froid.

Il faut savoir que si ce symptôme est relativement fréquent, il n'est pas grave, et ne justifie qu'exceptionnellement un changement de profession. La meilleure façon de se protéger est d'éviter le froid, non seulement au niveau des mains, mais également de la totalité du corps. Il faut, de même, éviter toute blessure, même légère. »

R.H.



Faut-il bâtir la fuste sur le site ou préfabriquer ?

Il semblerait logique de bâtir la fuste directement sur les fondations de la maison - que ce soit une dalle en radier, un vide sanitaire, un sous-sol ou autre... -, de la même façon qu'un maçon construit sur les fondations.

A priori, cela permet d'éviter beaucoup de travail. Le démontage et remontage d'une maison de 100 m², préfabriquée puis remontée sur son site, représente près de 2 semaines de travail et des coûts de transport et manutention élevés. Si vous préfabriquez, il faudra une grue sur le chantier de préfabrication et une autre sur le site pour le remontage.

Pourtant quelques arguments méritent d'être considérés :

► la construction de l'ossature en rondins bruts demande un volume de bois important, qu'il convient en premier lieu d'écorcer, si possible de faire sécher 1 an ou 2, et de trier. Il faut donc beaucoup de place de stockage, ce qui est rarement possible autour des fondations d'une maison où la place est souvent exigüe ;

► la construction sur le site oblige à insérer l'isolant entre les bois (laine de verre ou de roche ou naturelle), au fur et à mesure de la fabrication, ainsi que les gaines électriques. Or :

- à moins que les bois ne soient très secs, la laine, emprisonnée entre deux rondins, s'imprégnera de leur humidité et deviendra source de moisissure ;

- la présence d'un isolant entre les bois rend problématique leur nettoyage à l'eau sous pression, en fin de construction ;

► si vous avez des voisins près de votre site, le bruit de la tronçonneuse, longuement répété pendant plusieurs mois, peut être la source de bien des problèmes de voisinage ;

► si votre fuste doit reposer sur un sous-sol élevé, sa construction sera compliquée et dangereuse (pensez aux

règles de sécurité pour le travail en hauteur). N'oubliez pas que chaque tronc doit être tracé sur son pourtour. Si le sous-sol est très haut, il ne sera plus question d'utiliser des échelles. Il faudra échafauder, - c'est long et coûteux.

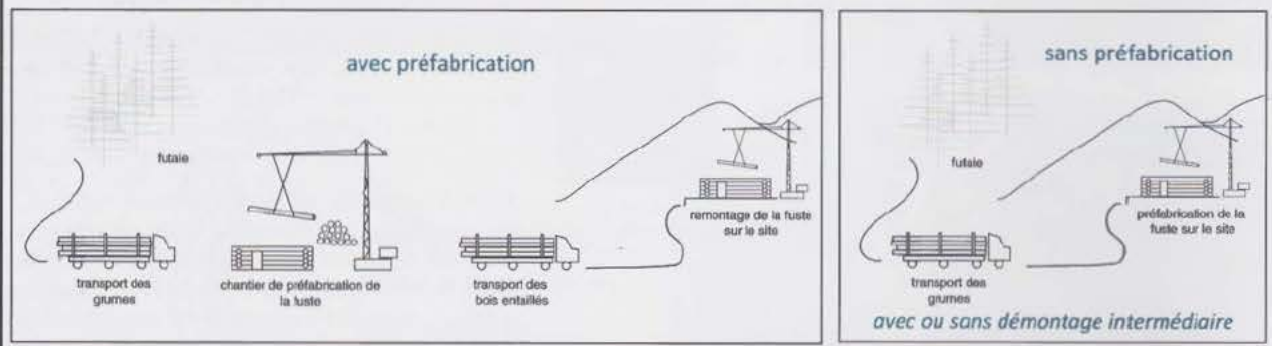
En revanche, si vous préfabriquez sur un sol plat, la fuste calée sur quelques traverses de bois, vous pourrez faire toute la construction sans échafaudage, uniquement en utilisant des échelles légères que vous déplacerez.

Une troisième méthode a été testée par quelques auto-construiteurs qui ont bâti sur le site. Elle consiste à préfabriquer l'ossature sur ses fondations définitives, mais sans poser à chaque rang l'isolant entre les bois et les gaines électriques. Une fois l'ossature du rez-de-chaussée terminée, les bois sont numérotés et rapidement démontés, à l'exception du 1er tour qui reste calé en place. Il reste alors à remonter les bois en introduisant gaines et isolant en place définitive. Le remontage est très rapide, sans aucun risque d'erreur de calage. Pour l'étage, on procédera de même manière.

Cette méthode semble la mieux adaptée à une construction sur site.

En résumé, si votre site est d'un accès facile, disposant de beaucoup de place alentour, de plain-pied, isolé, ou si vous avez des voisins sourds ou souvent absents, et si vous construisez pour vous-même, n'hésitez pas à monter votre fuste directement sur le site.

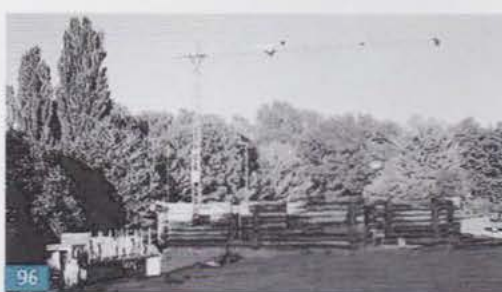
Dans le cas inverse, installez votre chantier de préfabrication soit proche de la matière première, - dans une clairière en bordure de la forêt où vous exploitez les bois, ou encore dans un champ, sur une carrière désaffectée... Choisissez de préférence un emplacement où un branchement électrique, même provisoire, est possible.



95



Transport des bois entaillés du lieu de préfabrication...



... au site de construction

IV. LES PLANS D'EXECUTION

Pour obtenir le permis de construire, une série de plans a été établie : plans des différents niveaux, élévations, et parfois coupes.

1. Plans par niveaux (ou « coupe horizontale ») : plan à l'échelle de chaque niveau (sous-sol, rez-de-chaussée, étage)

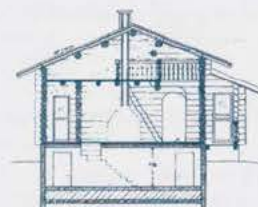
2. Elévations ou plans de façades : vue à l'échelle, « de face » (et non en perspective) des chacune des 4 façades de la construction

3. Coupes : sections « à la verticale », selon un ou plusieurs plans verticaux, de la construction à réaliser. Le ou les plans de coupe et le sens du point de vue doivent être portés sur les plans au sol.



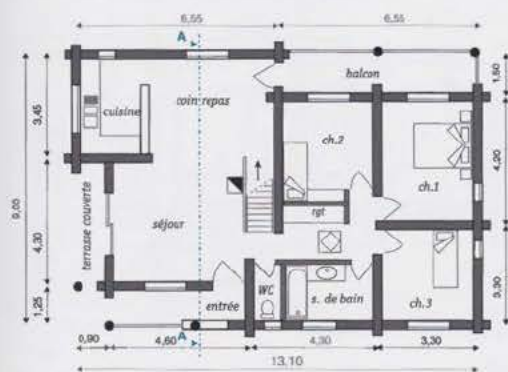
2

Elévations



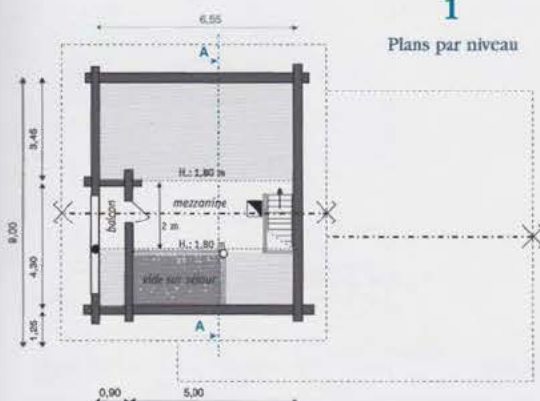
3

Coupe A-A



1

Plans par niveau



97

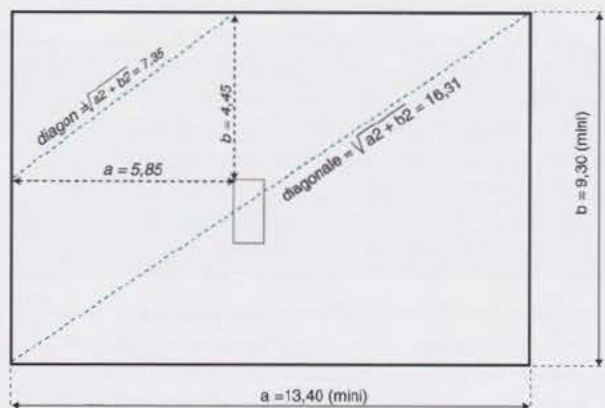
Ces plans ont servi à établir les devis avec précision (toiture, menuiseries, planchers, cloisons, carrelage...). À partir de ces plans, il faut maintenant préparer des **plans d'exécution** qui vont servir de base pour la réalisation des fondations et surtout pour la construction même de la fuste.

1. Pour les fondations ou sous-sol

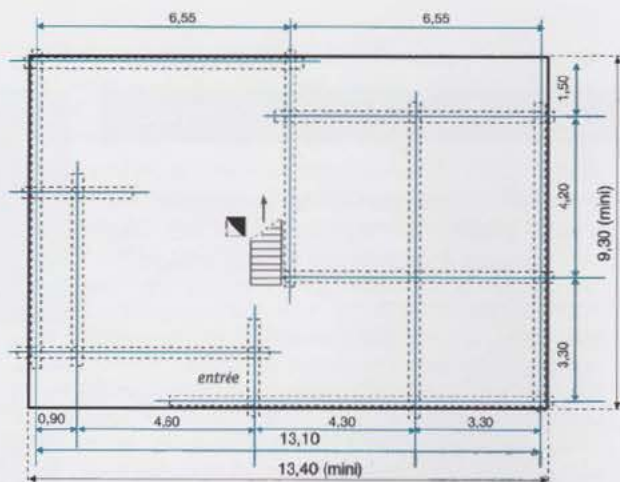
Indiquez sur le plan de la dalle ou des plots les axes des premiers fûts, leur diamètre moyen et la saillie éventuelle de la dalle par rapport aux premiers bois /98, 99/.

Faites figurer également les diagonales, pour que le maçon puisse vérifier l'équerrage de la dalle. S'il existe une cage d'escalier venant du sous-sol, pensez à la coter avec précision, en utilisant là encore les diagonales.

Après exécution de la dalle, vérifiez sa planéité (au moyen d'une règle, d'un niveau à eau, d'une lunette ou laser). Il est rare que cette planéité soit parfaite, c'est-à-dire précise à ~ 1 cm. Vous corrigerez les erreurs en calant le premier tour de la fuste.



98 Plan de la dalle (nota: $a^2 = a \times a$, $b^2 = b \times b$)



99 Plan d'implantation des bois sur la dalle

Il sera bon de tracer sur la dalle (au cordex) l'axe des premiers bois avant de les implanter, cela évitera toute erreur ultérieure.

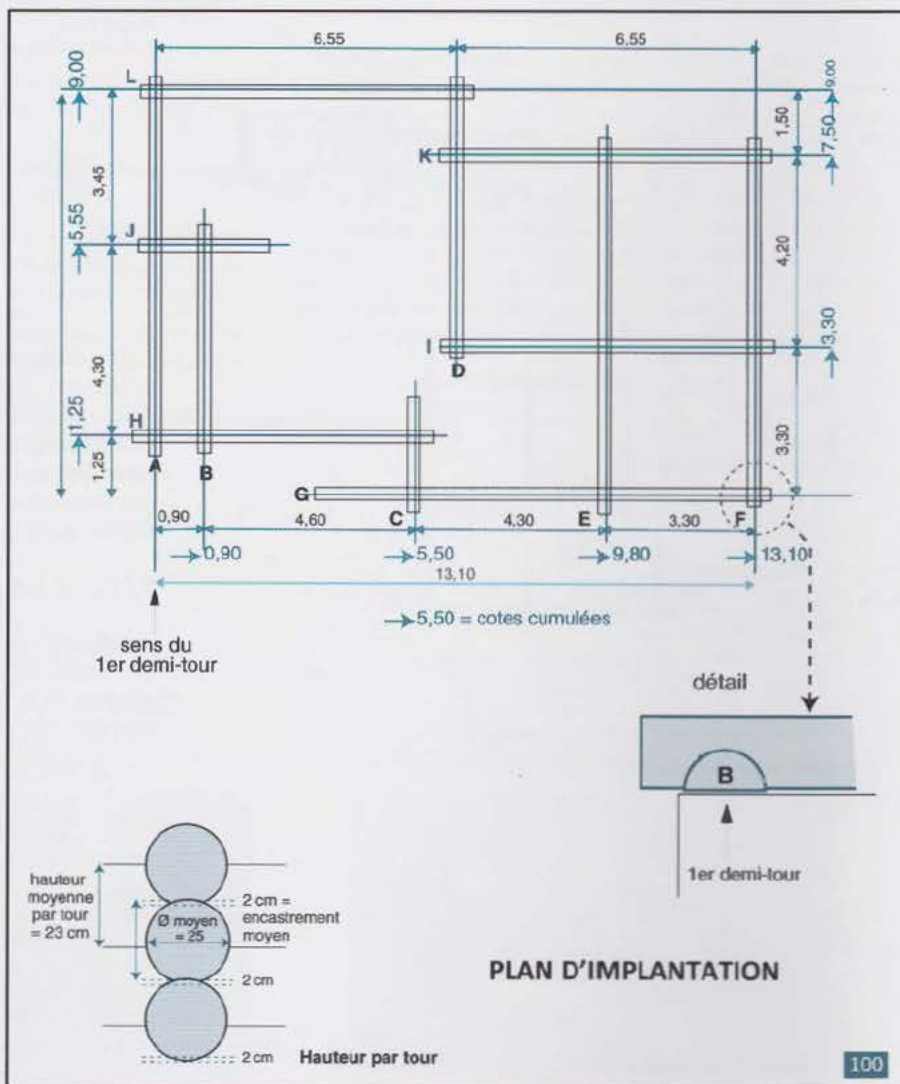
2. Les plans d'exécution de la fuste

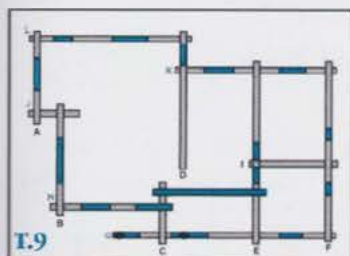
a) Cotation

Les plans seront réalisés au 1/50. Ils comprendront les plans au sol de chaque niveau, les élévations (les 4 façades), et aussi une ou deux coupes intérieures de la maison, si celle-ci présente une certaine complexité.

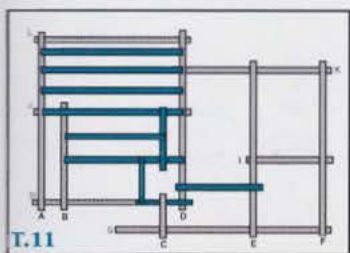
Ces plans seront « cotés aux axes ». Les fûts seront figurés à l'échelle de leur diamètre moyen, de façon à ce qu'il soit facile de compter le nombre de tours nécessaires pour bâtir les murs et calculer ainsi, en mètres linéaires, le mètre de bois voulu.

La détermination de la hauteur moyenne d'un tour dépendra du diamètre et de la rectitude des fûts. L'encastrement moyen est parfois supérieur à 1,5 cm. Si vous ignorez le diamètre moyen réel des arbres que vous utiliserez, faites une hypothèse de

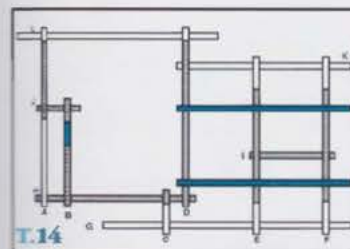




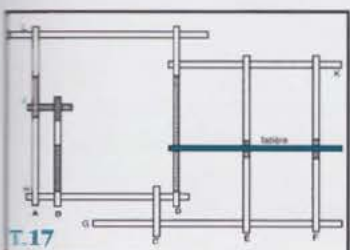
T.9



T.11

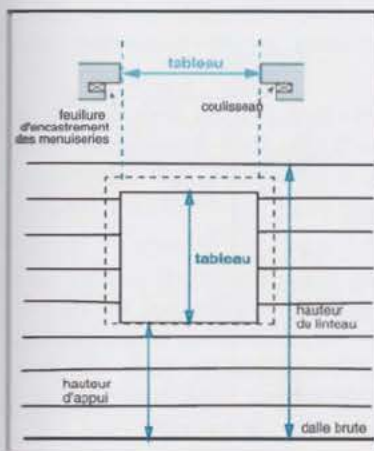


T.14

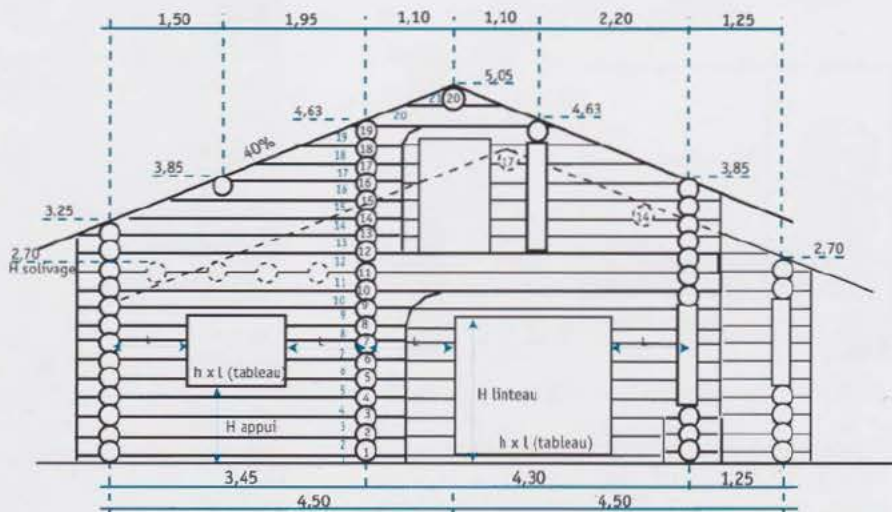


T.17

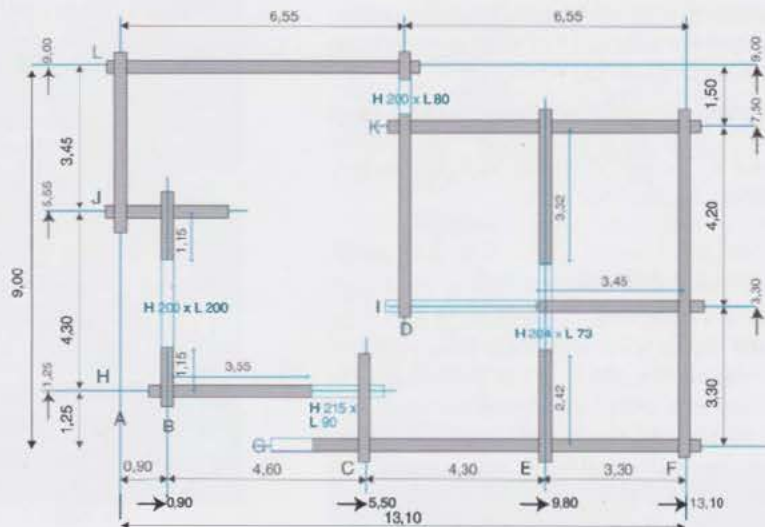
101 Plans des opérations à exécuter, tour par tour



102 Cotation des ouvertures



Faire un plan en élévation de chacune des façades 103



2ème TOUR

104 Figuration en bleu des tâches à exécuter au 2ème tour

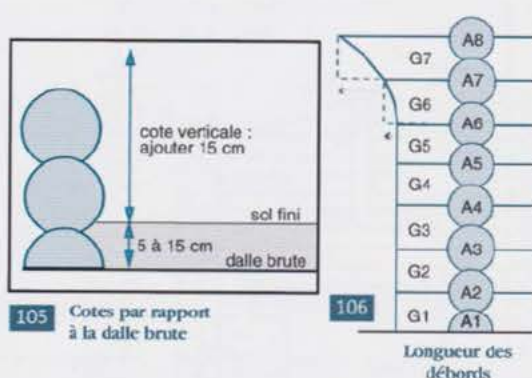
départ. Il sera toujours temps de remettre à l'échelle les rondins de votre plan en cours de construction.

Les plans devront indiquer clairement :

1 - Le sens du premier demi-tour que vous aurez choisi pour vous faciliter l'implantation (cf. ci-dessous p.112-113) /100/;

2 - toutes cotes « aux axes », y compris les cotes cumulées : cela vous évitera toute erreur sur le chantier /100, 104/;

3 - les cotes les plus précises possibles du niveau des linteaux des portes et fenêtres, hauteur et largeur des portes et fenêtres « en tableau », c'est-à-dire la dimension du passage entre les rondins /102, 103/ (cf. p. 120)



Attention : toutes les cotes de hauteur doivent être indiquées par rapport à la dalle brute, c'est-à-dire la face inférieure des premiers rondins. Ces cotes doivent tenir compte de l'épaisseur éventuelle du carrelage et/ou du chauffage par le sol (5 cm env. pour un carrelage simple sur chape, 15 cm env. pour un carrelage avec chauffage par le sol) /99/.

4 - la longueur des débords par rapport à l'axe des murs. Si cette longueur est variable, notamment pour les arches, il faudra indiquer la longueur pour chaque tour /100/.

b) Un plan par tour

Pour éviter toute erreur ou oubli, il sera bon de prévoir un plan par tour. Cela peut paraître un peu fastidieux, mais c'est indispensable pour éviter tout oubli ou erreur, surtout si le plan est complexe. Pour votre première fuste, gâchez un peu de papier et faites autant de photocopies du plan de base que de tours, en indiquant de différentes couleurs toutes les modifications survenant à chaque tour /95/.

c) Plans et tassement

Le tassement réel est difficile à prévoir avec exactitude. Soyez prudent, prévoyez une marge ; ou bien vous risquez d'avoir un jour à retailler l'espace de tassement car une porte ou une fenêtre n'ouvriront plus. Ce travail sera pénible et dangereux. Pour une grande maison, construite avec des bois dont l'humidité de départ est supérieure à 30 %, le tassement ne devrait pas dépasser 6 cm/m, - mais attention aux bois jeunes (voir AF1), pour lesquels on pourra prévoir un peu plus.

Par sécurité, prévoir un tassement de 6 cm/m, pour éviter tout problème ultérieur

Rappel

La hauteur de tassement

Le tassement subi par les murs d'une maison en bois empilé est dû à 2 phénomènes qui s'additionnent (voir AF1) :

- Le retrait du bois, c'est-à-dire sa légère diminution de diamètre
- La compression des assemblages bois sur bois. Les bois du bas de la maison supporteront donc un maximum de poids.

Le tassement d'une maison en rondins empilés peut varier dans des proportions importantes, selon :

- L'essence de bois (les bois denses ont en général un retrait plus élevé que les bois légers)
- Le climat local, et la façon dont est chauffée une maison en hiver.

L'humidité initiale des bois mis en œuvre (des bois verts subiront un retrait double de bois mi-sec (à 20 % d'humidité). (Déterminer l'humidité initiale des bois utilisés : voir p. 34-35)

Ce tassement peut être fortement augmenté avec des bois trop jeunes, trop courbés ou vrillés, mais aussi si l'on maîtrise mal la technique d'assemblage, notamment lorsqu'on oublie de faire l'incision de retrait sur le dessus des bois très humides (voir p. 93 : « La gorge et l'incision de retrait »).

Un poids important (toiture lourde, neige abondante) ou l'utilisation de très gros bois, peuvent aussi provoquer un tassement excessif ! Rappelons que le volume d'un bois et donc son poids sont proportionnels au carré du diamètre (quand on passe de 25 à 35 cm, le poids est doublé)

Un tassement faible sera de 2 à 3 cm/m.

Un tassement fort sera de 6 cm/m, qui est la marge de sécurité communément admise.

Mais si vous travaillez en dehors des « règles », ne vous étonnez pas d'avoir un tassement dépassant 6 cm/m, et notamment avec des bois trop jeunes à croissance trop rapide.

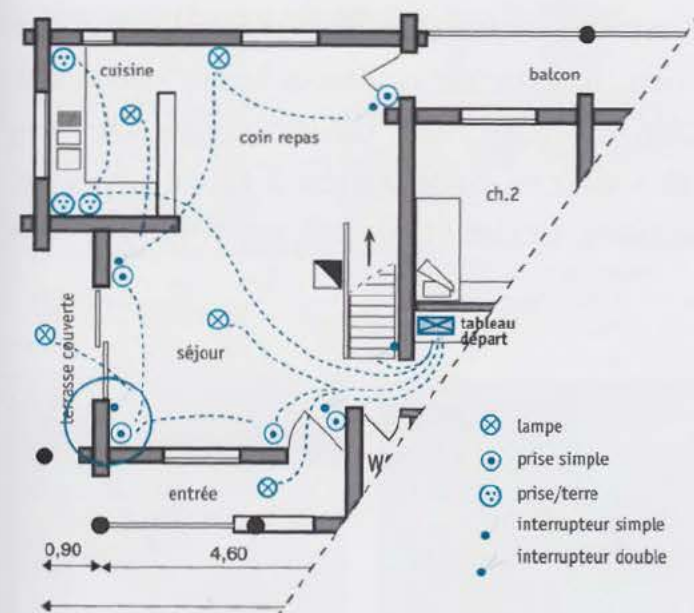
Sur un plan d'exécution, toutes les cotes de hauteur d'une fuste doivent être indiquées avant tassement. On aura donc prévu les surcotes nécessaires.

3. Les plans électriques

Ils doivent indiquer l'emplacement de tous les points de sortie électrique et assimilés : prises, interrupteurs, points lumineux, téléphone, TV...

On procédera également en deux temps : on établira d'abord un plan électrique d'ensemble indiquant les connexions et cheminement des câbles entre interrupteurs, lampes, prises etc.

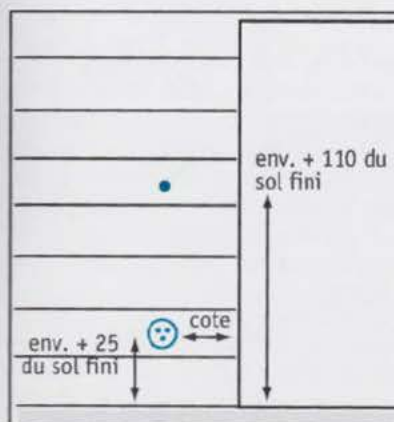
A partir de ce plan général, on pourra faire un plan spécifique aux percages et réservations dans les rondins. Chaque point électrique sera numéroté. Chaque sortie de câble ou gaine sera cotée par rapport à l'axe des murs et verticalement en hauteur /101/.



107 Plan électrique

En général, on place les interrupteurs à une hauteur de 1,10 m par rapport au sol fini, les prises basses à 25 cm et les prises hautes (au-dessus du plan de travail de la cuisine) à 1,10 m environ /108/. Toutes les prises et interrupteurs doivent être placés sur la partie la plus bombée, saillante du rondin.

La hauteur des prises et interrupteurs ne pourra donc être précise; elle dépendra du diamètre moyen des fûts. Et, bien entendu, il y aura un décalage d'un demi-rondin entre deux murs perpendiculaires.


108
Hauteur des
prises et
interrupteurs

4. Maquette

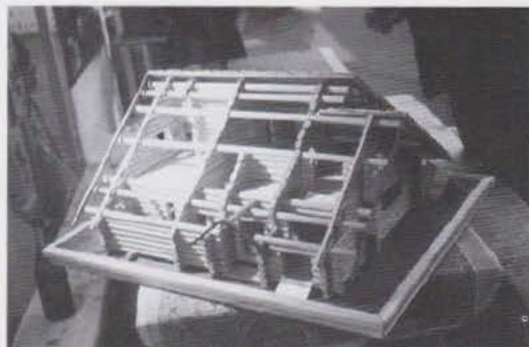
Faire la maquette d'un projet n'est pas du temps perdu. Cela permet de :

- visualiser la construction dans l'espace (en 3 dimensions),
- se rendre compte des difficultés de construction,
- déceler des erreurs éventuelles,
- et de... rêver en famille!

Cette maquette deviendra le plus beau cadeau de Noël qu'on puisse offrir à ses enfants.

On peut fabriquer une maquette de fuste avec des tourillons en pin ou hêtre achetés dans le commerce. Avec des tourillons de \varnothing 14 mm, on fera une maquette à une échelle de 1/200 (\varnothing moyen des bois 28 cm)

Pour faire les gorges, on pourra aisément rainurer les tourillons en faisant un montage avec une toupie. Les gueules pourront être faites avec une râpe ronde montée sur perceuse. On s'aidra d'un gabarit pour maintenir chaque tourillon en place et pour découper avec précision.



109 De la maquette...


...à la réalisation:
du temps pour
rêver

Le fustier doit avoir à sa disposition toute une panoplie d'entailles qu'il maîtrisera bien et dont il connaîtra bien les caractéristiques, pour pouvoir choisir, en fonction de ses bois, de ses goûts, de sa façon de travailler, des divers problèmes à résoudre aux différents stades de la construction, celles qui lui sembleront les mieux adaptées.

CHAPITRE II

Les entailles de la fuste

Les entailles d'angle des fustes en bois empi-lé sont nombreuses et variées. Elles révèlent la richesse de l'artisanat du bois massif en Europe. Nous avons commencé l'apprentissage par des entailles simples, en tête de chien. A présent il s'agit de les perfectionner pour améliorer d'une part l'étanchéité après séchage définitif des bois, d'autre part la solidité des assemblages par des dispositifs de blocage, tenon mortaise et épaulements. Avant de choisir un type d'entaille d'angle pour construire sa maison, il est nécessaire d'en comprendre les avantages et inconvénients et d'apprendre à les réaliser. On distinguera les entailles avec débords (tête de chien, entailles à facettes, tête de renard), des entailles sans débords (queue d'aronde).

I. LES ENTAILLES D'ANGLE

1. L'entaille ronde en tête de chien : le retrait et la recourbe

L'entaille ronde, dite « en tête de chien » est peut-être la plus belle, en tout cas c'est la plus naturelle, la plus évidente, la plus simple, celle que les Norvégiens, peuple de la mer, appellent « entaille en vague » (*vagenov*), tant le bois semble se creuser pour venir se couler par-dessus celui qu'il recouvre, en une courbe superbe. C'est l'entaille que le débutant aura pratiquée en premier, bien que ce ne soit sans doute pas la plus facile à réaliser, celle que l'on continuera à mettre en œuvre pour construire



111 Les vagues de l'entaille ronde en « tête de chien » ou en « tête de renard ».



112 L'entaille « en tête de bœuf ».

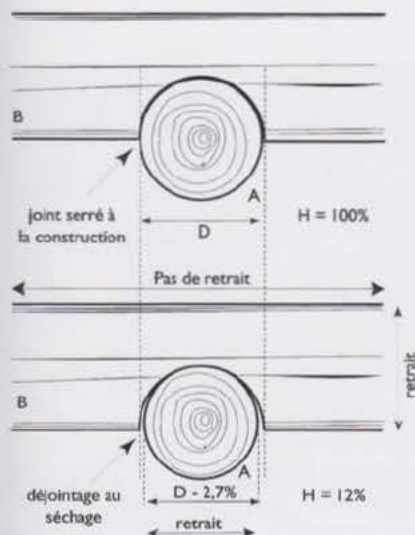
des maisons de petite taille, avec des bois de diamètre peu élevé. Les puristes pourront l'utiliser pour bâtir en gros bois, à condition de prendre certaines précautions.

Cette belle entaille pose en effet quelques problèmes techniques.

a) Le retrait au séchage

Le bois a, on l'a vu, des caractéristiques physiques différentes dans les trois directions : **axiale**, **tangentielle** et **radiale**. On dit qu'il est « anisotrope ». Lors du séchage, si le retrait du bois est négligeable dans le sens axial, il est important dans le sens radial. Or, si l'on croise deux bois pour les assembler, l'un se présentera obligatoirement dans le sens axial, et l'autre dans le sens radial.

Ce qui fait que, après séchage définitif, l'entaille ronde en tête de chien déjoindra légèrement. Ce phénomène sera surtout important si l'on utilise :



113 Le problème de déjointage de l'entaille ronde

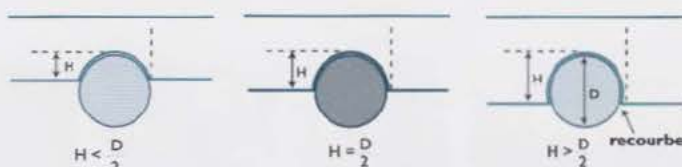
- des bois frais d'abattage ou humides,
- des bois de moyen et gros diamètre (25 cm et plus).

Si l'on veut construire avec ce type d'entailles, il faut veiller à :

- **faire sécher** longtemps les bois écorcés avant la mise en œuvre (un à deux ans et si possible sous abri bien ventilé),
- **sous-tracer légèrement** l'entaille ronde lors de la construction, c'est-à-dire laisser quelques millimètres de bois (appelé "bois de compression") sur les bords de l'entaille et comprimer les assemblages lors du montage.

b) La recourbe

Une recourbe se présente chaque fois que la hauteur de la gueule devra être supérieure à la moitié de la hauteur du rondin qu'elle doit recouvrir /114/.



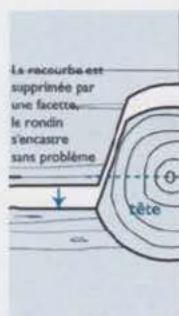
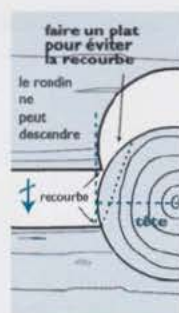
114 Hauteur de tête et recourbe

Pour que l'encastrement soit possible, il faudra donc casser cette recourbe, et pour cela enlever une facette (ou « joue ») sur la tête, de façon à faire descendre sa partie la plus large jusqu'au point de recouvrement de la gueule. Avec des bois très décroissants, les recourbes seront très fréquentes.

L'entaille ronde est employée couramment dans des pays comme la Russie du Nord et la Finlande, de façon artisanale ou aujourd'hui industrielle. La raison en est sans doute que, sous des latitudes très septentrionales où les arbres poussent très lentement, les bois sont de diamètre assez réduit, et de plus très régulier. Autrefois les habitants avaient soin, également, de faire sécher leurs bois pendant très longtemps, bien souvent d'une génération à l'autre. De plus, les maisons étaient beaucoup moins chauffées. Toutes les conditions étaient réunies pour que l'entaille d'angle ronde y pose peu de problèmes.

On peut aussi supprimer la recourbe sans faire de facettes, en encastrant le rondin du dessus, après double traçage. C'est la tête de renard ("l'entaille épaulée") qui est un peu plus longue à faire, mais permet de faire une maison en gros bois en "entaille ronde". C'est le "must" des fustiers, la plus belle, la plus pure car non seulement elle enlève la recourbe mais elle fait aussi un double blocage latéral. Le double traçage nous a permis de redonner vie à cette entaille un peu délaissée ou ignorée par les fustiers.

Dans les régions tempérées, où les bois poussent plus vite, si l'on veut construire avec des



La recourbe

115



La recourbe et le moule à gâteau

Comparons la gueule avec un moule à gâteau. Si le moule vient se "recourber" vers l'intérieur, le gâteau sera indéformable. Il faudrait pouvoir supprimer cette "recourbe" pour le démouler. En construction métallique moulée,

on parle des « surfaces de dépouille » pour pouvoir extraire une pièce d'un moule.



116 Le fustier finlandais dans la clairière



billes de diamètre supérieur à 25-30 cm, il faudra, si l'on ne fait pas de "reanrd", prendre des **précautions de séchage et de pré-compression**, et accepter éventuellement qu'un rejointage soit parfois nécessaire après séchage définitif. L'entaille ronde est d'ailleurs tout à fait acceptée par les standards (ou normes) internationaux.

2. Les entailles d'angle à facettes

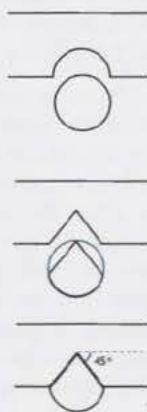
A travers les lieux et les époques, on retrouve à peu près partout les mêmes soucis et les mêmes tendances :

- réduire le diamètre des bois à l'endroit de la tête,
- éliminer le bois peu durable, fragile de la tête,
- supprimer les recourbes,
- rendre l'assemblage plus solide par des méthodes de blocage.

Les solutions adoptées varient selon la culture et les conditions de vie propres à chaque peuple.

a) L'évolution des entailles

Aux angles, l'une des façons de réduire le diamètre du bois est de créer deux facettes sur le dessus de chaque tête, faisant entre elles un angle d'environ 45°. De cette façon la gueule, la partie femelle de l'emboîtement, devient plus facile à réaliser à la hache. C'est une immense simplification par rapport à l'entaille ronde /117/. Cette entaille, de son nom américain très suggestif de "saddle notch", "entaille en selle de cheval" est devenue pour nous la "tête de cheval". Elle a rendu, comme le souligne Allan Mackie, de grands services aux marchands de fourrure, trappeurs et autres pionniers d'Amérique qui avaient besoin de se loger rapidement (1). C'est une entaille à



117 De l'entaille ronde à la tête de cheval

l'origine assez primitive, bien plus rapide à réaliser qu'une entaille ronde, qui, elle, est difficile à creuser avec précision, surtout à la hache.

Les facettes étaient généralement assez discrètes et débordaient peu au-delà de la ligne de recouvrement du rondin supérieur, sans doute pour ne pas soumettre le bois mis à nu aux intempéries, si bien que, sur les vieilles photos, on croit avoir affaire à des entailles rondes alors qu'il s'agit en fait bien souvent de "têtes de cheval" /118/.

Cette entaille est certainement la plus utilisée aujourd'hui par les constructeurs nord-américains, avec des variantes nombreuses destinées à l'améliorer. C'est un peu l'entaille de la tradition nord-américaine /119/.

En Suède et en Norvège, que ce soit sur des bois rendus ovales ou sur des bois restés ronds, on avait l'habitude d'enlever 4 petites facettes, deux sur le dessus, deux sur le dessous de chaque tête, à l'endroit de l'entaille, la section obtenue se rapprochant ainsi du losange. Ces facettes étroites, imbriquées deux à deux, donnent une impression d'encastrement total et achevé /120/, les joints créant une frise en zigzag ininterrompue du haut en bas du mur, taillée dans la masse. De plus, les bois étaient entailés sur le dessus et sur le dessous et l'entaille était souvent renforcée d'un "verrou" (tenon-mortaise), ce qui



118 Têtes de cheval sur maisons anciennes ...



119 ...et modernes aux États-Unis

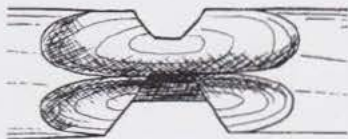


120 Têtes de bœuf en Norvège sur rondins rendus ovales, une technique très ancienne



121 Au Musée de Lillehammer (Norvège)

donnait des assemblages parfaitement bloqués /121, 122/. Il n'est pas étonnant qu'en arrivant



122 Entaille en tête de bœuf avec verrou, le «taplaft» des Vikings

dans le nouveau monde, les pionniers originaires de ces pays, qui, en plus, avaient emporté avec eux leur fameux « meddrag » (outil à tracer, ancêtre de notre compas), étaient réputés pour la qualité des assemblages de leur maison.

b) Le principe des entailles à compensation de retrait

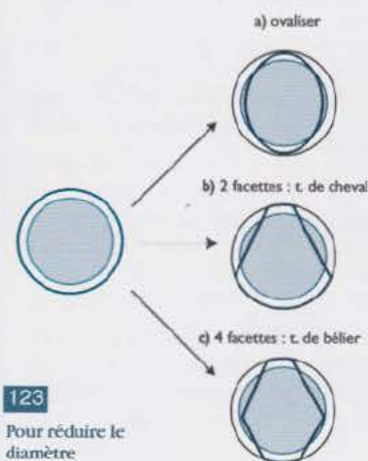
Elles ont donc pour but de :

1. Réduire le diamètre et enlever l'aubier de la tête.

Le retrait radial est proportionnel au diamètre du rondin : en réduisant le diamètre du rondin, c'est-à-dire la section de la tête, on va donc réduire le retrait. Ce faisant, on enlève également cette partie de bois plus fragile, l'aubier. On peut ainsi réduire le diamètre du tiers au maximum (au-delà, on affaiblirait l'assemblage).

Pour réduire ce diamètre, on peut /123/ :

a) soit le rendre ovale sur toute sa longueur : une méthode très utilisée autrefois en Norvège et reprise aujourd'hui dans la construction industrielle.



123.2 La découpe d'une facette

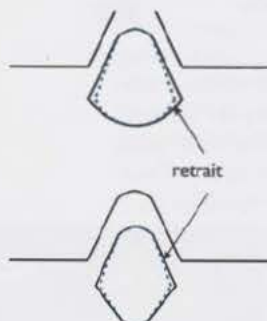
b) soit, plus simplement, si l'on veut préserver l'aspect brut du bois, retirer des langues de bois à l'endroit de l'entaille et créer ainsi des « facettes » :

- ou bien deux facettes : c'est la tête de cheval
- ou bien quatre facettes : c'est la tête de bœuf.

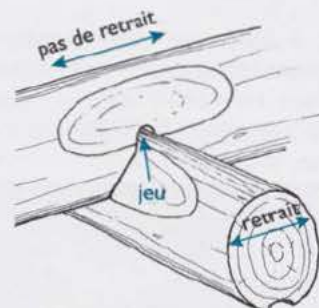
2. Faire coulisser la gueule sur la tête

En réduisant le diamètre par la création de facettes, on ne supprime pas complètement le retrait radial et donc le risque de déjointage ; mais on constate que, si on laisse un peu de jeu au-dessus de la tête, dans le fond de la gueule, celle-ci pourra coulisser sur les facettes au fur et à mesure du retrait de la tête et le contact restera serré /125/. L'entaille d'angle peut alors compenser d'elle-même le retrait.

Les entailles à compensation de retrait offrent aussi d'autres avantages.



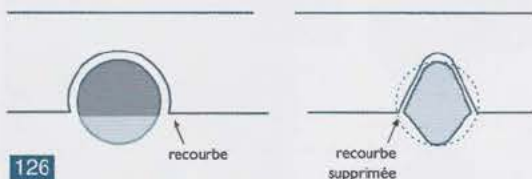
124 Le retrait sur les facettes



125 Laisser du jeu au-dessus de la tête

3. Supprimer les recourbes

En créant des facettes, on supprime en même temps les recourbes qui se présentent, on l'a vu, chaque fois que la tête est d'une hauteur supérieure à la moitié du fût qui doit la recouvrir.



Les facettes suppriment la recourbe

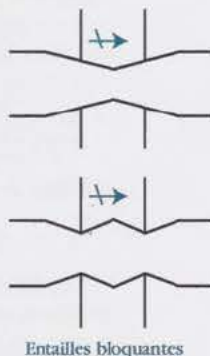
4. Rendre les entailles bloquantes et plus efficaces

Les facettes peuvent rendre l'entaille bloquante et, selon l'inclinaison donnée, améliorer la solidité de l'assemblage. C'est ainsi que les constructeurs ont été amenés à inventer divers profils de facettes pour renforcer l'efficacité de l'entaille /127/.

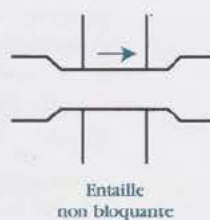
Mais c'est ici que l'affaire se complique car l'inclinaison donnée aux facettes peut avoir une influence sur le bon ajustage après séchage.

Les schémas 130 (a) et (b) montrent clairement le phénomène : sur le fût I, au niveau de la gueule, il n'y aura pas de retrait entre les deux points A et B et C et D ; en revanche, entre A et C et B et D, on observe un retrait qui va se manifester par un léger glissement des points A, B, C, et D sur les facettes. Ce glissement sera latéral, de A vers A'', B vers B''...

Si les facettes sont très incurvées vers l'intérieur (faisant un angle obtus avec la ligne du bois recouvert /130.a/), le glissement pourra accentuer le déjointage.



Entailles bloquantes



Entaille non bloquante

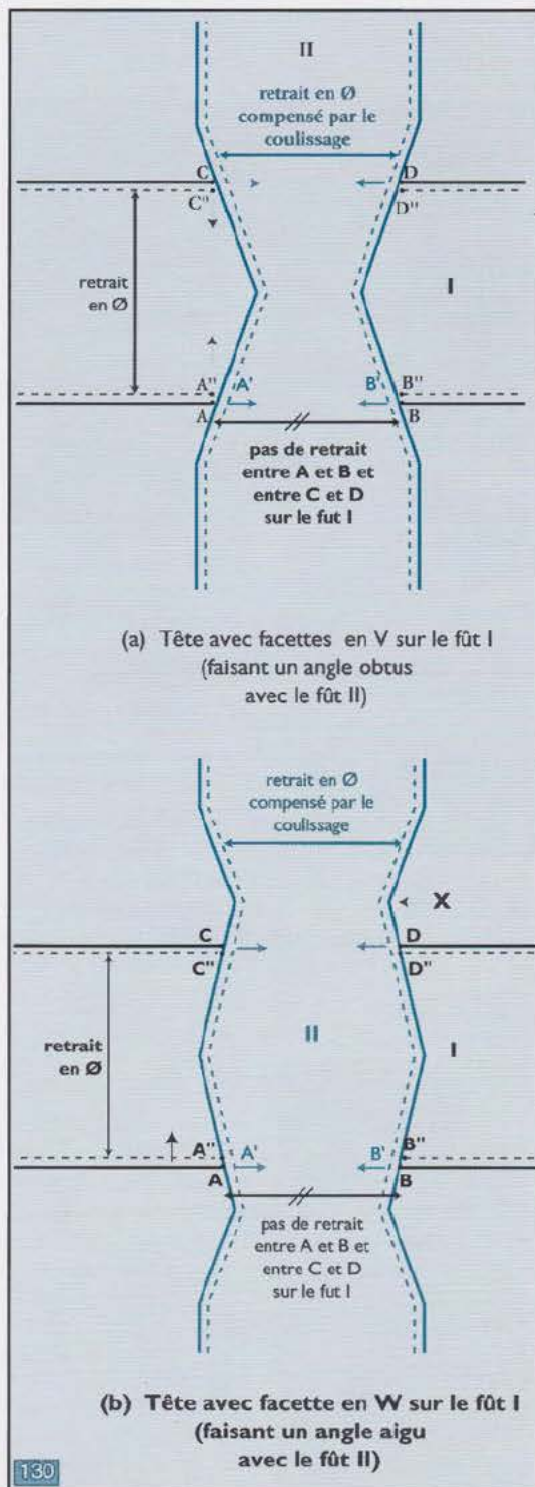
127



Les deux facettes de la tête de cheval



Les quatre facettes de la tête de bœuf



(a) Tête avec facettes en V sur le fût I (faisant un angle obtus avec le fût II)

(b) Tête avec facette en W sur le fût I (faisant un angle aigu avec le fût II)

Inversement, si les facettes font un angle aigu avec la ligne du bois recouvert, selon la fig 130.b, en se déplaçant latéralement, le point A se retrouvera en A'' et le jointage sera « en théorie » serré après séchage.

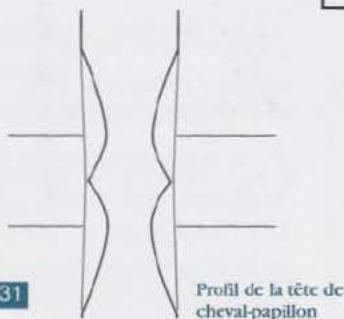
On comprend donc la complexité du problème du retrait des entailles d'angle : il se passe un double mouvement de retrait sur la tête et dans la gucule.

En pratique, on serait tenté de ne réaliser que des entailles ayant la forme en W de la figure /130.b/. En fait, une telle entaille est difficile à réaliser (chaque facette a 3 angles) et en plus elle oblige à creuser considérablement le fût (en X sur le schéma) pour parvenir à réduire significativement le diamètre (ce qui reste l'objectif n°1 pour réduire le retrait) ; la forme de la facette du schéma /130.a/, en V, permet quant à elle de réduire beaucoup plus facilement le diamètre.

L'entaille « cheval-papillon » part du même principe que l'entaille « tête de cheval en W », à la différence qu'elle n'offre pas d'angles vifs ; mais, pour pouvoir être taillées à la tronçonneuse, les facettes doivent être très longues /131/.



131

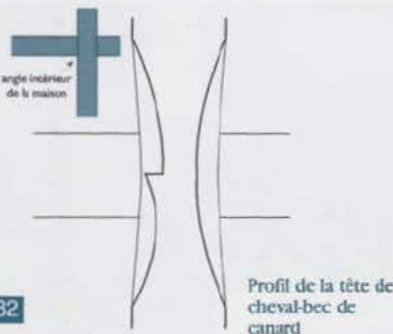


Profil de la tête de cheval-papillon

La « tête de cheval à bec de canard » est très originale car elle tient compte de la vitesse de séchage. Comme le bois sèche plus vite à l'intérieur qu'à l'extérieur de la maison, on y observera plus de déjointage aux angles. L'idée de son créateur, L.Beckedorf, a donc été d'appliquer le principe du W mais uniquement sur la partie



132



Profil de la tête de cheval-bec de canard



Pour réduire le jeu du bois : la torréfaction du bois (ou bois rétifé) ?

Le bois est un matériau vivant, sensible aux variations d'humidité de l'air : il est **hygrophile**. Sa sensibilité à l'eau contenue dans l'air se traduit par des variations de dimension : c'est le **jeu du bois** (retrait et gonflement).

Toujours à la recherche d'un matériau le plus stable possible, les techniciens du bois cherchent depuis toujours à **réduire ce jeu**, bien sûr en séchant le bois à l'humidité la plus proche de son équilibre avec celle de l'air. Mais celle-ci varie beaucoup d'une saison à l'autre : en hiver, une planche stockée sous abri à l'extérieur se stabilisera, par exemple, à 18% d'humidité, lorsqu'en été elle tombera à 14%.

Parmi les recherches récentes, la torréfaction du bois - le traitement du bois à haute température (200 à 300° C) -, semble apporter des résultats : l'hygroscopie, et donc la retractabilité du bois (qui provoque le phénomène de tassement-retrait des murs de la fuste) sont diminuées.

Ce traitement thermique du bois, encore au stade expérimental, provoque dans le bois une **pyrolyse** contrôlée qui entraîne une modification chimique des constituants du bois : on parle de réticulation. La résistance du bois rétifé aux champignons serait notablement améliorée.

Seul défaut : sa consommation d'énergie est importante, 100 kwh/m³... Quel dommage !

intérieure de l'entaille d'angle, ce qui crée un « bec de canard » qui est comme un talon tourné vers l'angle intérieur de la maison /132/.

Cette petite réflexion théorique montre que le débat est loin d'être clos : c'est le sujet de nombreuses conversations entre constructeurs, ce qui explique la multitude de méthodes employées. Au lecteur de juger, de tester et de choisir une méthode... ou d'en inventer une.

c) Choix et réalisation des entailles à compensation de retrait

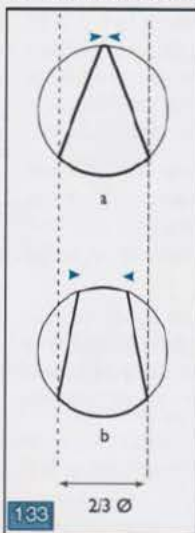
Les entailles compensant le retrait (CDR) sont donc multiples ; c'est parfois la plus ou moins grande difficulté de leur réalisation qui orientera le constructeur. Mais, par-delà leurs caractéristiques techniques, elles déterminent pour une bonne part le style de la construction, en fonction, notamment, de l'importance et de la finition de ces facettes de bois scié qui contrastent avec le bois brut. Certains se plairont à accentuer ce contraste, d'autres préféreront l'estomper ou l'éviter.

Mais le fustier devra, pour une maison donnée, choisir une forme d'entaille à CDR, une méthode de découpe, et s'y tenir.

1. Le choix d'une méthode : les critères techniques

La méthode de découpe devra tenir compte de :

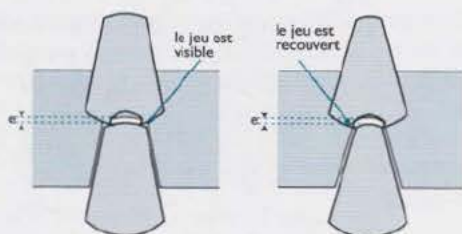
- la diminution de section de la tête (ne pas dépasser $1/3$ du diamètre).



La largeur de la tête

- la largeur du sommet de la tête : si l'on veut laisser un jeu non visible pour faciliter réellement le tassement, il faut que le sommet de la tête soit couvert par le rondin suivant. **La largeur de ce sommet ne devra donc pas dépasser la largeur moyenne d'une gorge.**

Certains constructeurs vont jusqu'à une largeur (I) de tête de 2,5 cm : c'est étroit, cela accentue l'angle des facettes et peut provoquer des "décrochements de gorge" (voir p. 59-60).

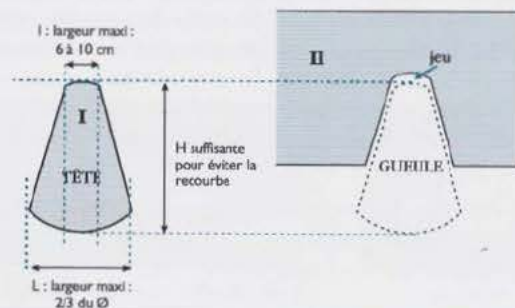


134

Recouvrir le jeu laissé au sommet de la tête

a) Quel jeu laisser au sommet de la tête ?

En théorie, le jeu doit permettre le coulisage de la gueule sur la tête et devrait correspondre à la hauteur de tassement (retrait + compression) observée sur 1 rondin. Pour un \varnothing 30 cm, si le tassement est de 5%, le jeu théorique devrait être de $30 \text{ cm} \times 0,05 = 1,5 \text{ cm}$.



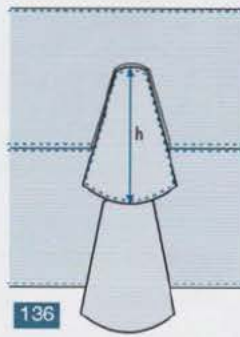
135

Le jeu au-dessus de la tête

En fait, le retrait des rondins est global et a lieu sur la hauteur de la tête comme sur sa largeur. Aussi est-il difficile de définir le jeu à laisser sur le dessus de la tête. L'expérience des constructeurs semble montrer qu'un jeu de 1,5 cm pour un bois de \varnothing 35 est une bonne sécurité.

Peut-on éviter ce jeu en creusant fort le fond de la gueule et en comptant sur l'écrasement des arêtes ?

En partie seulement, car l'écrasement de l'arête de la gueule, même si elle est bien creusée, ne sera pas l'équivalent d'un jeu de plus de 1 cm. Il donnera au maximum quelques millimètres.



136

L'écrasement des arêtes

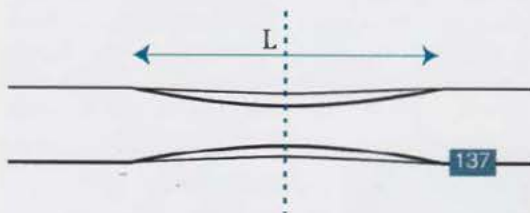
b) Quelle longueur donner aux facettes ?

Cette longueur est très variable d'un constructeur à l'autre. Elle peut dépendre :

- de la profondeur des facettes,
- de leur inclinaison,
- de leur angle,
- de la méthode choisie : à 2 facettes (têtes de cheval) ou à 4 facettes (tête de béliet).

En tête de béliet, la longueur minima sera :

$$L \geq \varnothing \text{ maxi des bois}$$



137



La longueur des facettes

138



139

Deux ou ...



140

... quatre facettes

Des facettes longues sont très visibles et créeront un contraste fort avec le caractère brut et naturel des bois.

Une facette courte sera discrète et passera inaperçue, surtout avec la patine du temps (voir apprentissage de la tête de bœuf p. 53).

c) Quelle hauteur donner aux facettes ?

La hauteur sera fonction :

- pour une tête de cheval : de l'épaisseur de bois à enlever,
- pour une tête de bœuf : de la hauteur de la facette supérieure qui pourra être choisie en fonction de la facette inférieure /141/.

Dans les deux cas, on veillera toujours à ce que leur point bas soit situé en dessous de la ligne de traçage du fût pour éviter toute recourbe.

d) Quelle forme de facettes choisir ?

A notre sens, le choix d'une méthode de découpe des facettes est affaire, avant tout, de goût; mais, pour que l'assemblage reste serré, on se fixera l'objectif de réduire le diamètre



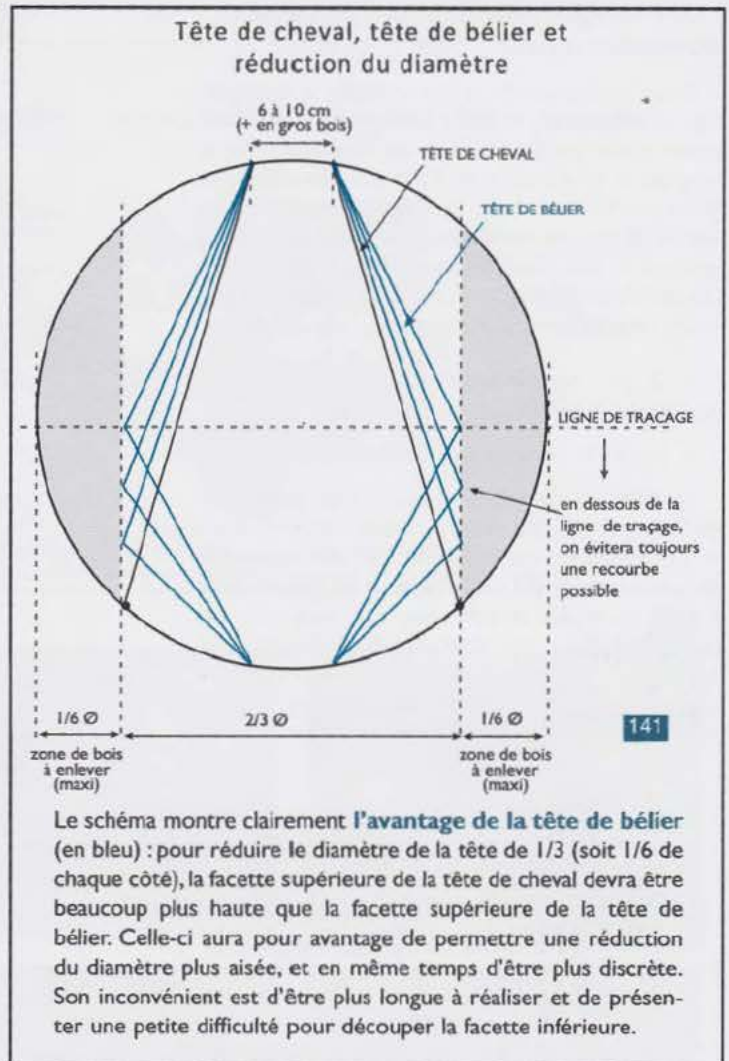
142

L'ébauche et les facettes de la tête de bœuf avant traçage final.



143

La tête de bœuf découpée et mise en place: le jeu sur le dessous de la tête sera donné au montage.



au maximum (1/3). L'entaille en tête de bœuf semble la plus efficace à ce point de vue /141/. Mais on pourra aussi s'inspirer du papillon ou mieux du bec de canard. Des facettes longues faciliteront la réalisation du bec de canard ou de papillons, mais seront peu esthétiques.

Dans tous les cas, on fera, de préférence, des facettes bloquantes.

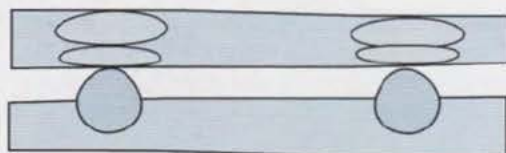
2. Traçage et découpe des facettes d'entailles à CDR

Dans la réalisation d'une entaille à compensation de retrait, la seule différence avec l'entaille ronde est l'exécution de facettes. Pour le traçage et la découpe de l'entaille elle-même, le principe est le même, sauf que l'exécution en est facilitée, surtout dans la tête de cheval, par la présence des facettes qui offrent des lignes droites et évitent des découpes en courbes toujours plus délicates, surtout pour un débutant.

a) A quel moment faire la découpe des facettes ? 3 méthodes sont pratiquées :

1. Avant la pré-entaille :

La tête est façonnée avant d'être présentée pour la pré-entaille /144/. C'est la méthode idéale et théorique, mais longue, car elle demande de présenter le fût, de le mettre en position, de tracer l'emplacement des facettes, de les découper et de remettre ensuite le fût en position pour tracer les pré-entailles. Cela oblige à une manutention supplémentaire, mais c'est une bonne méthode d'apprentissage.

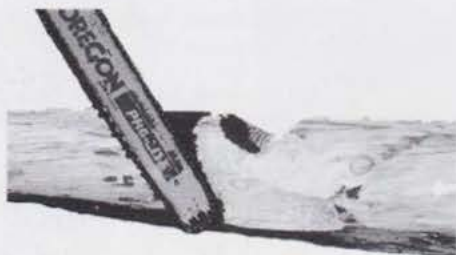


144

Facettes réalisées avant entaillage

2. Après la pré-entaille :

C'est la méthode que nous préconisons pour plusieurs raisons. Elle évite des manutentions inutiles, les facettes sont découpées « au sol » juste après la pré-entaille /145/. Le traçage final est effectué directement sur les facettes de la tête. Avec de l'entraînement, le fustier utilisera cette méthode (voir ci-après la méthode pour apprendre à tracer et découper la tête de béliet).



145

Facettes réalisées après la pré-entaille

3. Après découpe finale :

Cette méthode ne peut s'appliquer qu'à la tête de cheval. Elle consiste à découper les facettes sur le fût en place /146/. C'est simple mais assez archaïque car, de cette façon on réduit très peu le diamètre et on évite difficilement les recourbes aux traçages suivants, à moins d'entailler le fond de la gueule.



Il est dangereux de découper les entailles en hauteur

Quelle que soit la méthode choisie, évitez de faire ce travail en hauteur, c'est dangereux et très fatigant pour le dos.



147

Facettes réalisées après repos du bois entaillé

b) La méthode de traçage et de découpe

Pour le débutant, les entailles à facettes sont difficiles à réaliser, elles demandent beaucoup de pratique. Toutes les découpes se feront, par sécurité, « au sol ». On utilisera de préférence une chaîne affûtée à 10° (*ripping chain*), l'aspect de la facette sera plus propre et demandera moins de finition.

3. La finition de la facette

Elle sera nécessaire pour supprimer les traces éventuelles de tronçonneuse. On emploiera une petite disqueuse avec disque à poncer (grain 24 ou 36, pour métal). On peut aussi finir l'entaille avec un rabot courbe ou en rabotant avec le tranchant bien affûté d'une hache /249.10/, ou encore brosser les facettes avec une brosse métallique ou à l'eau sous pression.

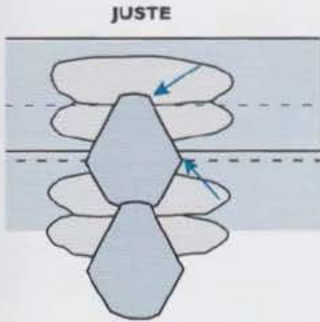
L'aspect des facettes doit être net, mais évitez de trop « lécher » et de créer ainsi un trop grand contraste (de couleur, d'aspect) avec le rondin brut. Pour conserver l'esprit de la fuste, il faut faire en sorte que les facettes soient le moins marquées possible.

LA DÉCOUPE DES FACETTES DES DIFFÉRENTES ENTAILLES

148

La tête de béliér

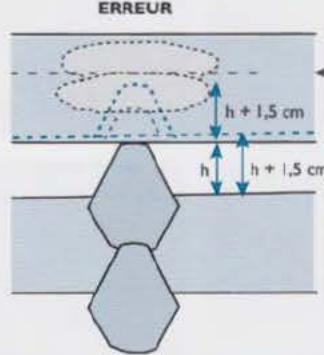
I. Le principe : les quatre facettes de la tête de béliér



JUSTE

La ligne de jonction des facettes est plus basse que le sommet de la gueule : il n'y aura pas de recourbe au rondin suivant

La ligne de jonction des facettes est plus basse que la ligne de jonction des bois : il n'y a pas eu de recourbe



ERREUR

La ligne de jonction des facettes est plus haute que le sommet de la gueule : il y aura une recourbe au rondin suivant

$h + 1,5 \text{ cm}$
 h
 $h + 1,5 \text{ cm}$

Pour éviter les recourbes, la ligne de jonction des facettes doit être située plus bas que le sommet de la gueule

2. Une méthode pour apprendre à découper les facettes de la tête de béliér en 30 images

149

1. Présenter le fût à tracer et le mettre en position.
2. Tracer la pré-entaille comme pour une entaille ronde. On a prévu dans cet exemple un espace final de 5 cm. Le compas a donc été ouvert pour la pré-entaille de l'espace mesuré moins 5 cm.
3. et 4. Présenter le gabarit, le centrer et tracer son contour sur le sommet de la tête. Prolonger de chaque côté les limites des facettes, une ligne en pointillé.
5. Tracer en bout un trait de verticalité, légèrement déporté pour éviter de le confondre avec un trait d'axe (voir p. 56-57).
6. Découper les pré-entailles sans trop creuser sur les côtés.

Les dimensions du gabarit :

Largeur = largeur moyenne de gorge
Longueur : $\geq \varnothing$ maxi des bois utilisés
+ 2 à 5 cm

Ex : longueur 35 cm pour des bois de \varnothing 30 cm



7. Mesurer le diamètre du bois au niveau de l'entaille.

8. Marquer un point A de chaque côté de la pré-entaille à une distance de $1/6$ du diamètre (ou moins).

Ex : un diamètre de 27 cm : divisé par 3 = 9 cm, divisé par 2 = 4,5 cm (c'est le $1/6$ du diamètre).

9. Tracer la forme de chaque facette qui part du point A et rejoint les lignes en pointillé.

10. Poser le fût sur ses billots de découpe et le positionner en contrôlant le trait de verticalité. Sans cela les facettes ne seront pas symétriques.

Découper les 2 facettes inférieures, en travaillant avec le bout du guide (chaîne *ripping*) et sans chercher à s'enfoncer trop vite.

11-14. Faire l'opération en plusieurs passages, c'est la seule manière de faire une courbe sans erreur. Pour obtenir une surface bien sciée, mettre du régime à la tronçonneuse. Si l'aspect de surface est médiocre, faire un passage final pour enlever les bavures.

15-16. Tourner le rondin. Le trait de verticalité est maintenant incliné,





17-18. Tracer à 4 cm du fond de la pré-entaille 2 points, de part et d'autre de la gueule (la hauteur 4 cm correspond à l'espace final 5 cm - 1 cm). Ajuster cette hauteur en fonction de l'ouverture finale prévue au traçage de la pré-entaille. Si vous avez choisi 7 cm, la mesure sera de : $7 - 1 = 6$ cm.

Tracer les limites de la facette supérieure.

19-22. Découper la facette supérieure avec la même méthode que précédemment.

23-24. Lisser les facettes

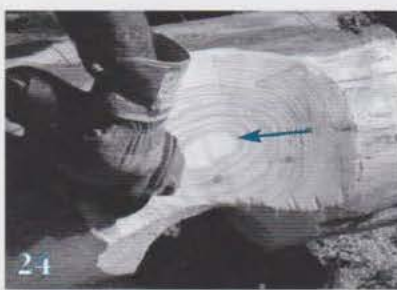
25. Remettre le fût en place et vérifier que le trait de verticalité est bien dans sa position verticale. Si nécessaire, mettre une petite cale à l'intérieur de la gueule.

26. On peut alors procéder au traçage final.

La pointe supérieure du compas est au-dessus de la ligne de jonction des facettes en F. Il n'y aura pas de recourbe au rondin suivant.

La découpe sera identique à celle d'une entaille ronde.

27. Prévoir du jeu dans le fond de la gueule.



Variante pour gros bois

28-34. On procédera en 2 passes qui viennent se rejoindre sur une charnière en V (34). On travaillera non pas avec le bout du guide mais plein guide ; à gauche avec le dessous du guide, et à droite avec le dessus du guide en veillant à éviter les rebonds. Il s'agit de coupes droites et non incurvées.

On peut aussi marquer d'un trait la charnière (32): cela servira de guide de profondeur.



Dans cette variante pour gros bois, le sommet de la tête sera plus étroit, mais uniquement en son centre. Le recouvrement de la tête par le rondin suivant n'entraînera pas de décrochement de gorge. Cette méthode peut être utilisée par les débutants qui ont des difficultés à découper des facettes incurvées.

152

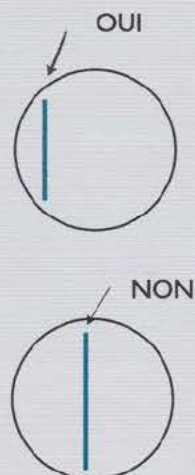
Le trait de

C'est un trait tracé verticalement en s'aidant du niveau de chantier, que l'on prendra l'habitude d'effectuer lors du traçage de la pré-entaille ou au traçage final.

Il va nous servir à recaler au sol le bois en position verticale ou horizontale ; nous l'utiliserons notamment pour :

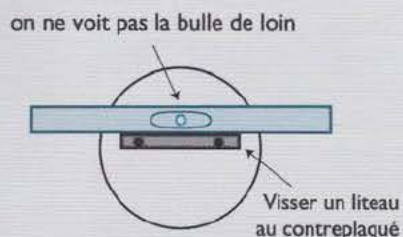
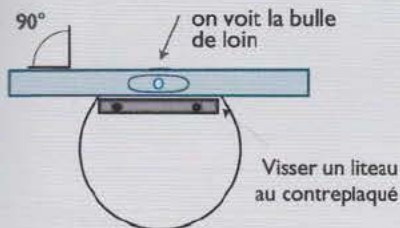
- découper des entailles à facette
- découper des joues verticales d'épaulement,
- découper un linteau,
- découper un demi-rondin,
- découper une entaille au carré,
- équarrir la face extérieure d'un rondin,
- avant démontage du premier tour, ou d'un tour pour calage au sol de la charpente.

On fera ce trait sur l'extérieur du rondin. On pourra y fixer un liteau en contreplaqué qui servira de support au niveau de chantier. Ainsi, lorsque le rondin sera tourné d'un demi-tour, la bulle du niveau sera visible de loin, ce qui est utile quand on travaille seul pour positionner le bois avec le tourne-bille.



153

verticalité



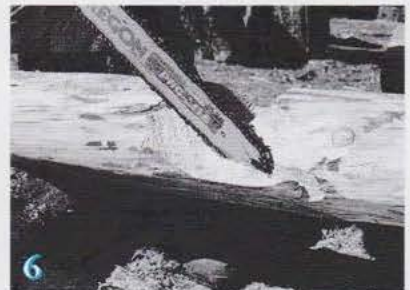
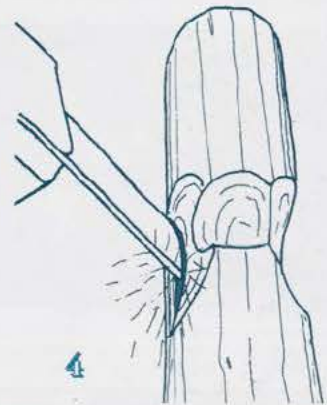
156

La tête de bélier

2. La découpe directe

La méthode pour les «pro» (qui demande beaucoup plus d'entraînement)

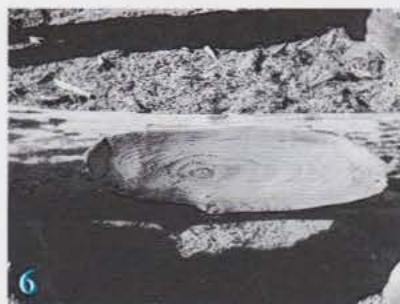
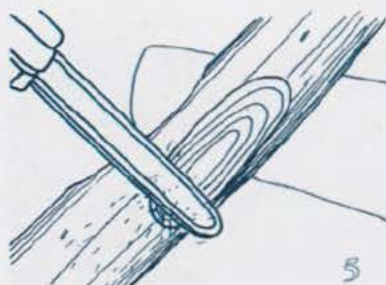
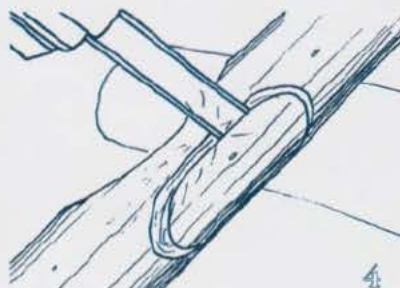
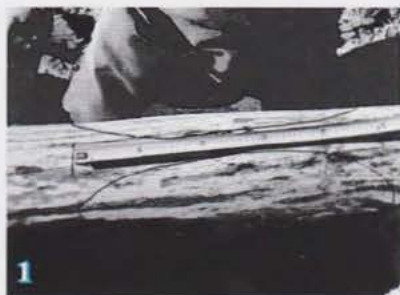
1. Après découpe de la pré-entaille, vérifiez le traçage des facettes.
 2. 3. 5. Découpez les facettes «inférieures».
 4. 6. 7. Découpez les facettes « supérieures » sans retourner le fût.
- Puis effectuez un lissage des facettes.



157

La tête de cheval

1. Tracer la forme des facettes.
2. Découper les contours suivant les traits.
3. et 4. Découper par passes successives, en inclinant la tronçonneuse.
5. Finir la découpe : lisser les aspérités en tenant la tronçonneuse presque à plat.
6. et 7. Les deux facettes finies



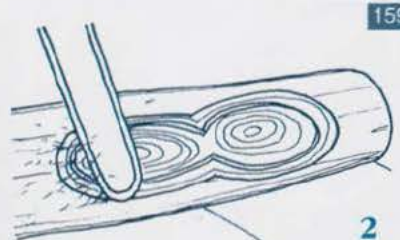
158

La tête de cheval-papillon

(à réaliser avant ou après la pré-entaille)

1. 2. Tracer les contours et découper successivement chacune des ailes du papillon.
- Après traçage, découper par passes successives. Eviter de pénétrer profondément dans le bois à la première passe.

3. 4. Faire les finitions

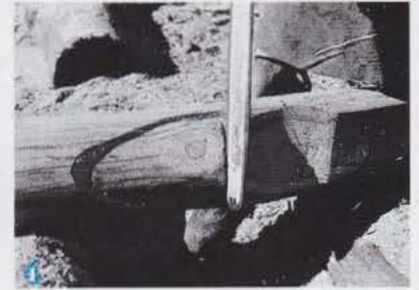
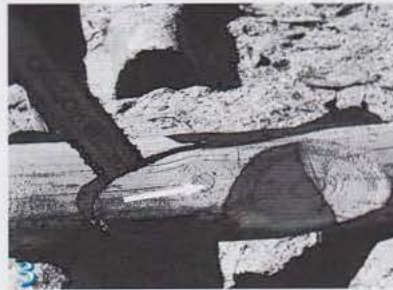
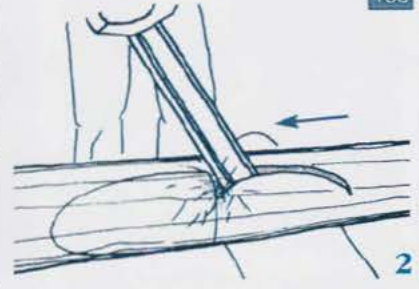


159

La tête bec de canard

(à réaliser avant la pré-entaille)

1. Tracer les contours
2. Découper d'abord le « talon » ou bec de l'extérieur vers l'intérieur.
3. Amorcer la découpe de la facette opposée, également en partant de l'extérieur.
4. Faire la coupe verticale du bec.
5. Finir la facette : attention au rebond !
6. Finitions



Gorges décrochées

Le sommet de la tête (la partie située entre les 2 facettes supérieures) peut être de largeur variable. Un sommet très étroit permet certes de laisser un jeu non visible. Mais on doit aussi tenir compte du traçage de la gorge du rondin suivant car, si la tête n'est pas assez large, celle-ci, venant recouvrir la facette, sera "décrochée". Ce mouvement brusque de la gorge la fragilise beaucoup à ce niveau. Le décrochement de gorge peut entraîner un défaut d'étanchéité.

On évitera donc de faire un sommet de tête trop étroit, inférieur à 7 cm. En utilisant un gabarit de 9 cm de large, on doit normalement, pour des bois bien conformés, avoir une couverture suffisante de la tête. Si l'on a affaire à des bois très tordus, la largeur de la gorge sera supérieure et on pourra laisser une tête de 11 cm intacte.



Gorge décrochée =
fragilité + déjointage

CONCLUSION SUR LES FACETTES

L'utilisation des entailles à facette a un but essentiellement technique. Il s'agit de réaliser des assemblages qui restent plus étanches, même après séchage définitif des bois, et également de supprimer les recourbes. La forme des facettes, longueur, pente, orientation... a, on l'a vu, une incidence technique sur le résultat escompté. Elle a aussi une autre incidence et non des moindres : esthétique. La forme des facettes crée le style du fustier. Des facettes courtes seront plus discrètes, des facettes longues accrocheront le regard, et obligent à prolonger les débords... Mais à chacun son goût.

La longueur des facettes peut être choisie en fonction du diamètre des bois. Mais on peut aussi faire des facettes très courtes en gros bois, de façon à les rendre à peine visibles. En Norvège, on parle de facettes cachées.

Les facettes doivent d'abord réduire le diamètre, d'où l'importance de les découper après pré-entaille. L'angle est important car, plus il est ouvert et plus l'ajustage est facile et plus le coulissage sera aisé. Mais en même temps il convient de réduire le diamètre, tout en gardant une tête suffisamment large pour éviter les décrochements de gorges. Enfin l'angle rentrant des facettes (papillon ou bec de canard) joue aussi un rôle dans la qualité de l'assemblage.

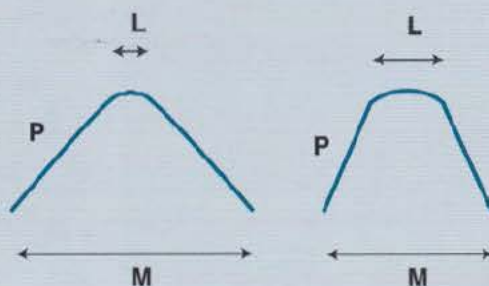
On voit donc que tout cela n'est pas si simple et qu'il s'agit avant tout de trouver un compromis, de se créer un style, et de conserver ce style sur l'ensemble des entailles de la maison. Voilà un sujet qui alimentera les conversations des fustiers pendant de nombreuses années.

Enfin, si vous n'aimez vraiment pas les facettes, qui viennent blesser ces beaux troncs, et si vous voulez conserver la pureté de l'entaille ronde, la meilleure solution pour une maison en gros bois est de tailler les angles en tête de renard et de n'utiliser que du bois mi-sec (20% d'H). Cela demande seulement un peu plus de travail, mais le résultat est tellement beau.

Reste le problème du jeu au sommet de la tête. On l'a vu, on peut soit laisser un jeu ouvert, mais c'est la source de fuites d'air, soit

laisser une arête fine avec du jeu à l'intérieur. Une solution médiane consiste à laisser un jeu ouvert (non visible extérieurement) mais qui sera obturé par un joint compressible.

L'incidence de la pente des facettes



La pente des facettes dépend à la fois de la largeur de tête L au sommet, et de la réduction de diamètre

P faible :

L faible : risque de gorge décrochée

M fort :

- Jeu facile à donner
- Ajustage + facile
- Coulissage + facile
- Peu efficace pour le retrait

P forte :

L + large : - pas de problème de gorge

M faible :

- Faible retrait
- Ajustage moins facile
- Efficace pour le retrait si le jeu est bien donné sur le sommet de la tête (à l'intérieur de la gueule)

162

Têtes de bélief



1. Verticales au diamètre très réduit



2. Diamètre peu réduit



3. Facettes courtes



4. Facettes très courtes



5. Facettes très longues



6. Facettes longues et inégales

Têtes de cheval



7. Têtes de cheval papillon



8. Avec jeu visible sur le dessus.
Facettes longues



9. Facettes très longues



10. Facettes réduites

3. Les entailles à épaulement (tête de renard)

Les épaulements permettent de :

- Réduire le diamètre et donc le déjointage des entailles d'angle après retrait.

- Supprimer les recourbes.

- Effectuer un blocage supplémentaire très efficace, qui limite tout risque de glissement sous l'effet des forces latérales. C'est une entaille à privilégier en zone de risque sismique (cf *Carnet de la Combe Noire* N°5).

Elle présente une alternative à la tête de chien, si l'on souhaite garder l'aspect naturel de l'entaille ronde sans facettes, tout en apportant de multiples avantages.

Cette technique peut, en outre être adaptée aux entailles à facettes et aux entailles sans débord comme la queue d'aronde ou les queues droites (voir ci-après).

Par rapport aux entailles creuses classiques, cela demande un travail supplémentaire (découpe au ciseau et gouge de la partie femelle de l'épaulement) et une bonne précision d'ajustage.

C'est une entaille bien adaptée pour le premier tour d'une fuste. L'emboîtement avec épaulement rend inutile le chevillage des bois aux angles. Les épaulements faciliteront le remontage.

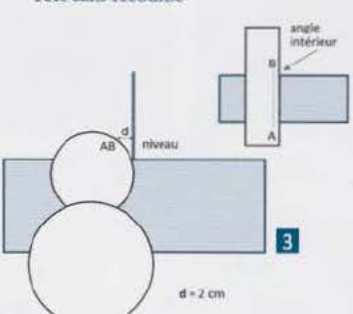
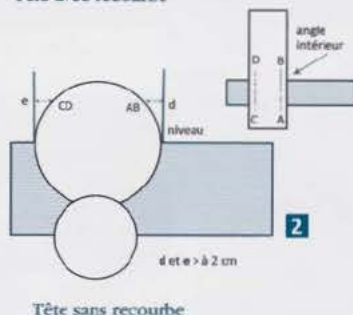
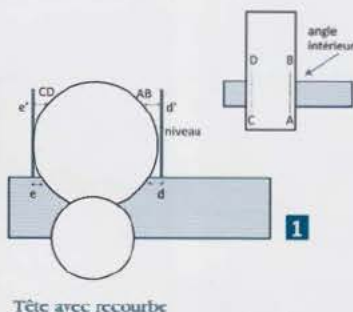
La tête de renard a été décrite en annexe du cahier 2 de *L'Art de la Fuste*. Nous apportons ici quelques compléments pour le traçage (en entaille ronde) :

1) Le traçage des lignes AB et CD

Il dépend avant tout de la hauteur des têtes.

1.1 - Si cette hauteur dépasse la moitié du diamètre du rondin (il y a en principe recourbe), les lignes devront se situer suffisamment haut pour supprimer les recourbes (schéma 1).

De part et d'autre de la tête, les lignes AB et CD devront être respectivement situées de façon à ce que l'espace d' soit supérieur à d et e' supérieur à e .



Tête faible

162.3

Pour le détail du traçage et de la découpe, voir :



1.2 - Si la hauteur de tête est moyenne, la ou les lignes de renard se situeront de façon à obtenir un encastrement solide, soit latéralement au moins 2 cm.

Les lignes devront se situer suffisamment haut pour que la profondeur d et e soit supérieure à 2 cm.

On peut augmenter d et e sous réserve de ne pas trop affaiblir la tête du bois inférieur. On retiendra comme règle : « Ne pas réduire la tête de plus de 1/3 (en volume de bois) », ce qui pourra être estimé au jugé (schéma 2).

1.3 - Si la hauteur de tête est faible (proche du 1/3 hauteur de tête critique) on pourra se limiter à 1 seul renard, qui sera choisi dans l'angle intérieur de l'entrecroisement, d ne dépassera pas 2 cm (schéma 3).

2) Le renard et la préentaille

Selon le niveau des lignes AB et CD, on pourra avoir à réduire la préentaille de façon à ne pas entailler la partie mâle du renard.

Prenons un exemple :

La hauteur de tête (HT) est de 13 cm.

La hauteur de la ligne (HL) (mesurée par rapport au sommet de la tête) est de 7 cm.

Si l'on fait une préentaille de 8 cm de façon à laisser un espace d de 5 cm avant traçage final, la partie mâle du renard sera rognée par la préentaille (schéma 4).

Il convient donc de réduire la hauteur de traçage de la préentaille qui sera de 7 cm maximum, ce qui correspond à la hauteur de ligne (HL).

Pour un bois à 1 seule entaille, il suffira de mesurer HL pour déterminer l'ouverture maximale de la préentaille. S'il y deux épaulements, on choisira la mesure HL la plus courte.

Pour un bois à deux entailles, on pourra :

- soit caler : et l'ouverture maximale de pré-entaille sera la hauteur **HL** la plus faible ; **d** sera égal à **HT - HL** mini (schéma 5)
- soit prendre la différence **HT-HL** sur chaque tête (schéma 6).

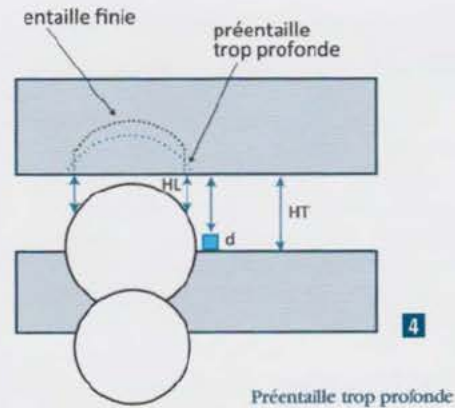
La plus élevée sera celle de l'espace final **d** après préentaille

Exemple :

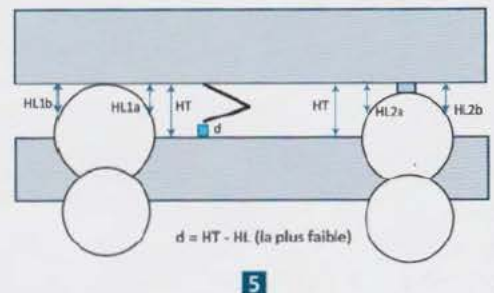
Dans le tableau ci-dessous, c'est la différence (**HT1-HL1a**) qui est la plus grande (6 cm). L'espace **d** après préentaille sera supérieur ou égal à 6 cm.

L'ouverture du compas pour la préentaille sera de 13-6 sur la tête 1 et de 10-6 sur la tête 2.

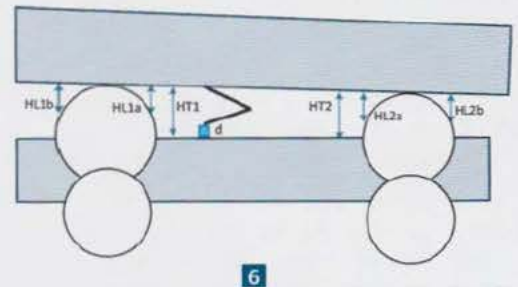
HT1	HL1a	HL1b	HT1-HL1a	HT1-HL1b
13	7	8	6	5
HT2	HL2a	HL2b	HT2-HL2a	HT2-HL2b
10	7	6	3	4



162.4



5



6

Épaulement

Un épaulement en architecture est une pièce de charpente ou élément de mur servant à soutenir ou épauler une partie d'un ouvrage qui se déforme, c'est aussi un mur de soutènement.

Pour le mécanicien, c'est le changement brusque de la section d'une pièce afin d'obtenir une surface d'appui.

Pour le menuisier, l'épaulement d'un tenon-mortaise est la surface de contact (perpendiculaire) de la pièce tenonnée avec la pièce mortaisée. Un tenon peut avoir un double épaulement s'il est en contact dans le fond de la mortaise.

Pour le charpentier, l'épaulement désigne une saillie sur une pièce qui sert d'appui ou de butée.

Nous utiliserons quant à nous le terme épaulement ou renard par opposition à recouvrement ; c'est un encastrement (ou une encoche) qui assure un blocage latéral, à la différence d'un tenon-mortaise qui occupe toute la longueur de l'entaille. L'épaulement comportera toujours une partie mâle et une partie femelle.



Le "renard" : une entaille idéale pour le 1er tour.



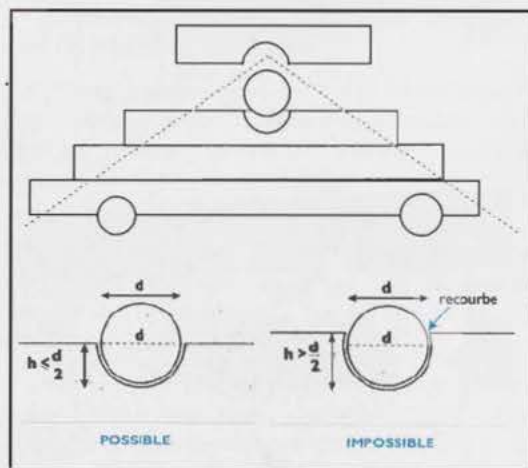
Un seul "renard" sur une tête faible

II. ENTAILLES SPÉCIALES

Ce sont les entailles que l'on utilisera pour démarrer la fuste, pour encastrer solives et pannes sans les affaiblir, pour bloquer une pièce soumise à des efforts particuliers (une sablière), ou encore parfois pour se sauver d'une erreur de construction..., ou tout simplement pour améliorer la qualité et la solidité des assemblages.

1. Les entailles pour pannes et solives : l'entaille au carré

Toutes les pièces soumises à des efforts de flexion, - les solives qui supportent le plancher de l'étage et les pannes qui supportent la toiture - doivent être encastrees dans les murs sans être affaiblies.

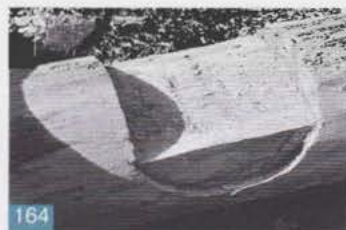


163 Encastrement profond impossible

On pourrait encastrer directement ces pannes en traçant à l'envers, et découper la gueule tournée vers le ciel. De cette façon, la panne ou solive ne serait pas du tout affaiblie. C'est ainsi que l'on avait pratiqué dans une première petite maison. Toutefois cet assemblage a deux défauts (voir AF2) :

- l'humidité pourra stagner dans le fond de la gueule : c'est une source de pourriture (toutes les entailles doivent être de préférence auto-drainantes, c'est-à-dire ne laissant pas l'eau stagner dans l'assemblage) ;
- l'entaille n'est pas bloquante : la panne peut tourner et les rondins du mur ou pignon risquent de bouger ;

• la panne ou la solive porte sur les arêtes de la gueule creuse, la surface de contact de l'assemblage est très réduite. Il y a risque d'écrasement des arêtes de la gueule.



L'entaille au carré

• elle ne permet qu'un assemblage proche du mi-bois alors qu'un encastrement plus profond est parfois nécessaire pour parvenir au bon niveau d'une solive ou d'une panne /163/.

On utilisera plutôt, pour pannes et solives, l'entaille « au carré », dite encore « entaille tenonnée au carré ». C'est un assemblage de deux bois ronds, dont chacun est entaillé de façon à créer, à l'intérieur de l'entaille, un emboîtement carré (en forme de tenon-mortaise), tout en laissant extérieurement un aspect d'assemblage de bois rond.

Cette entaille n'a pas son égal pour bloquer deux rondins entre eux. Elle est présentée ici comme une entaille « ronde », mais on pourra s'en inspirer pour réaliser des entailles bloquantes sur des têtes en forme de cheval ou de béliet.

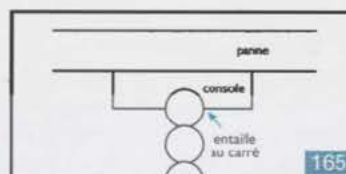
On l'utilisera :

- avant tout pour pannes et solives, car elle offre de plus la possibilité de choisir la hauteur d'encastrement, c'est-à-dire le niveau de la surface de contact des deux tenons (ABCD) /172/.
- pour réaliser une console destinée à renforcer une panne /165/.

L'entaille au carré semble mystérieuse ; pourtant, elle n'est pas difficile à réaliser, mais son traçage doit être très précis. Il se fait directement par double traçage : il n'y a pas de pré-entaille ou seulement une pré-entaille très réduite, mais avec un bon réglage du compas à niveau, la précision sera suffisante. Pour bien comprendre son principe, le mieux sera sans doute de prendre deux rondins, de les croiser et de s'essayer à tracer.

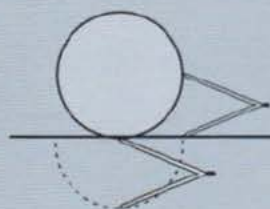
Quant à la découpe, elle ne présente pas de difficulté. Maîtrisez cette entaille ; vous l'utiliserez certainement très fréquemment.

L'entaille au carré sera utile pour un corbeau (console)



165

Le double traçage



L'entaille au carré et toutes les entailles spéciales (renard, verrous, poteaux...) se font par double traçage.

165.2

L'entaille au carré est une des entailles qui demandent de faire un "double traçage". Et dès que l'on souhaite réaliser des entailles de blocage (ou entailles à verrou), le double traçage devient indispensable, aussi bien pour une tête de renard que pour une double gorge, mais aussi pour les queues d'aronde en dent de mouton et dent de loup.

Le fustier averti pourra même décider de faire uniquement des doubles traçages. Les avantages sont nombreux : ils permettent une grande précision, évitent les erreurs, et facilitent le remontage. C'est une bonne habitude de s'entraîner à double-tracer. Le double-traçage se fait de préférence avec deux feutres.

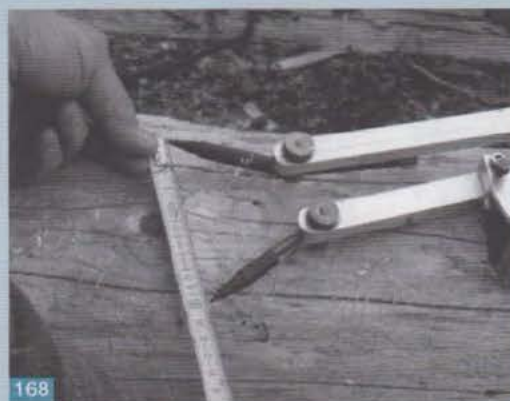


166



167

Les feutres peuvent être tordus à chaud pour une ouverture de compas plus faible.



168



169

Utiliser un décapeur thermique ou un sèche-cheveux pour tordre les feutres.

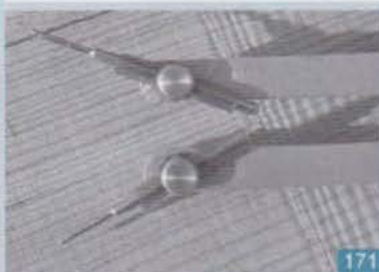
Pour faire un double traçage, il suffit de mettre un feutre ou un crayon à la place de la pointe sèche. On fait donc une "copie réciproque" en traçant. Le feutre est plus précis.



170

Double traçage pour les entailles à verrou.

Les cartouches des cosmonautes "Space Pen"



171

Les cartouches des cosmonautes "Space Pen" permettent aussi de faire des doubles traçages très précis, sur du bois sec ou mouillé. La précision est excellente, mais leur usage demande un peu d'entraînement car la bille doit être maintenue à bon angle pour que le tracé soit visible. Elles donnent un trait fin qui facilite la précision dans le report des points ABCD.

On commencera par découvrir le principe de traçage de cette entaille : nous l'appellerons méthode ABCD.

Ensuite on apprendra à simplifier son exécution, puis à l'améliorer en modifiant la largeur de l'épaulement.

Il convient de bien maîtriser ces méthodes de traçage car elles seront utilisées pour la réalisation de la plupart des entailles à verrou, avec tenon-mortaise et épaulement, mais aussi de beaucoup d'autres entailles que nous utiliserons dans les structures poteaux.

Bien fixer le fût à tracer pour éviter tout mouvement (clameaux). On peut aussi faire une mini pré-entaille.

1. Faire un double traçage précis à l'ouverture du compas choisie : on obtient donc, sur chaque rondin, une ligne de traçage.

2. 3. Choisir, sur le rondin supérieur le niveau du tenon (environ au 1/3 de l'ouverture du compas) et tracer la ligne AB avec un niveau.

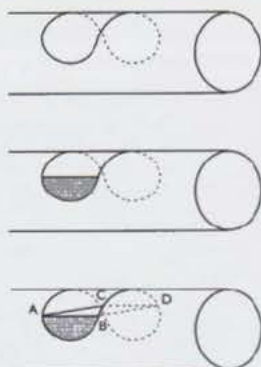
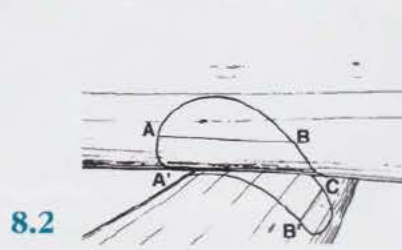
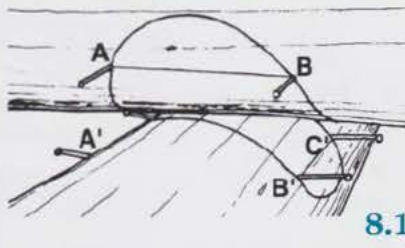
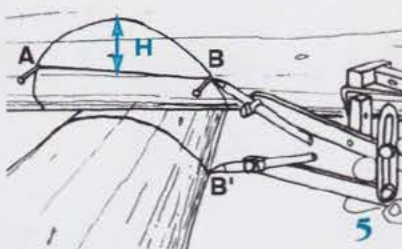
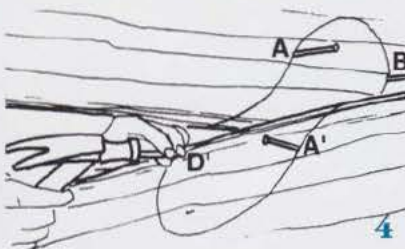
4. à 7. A partir de la ligne AB définie, reporter A en A' et B en B', en conservant l'ouverture du compas. Si le traçage est correct, on retrouvera avec exactitude le point A. Sinon, refaire le traçage des points ABC...

8. 9. Sur chaque fût, on a donc obtenu une ligne de traçage courbe et 4 points ABCD et A', B', C', D'.

10. 11. Retourner les fûts et avant de les couper, joignez les points BC et AD sur le fût I et A'B' et C'D' sur le fût II, au moyen d'un crayon très fin : pour une bonne précision, utilisez un feuilard ou un ruban de mesure pour guider votre trait sur la partie courbe du rondin.

L'entaille au carré - Une méthode pour débiter

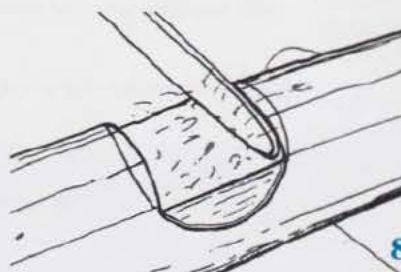
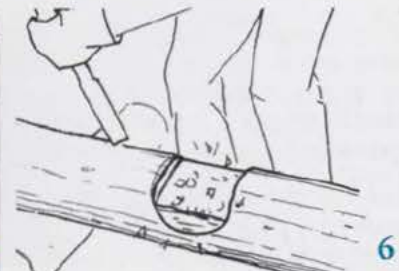
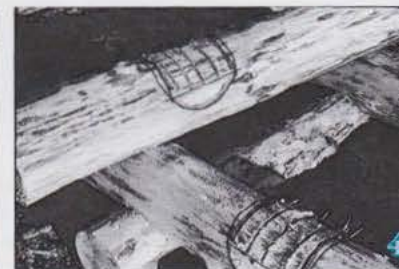
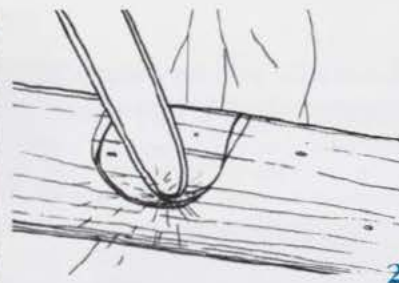
Traçage



L'entaille au carré

Découpe

1. Commencer par enlever le bois sur la joue. Marquer le contour AB à la gouge.
2. Avec précaution, faire un trait de tronçonneuse. Finir le fond à la gouge.
3. 4. Enlever le bois sur la surface du tenon ABCD : découper des traits parallèles à la tronçonneuse.
5. 6. Faire sauter les éclats à la bûche,...
7. 8. ... puis brosser à la tronçonneuse. Faites de même pour les 2 bois.
9. 10. La finition se fera avec la bûche. Une grande précision est nécessaire pour avoir un emboîtement exact. Mais il est indispensable de mettre un peu de jeu (cf. p. 71).

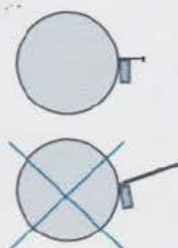


173



Attention !

Quand on trace l'entaille au carré, il faut tenir le niveau bien droit et non incliné, sinon il y aura une petite erreur.



2. L'entaille au carré simplifiée ou la technique "double ligne-double traçage" (DLDT)

L'entaille au carré, comme toutes les entailles bloquantes, fait appel à un report de points. Les points ABCD qui définissent une surface sur le rondin du dessous, sont reportés sur le rondin du dessus. Ce report de point en point est long, on l'a vu précédemment, parfois assez fastidieux, et source de petites erreurs. Il est possible de simplifier cette technique en traçant à l'avance 4 points, et en les figurant par 2 lignes horizontales qui seront "contre-jaugées", c'est-à-dire placées au même niveau par rapport au sommet de la tête. Cette méthode très rapide demande simplement de savoir à quel niveau doit se situer la surface ABCD.

Le traçage des lignes AB et CD peut se faire avec un niveau de chantier et un compas /174, 1-4/, ou plus rapidement avec une « table ou gabarit de traçage » découpé dans un morceau de panneau équipé de deux niveaux /175, 1-4/.

Deux bandes de pâte à modeler, posées sous le panneau, permettront de le caler à l'horizontale et de le maintenir en position. On peut aussi installer des vis de calage sur ce panneau. Ce gabarit sera utilisé quand on a une série d'entailles de solives à tracer.

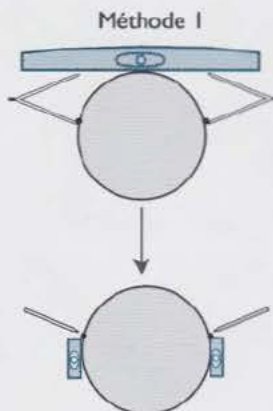
Le compas utilisé comme un trusquin, dont l'ouverture a été réglée à la hauteur voulue, est alors traîné sous le panneau /175.6/. On obtient 2 lignes horizontales et de même niveau.

Une fois ces 2 lignes AB et CD tracées, le traçage de l'entaille au carré est très rapide : le compas de double traçage est réglé à l'ouverture désirée. La ligne de traçage vient croiser la ligne de traçage et l'on reporte les points A, puis B, C et D sur le tracé du rondin supérieur /176.1-3/.

Cette méthode impose seulement de connaître la hauteur des 2 lignes AB et CD par rapport au-dessus de la tête.

Exemple : des solives sont encastrées avec une ouverture de compas de 13 cm. Pour ne pas affaiblir la solive, la surface ABCD sera située au $\frac{1}{3}$ inférieur, et donc au $\frac{2}{3}$ du rondin qui reçoit la solive. Le trusquin sera réglé à $12 \times \frac{2}{3} = 8$ cm

174 Tracer les lignes AB et CD (méthode 1)



1 Traçage en 4 temps avec niveau de chantier



4 Tracer la ligne A-B.



2 Marquer le niveau de la ligne A-B



3 La reporter de l'autre côté du rondin (contre-jauger).

175 Tracer les lignes AB et CD (méthode 2)



1 Traçage direct en 2 temps avec panneau



3 ... sur des bandes de pâte à modeler



2 Panneau posé...



4 Le gabarit de traçage peut être vissé



5 Après avoir réglé à la hauteur voulue...



6 ...trainier le trusquin sous le panneau.

Pour un traçage encore plus précis, fixer sous la branche fixe du compas-trusquin une plaque d'aluminium ou PVC (collée ou vissée) qui donnera une meilleure assise pour trusquiner.



176 Double-tracer et reporter A/B/C/D.



1 Présenter la panne...



2 ...et double-tracer en reportant les points A/B/C/D.

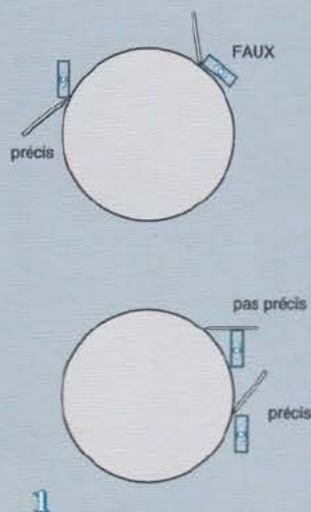


3 Utiliser un crayon fin pour plus de précision.

177 Tracer une ligne horizontale sur un rondin

Le niveau de chantier que l'on utilise pour tracer une horizontale n'aime pas les surfaces courbes. Pour que l'horizontale soit précise, le niveau doit être tenu d'aplomb, ce qui signifie sans dévers. Il est donc important de ne pas couler le niveau pour se faciliter le traçage. Pour pouvoir tracer avec la pointe du crayon, on devra tenir le niveau, bulle en haut ou bulle en bas, pour que la platine du niveau serve de guide de traçage /2/. Le crayon doit venir tracer dans le dièdre défini par la courbure du rondin et la platine du niveau.

Si le rondin est courbe, le niveau sera distant et la ligne sera difficile à tracer. On peut alors utiliser une plaque fine (une lame de scie courbée et épointée) /3/ ou encore un compas à pointe sèche.



A/ Le traçage sur la panne



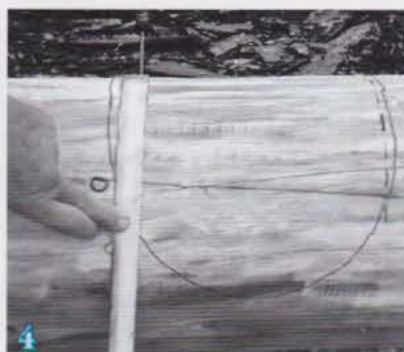
1 Le traçage normal en poin tillé



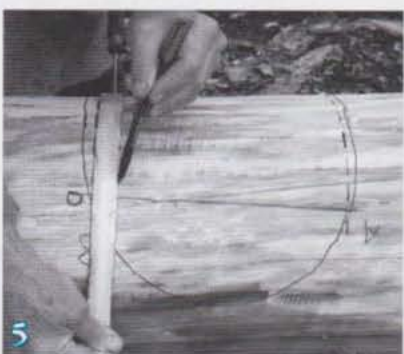
2 Le traçage normal en poin tillé



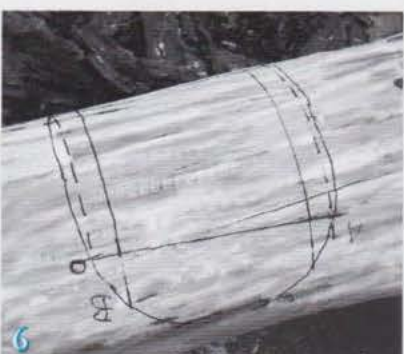
3 Le traçage modifié de la largeur du réglet.



4 On déporte la ligne de 2 cm.



5 Le traçage modifié de la largeur du réglet.



6 Le traçage de l'entaille sur la panne

3. L'entaille au carré modifiée ou à épaulement modifié

L'entaille au carré comprend donc deux éléments, un ensemble tenon mortaise, et des épaulements. Ces derniers ont un rôle essentiel dans cette entaille, car ils supportent directement la panne. Selon la configuration de la panne et de son support (leur diamètre relatif), l'épaulement inférieur qui supporte la panne est plus ou moins large. Il est possible de l'élargir de façon à donner une assise plus large à la panne, et à son débord ou porte-à-faux.

Pour cela, après traçage de l'entaille au carré, on commencera par la pièce du dessus (la panne). Avec un réglet de 1 ou 2 cm, on élargira l'épaulement de chaque côté en déportant latéralement la ligne AB et la ligne CD. La largeur de la mortaise est donc réduite en conséquence. On peut alors découper.

On passe ensuite à la pièce inférieure, en commençant par découper la mortaise, avant de modifier le traçage en déplaçant comme précédemment les lignes AB et CD.

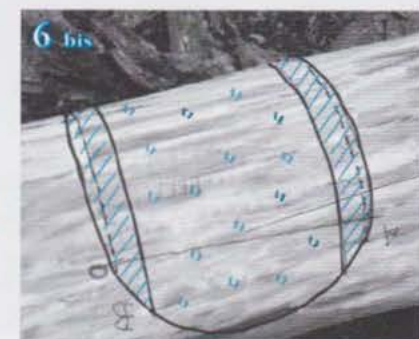
Dans cet exemple si la longueur de l'arc de l'épaulement est de 22 cm, si l'on augmente la largeur de l'épaulement de 2 cm, soit 44 cm², la résistance en compression au niveau de cet appui est augmentée de l'ordre de $25 \times 44 = 1100$ Kg.

178

à conserver

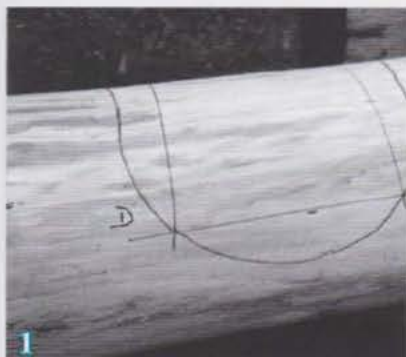


à enlever



B/ Le traçage sur le bois porteur de la panne

179



Commencer par rejoindre les 4 points



On reportera la largeur du réglet pour modifier l'épaulement.



Pour faciliter ce report, découper la surface plane ABCD, puis tracer avec le réglet sur le plat.

Mettre du jeu dans l'entaille au carré

L'entaille au carré est une entaille de charpente qui doit rentrer « à la casquette », c'est-à-dire facilement. Il convient donc de lui mettre du jeu.

On distinguera 3 parties dans l'entaille au carré : les côtés, le fond horizontal et les épaulements..

La méthode : elle consiste à mettre du jeu uniquement sur les côtés en « tenon » (les parties mâles) (environ 1mm de chaque côté) Dans le fond on mettra un jeu minimum (1mm env)

Enfin, les épaulements doivent porter non pas sur les arêtes mais sur toute leur surface et il faut donc éviter de trop les creuser. C'est toute la difficulté de cette entaille.

Si vous n'avez pas laissé assez de jeu, contrôlez en mettant de la craie sur l'une des deux entailles au carré. Après déboitage, la craie laissera des traces sur l'autre entaille.



Après découpe de l'entaille (panne)



La surface d'appui est élargie

La panne et le porteur à épaulement modifié.

A/ Le traçage sur la panne (1 à 12)



Tracer l'axe sur le mur porteur.



Positionner la solive : remonter cet axe au niveau.



Tracer le contour à découper.



Tronçonner en suivant le trait.



Régler l'ouverture du compas.



Double-tracer.

180

Reporter les points AB et CD sur la solive.

Tracer la ligne A-B au 1/3 inférieur de l'ouverture du compas.



4. L'entaille au carré aveugle avec demie queue-d'aronde

On l'utilise souvent pour les solives, de façon à éviter les débords à l'extérieur qui peuvent entraîner risques d'infiltration sur les murs exposés à la pluie ou tout simplement pour ne pas surcharger visuellement une façade par des débords de solives.

Son traçage est identique à celui de l'entaille au carré simple. On devra simplement reporter les 2 derniers points verticalement au niveau sur le rondin du dessous (le porteur).

L'entaille au carré aveugle est très facile à transformer en demie-queue d'aronde. On pourra l'utiliser pour les solives, - elle assure un bon blocage des murs. On peut même l'utiliser pour abouter 2 rondins sur une tête.

Il est également possible de modifier la largeur de l'épaulement, comme précédemment, ou bien faire une facette sur le bois inférieur. Elle élargira la surface portante de l'épaulement.



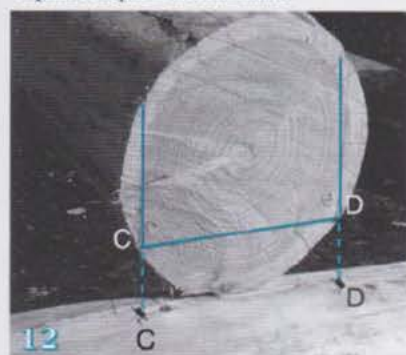
Reporter les points à l'horizontale.



Les deux points obtenus se rejoignent en bout.



Reporter ces points sur le «porteur».



On obtient C et D

B/ Découpe de l'entaille sur la solive (13 à 26)



Tracer sur la solive AB.



Marquer le trait au ciseau droit.



Couper la partie inférieure de l'entaille.



Cette entaille rejoint ABCD.



Araser sur le trait.



18

Tracer la queue-d'aronde



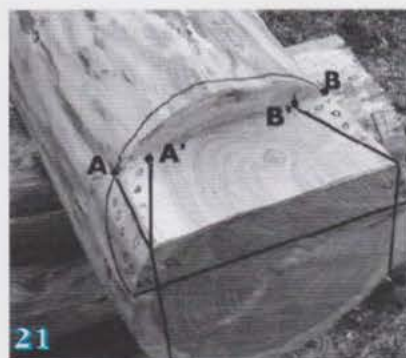
19



20

Les points A et B sont déportés vers l'intérieur de $\frac{1}{6}$ du diamètre :

$$AA' = \frac{AB}{6} \quad BB' = \frac{AB}{6}$$



21



22

Découper après avoir marqué les contours au ciseau et gouge. Finir l'entaille avec gouge...



23



24

... et demi-bisaigüe.



25

La queue-d'aronde mâle (solive) est terminée



26

Relever les cotes précises et reporter les sur le porteur.



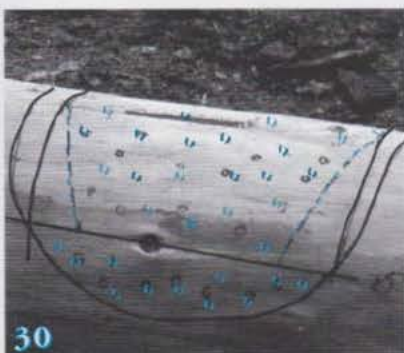
Rejoindre AB et CD.



Reporter A en A' et B en B'.



Tracer A'-D et B'-C.



Découper

à enlever



C/ Traçage et découpe de la queue-d'aronde (partie femelle) sur le «porteur» (27 à 36)



Si nécessaire, on peut aussi élargir l'épaulement.



Le jeu doit être minime.



34



Deux solives aboutées en angle.



Queue-d'aronde utilisée pour un aboutage sur un mur.

5. La tête de bélier à verrou en 30 images

On procédera, pour la première étape, selon la méthode de la DLDI (double ligne-double traçage) expliquée p. 68. Il faut commencer par tracer sur chaque tête les lignes de l'épaulement et le fond de la mortaise. Ces deux lignes peuvent être confondues ou distantes. Dans l'exemple ci-contre, on tracera l'épaulement à une distance de ($H =$ hauteur de tête - 8 cm) du sommet de la tête et la ligne de mortaise à également 8 cm du même sommet de la tête. Elles seront confondues.

Les 2 lignes AB et CD sont donc tracées avant la pré-entaille.

Présenter ensuite le fût à tracer. Tracer la pré-entaille comme pour une entaille ronde, mais compte tenu des épaulements et tenon-mortaise, il faut régler l'ouverture du compas de telle sorte que l'espace final de traçage soit de 8 cm environ. Le compas a donc été ouvert de l'espace mesuré moins 8 cm.

Tracer les repères des facettes avec le gabarit. Tracer en bout un trait de verticalité. Découper les pré-entailles sans trop creuser sur les côtés.

Puis découper les 2 facettes inférieures, en travaillant avec le bout du guide (chaîne *rip-ping*) et sans chercher à s'enfoncer trop vite.



181

Traçage direct en 2 temps avec panneau des deux lignes horizontales contre-juguées avant de tracer la pré-entaille.

1



Traçage double après pré-entaille et façonnage des facettes.

Faire l'opération en plusieurs passages, c'est la seule manière de faire une courbe sans erreur. Pour obtenir une surface bien sciée, mettre du régime à la tronçonneuse. Si l'aspect de surface est médiocre, faire un passage final.

Tracer à 7 cm du fond de la pré-entaille 2 points, de part et d'autre de la gueule - la hauteur 7 cm correspond à l'espace final 8 cm - 1 cm - (voir p. 53 la découpe). Orienter le fût de façon à pouvoir tracer les limites de la facette supérieure.

Découper la facette supérieure avec la même méthode que précédemment.

Remettre le fût en place et vérifier que le trait de verticalité est bien dans sa position verticale. Si nécessaire, mettre une petite cale à l'intérieur de la gueule. On peut maintenant procéder au traçage final.

A/ La tête de bélier à verrou (1 à 25)

Le traçage final, doit être obligatoirement un double traçage /181.2/.

Chaque fois que la pointe inférieure du compas croise une ligne, on reporte le point d'intersection sur le tracé supérieur successivement en A, B, C et D.

Commencer par découper la gueule tenonnée /3/.

Marquer à la gouge et ciseau /4, 5/

Découper la surface ABCD /6 à 9/.

Tracer ensuite le tenon. Il doit être centré entre les lignes AD et BC. On a choisi ici un tenon conique de 4 cm au plus étroit (c'est la dimension du gabarit) et de 8 cm au plus large. Sa pente sera de 50% /10-11/.

Découper en commençant par les joues verticales (les lignes extérieures) /12, 13/, creuser les épaulements à la



Rejoindre les points ABCD



Marquer le trait au ciseau



Marquer l'épaulement à la gouge.



Couper le carré ABCD

gouge, en donnant la pente, à partir des lignes intérieures /14,15/.

Mettre le jeu nécessaire sur le tenon.

Tracer ensuite la mortaise en relevant avec précision les cotes du tenon /16, 17/. Puis découper la mortaise /18/.

La découpe de l'épaulement /19,20/ sera effectuée en final. Elle suit une ligne droite et non la courbure de la facette.



Tracer le tenon.



4 lignes.



Découper l'épaulement...



... et le tenon.



Découper le chanfrein du tenon.



Finir à la demi-bisaiguë.



Reporter les cotes du tenon...



... sur le rondin du dessus.



Découper la mortaise.



Découper le «renard» (épaulement vertical).

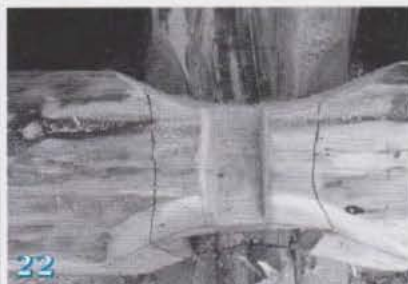




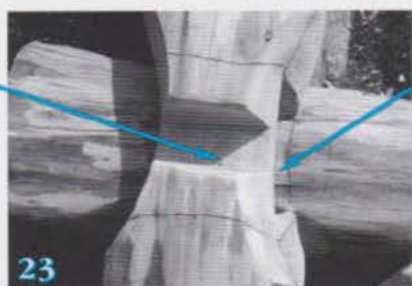
Dans cette entaille on laissera un jeu de précompression comme pour une entaille creuse dans la partie la plus large (l'épaulement du bois inférieur).

On pourrait aussi faire un tenon carré, mais le jointage intérieur est ensuite difficile à réaliser.

Cette entaille demande un travail supplémentaire par rapport à une entaille creuse, et obligera à démonter le bois du dessous pour entailler mortaise et épaulement. Mais la qualité finale est sans comparaison avec le très faible surcroît de travail. Les professionnels avertis doivent proposer cette entaille à leurs clients. Elle correspond à une évolution actuelle très nette au sein des constructeurs fustiers du monde entier : la recherche de qualité.



mortaise



renard

B/ L'entaille ronde à double verrou (tenon-mortaise et "renard") (26 à 29)

Comme avec la tête de bœuf, elle peut être utilisée pour la totalité des entailles d'une fuste. Dans ce cas, l'entaille sera à mi-bois (1/2 de la hauteur de la tête).

On peut aussi faire un épaulement (angle intérieur) à chaque entaille et un tenon lorsque la hauteur de tête est critique.

Dans ce cas, la mortaise est au 1/3 de la hauteur de la tête.

Enfin on peut aussi faire un double épaulement.

C'est donc une entaille très flexible à adapter à la situation, hauteur de tête critique, blocage des linteaux sablières, blocage du premier tour...



Cette technique peut aussi être utilisée en entaille ronde



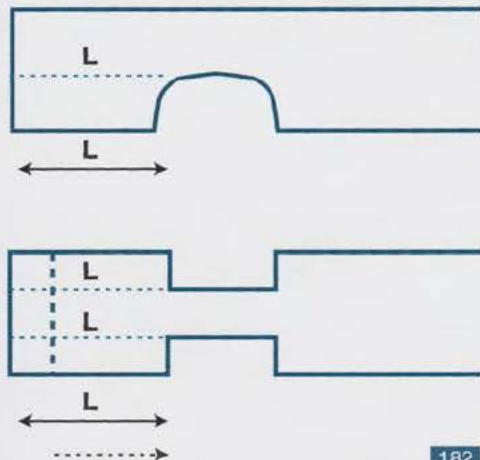
Tenon conique dans l'entaille ronde : blocage assuré

Une mortaise très large et l'épaulement du renard

Réduire les débords

Les entailles à simple ou double verrou avec tenon-mortaise et épaulement ("renard") améliorent considérablement la qualité et la solidité des assemblages, mais ce n'est pas leur seule utilité. Elles permettent en outre de réduire la longueur des débords.

On sait en effet que dans une entaille creuse, la solidité de l'assemblage dépend en bonne partie de la longueur du débord. C'est le plan de cisaillement, sa surface, sa longueur qui donne la résistance au déplacement latéral des bois. Le système tenon-mortaise permet de doubler le plan de cisaillement et donc de réduire fortement la longueur des débords. Mais, si l'on veut ou doit cacher les débords ou barder un mur en rondins, la queue d'aronde est la solution.



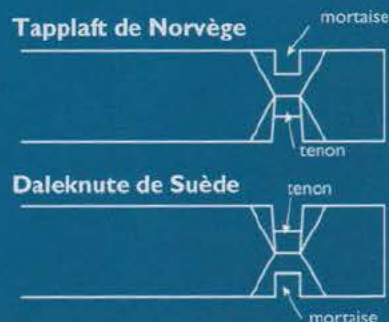
182



183

Quelques variantes des entailles à tenon de Scandinavie, pratiquées depuis la fin du Moyen âge.

Bien souvent elles marquaient l'identité et la tradition d'une même vallée, et aussi les oppositions entre pays. C'est ainsi que les Suédois du Dalarna plaçaient et placent encore le tenon sur le dessus, tandis que les Norvégiens le placent sur le dessous de l'entaille !



Trois exemples de variantes d'entailles à verrous de Norvège de la région de Rauland dans le Telemark (d'après Claus Ahrens). Le forme des facettes inférieures et supérieures, et des tenons-mortaises varie de région en région. Ces différentes variantes pourront inspirer tous les fustiers (cf. Bibliographie : Hermann Phleps)

184

Le carré magique

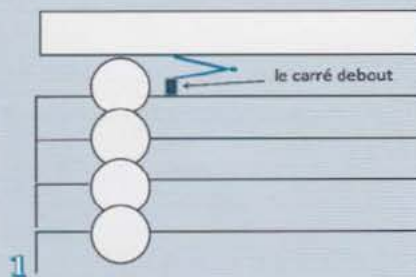
C'est un petit morceau de bois, une cale carrée de 5 cm de côté et 15 à 20 mm d'épaisseur que le fustier aura en permanence dans sa poche.

Il est devenu populaire dans les stages de la Combe Noire, car il permet d'améliorer de façon notable l'apprentissage des débutants, et rendra aussi beaucoup de services à des fustiers confirmés. A quoi sert-il ?



1 - Pour la préentaille, il remplace le mètre-ruban (de boîtier 5 cm) (ph. et sch. 1).

Posé debout, à côté de la tête dont on veut reporter la forme pour tracer la préentaille, il suffira de présenter le compas et de régler son ouverture entre le sommet du carré et le rondin à encaster. Après traçage et découpe de la préentaille (ou ébauche), l'espace entre le rondin à tracer et le rondin inférieur sera de 5 cm.



2 - Après préentaille, le carré, toujours placé debout, permettra de vérifier le parallélisme entre le rondin supérieur à tracer et le rondin inférieur.

Pour les bois à l'entaille, il permettra un réglage fin du serre-joint sur lequel repose le rondin au niveau de l'ouverture.

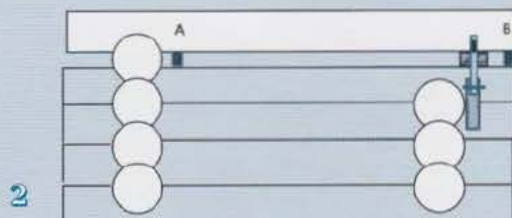
En déplaçant le carré de A vers B, on verra très rapidement où se situe l'espace le plus large entre les deux rondins, là où l'on fera le réglage de l'ouverture du compas pour le traçage final (sch. 2).

3 - Le carré servira de jauge pour la largeur minimale de gorge, définie en fonction de l'ouverture du compas.

Posé à plat sur le dessus du rondin inférieur, à l'endroit où l'espace H est le plus grand, on pourra aisément vérifier que l'ouverture du compas choisie permet d'obtenir une gorge suffisamment large.

Pour une gorge de 7 cm de large, la pointe inférieure du compas devra se situer à 1 cm du carré, de chaque côté.

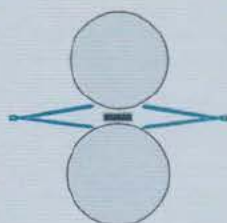
Bien entendu, si l'espace est différent entre les 2 côtés, on recentrera le carré (ph. et sch. 3).



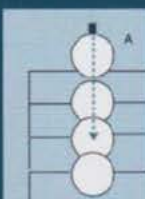
4 - Enfin, il servira de jauge de contrôle de centrage de la gorge sur le coulisseau de l'ouverture, et évitera de monter des rondins décentrés par rapport à l'axe du mur.

Avant de faire le traçage final, le compas, ouverture et bulles réglées, sera présenté au niveau de l'ouverture, le carré étant posé debout sur l'axe du mur. On verra immédiatement si la gorge est bien centrée par rapport à l'axe du mur.

Un rondin mal centré rend impossible l'encastrement correct du coulisseau vertical au niveau d'une ouverture (porte ou fenêtre) (ph. 4).

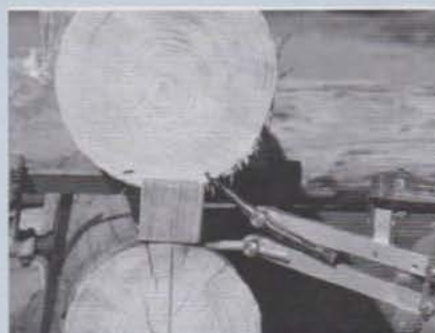


Le carré fil à plomb !



Fixer un fil de pêche à ce carré, qui lesté d'un plomb (de pêcheur) deviendra le plus simple des fils à plomb, toujours prêt à sortir de la poche du fustier.

5



Le compas à pointes sèches

Les entailles faisant appel au double traçage et au report de points ABCD... demandent une très grande précision.

Elles devront être tracées avec des crayons fins (feutres permanents F par temps sec) ou cartouches "space pen" sur le bois mouillé.

La précision est considérablement améliorée en utilisant un ou des compas à pointes sèches pour reporter les points. Ils permettent de faire une piqûre très précise.

1/ Le choix de l'ouverture pour le traçage final est plus facile avec un compas à pointes sèches.

Une fois réglée l'ouverture, on fera une marque sur le dessus d'un rondin et les queues de piqûres correspondantes. Elle servira de mesure pour le double traçage

2/ Le report des points (tête de renard, entaille tenonnée, queue d'aronde...)

Après double traçage, le report des points peut se faire sans bulles de niveau.

Chaque piqûre sera marquée par une "double queue de piqûre", 2 traits fins qui partent de la piqûre (ph. 1 et 2).

3/ Le report de points pour les tenons-mortaises...

On pourra soit reporter les points suivant l'ouverture désirée directement à partir de ABCD ou bien à partir du centre M des segments AB et CD. Cette deuxième solution permet de mieux centrer les tenon-mortaises (ph. 3).

4/ Le report horizontal de points pour l'entaille au carré

Dans le traçage points à points de l'entaille au carré, la plus grande difficulté est de reporter correctement les points horizontalement. Un compas à pointes sèches à branches rectangulaires sur lequel sera posé un petit niveau, facilite ce travail (ph. 4).



1
Report de points
à la verticale



2
Chaque point est marqué par
deux queues de piqûre



3
Report de points
dans la mortaise



4
Le niveau posé sur
le compas pour
reporter les points
à l'horizontale

Outils et lames vibrantes

L'inciseur vibrant

C'est un outil électro-portatif de plus en plus répandu chez les artisans qui permet, entre autres opérations, de faire des incisions très précises. Il est très utile pour les entailles spéciales, tenonnées et épaulées.

Le fustier l'utilisera

- soit avec la lame circulaire,
 - soit avec une lame plongeante.
- (voir le carnet d'adresses)

Pour l'incision des tenons, épaulements, entailles au carré, queues d'aronde à encoches..., il remplace le ciseau droit, sans écrasement des fibres et sans... tendinites !



Sans danger, les
médecins l'utilisent
pour couper les
plâtres!



III. ENTAILLES D'ANGLES SANS DÉBORD

La queue d'aronde en dent de mouton et dent de loup

La queue d'aronde est une entaille d'angle utilisée depuis fort longtemps en Europe et notamment dans les Alpes où elle est perpétuée par la tradition des mazots en madriers.

C'est une entaille à mi-bois sans débord et pourtant très solide et supportant d'importantes charges.

En rondin, elle était jusqu'à présent peu répandue, en raison de 2 difficultés :

- La nécessité d'équarrir les bouts de rondins et de réduire fortement leur épaisseur.
- L'étanchéité très difficile à réaliser dans l'angle intérieur vertical de l'emboîtement ajusté plat sur plat.

Elle semblait donc réservée aux madriers calibrés et aux bois calfatés.

Mais elle peut connaître un renouveau, aussi bien en rondins qu'en bois facés, grâce à la méthode de traçage originale que nous avons imaginée et expérimentée depuis 2006.

Nous proposons ici 2 versions :

- 1 : l'une à recouvrement et épaulement simple appelée "dent de mouton"
- 2. l'autre à encoches appelée la "dent de loup", qui est selon H.Phleps traditionnelle de Suisse.

Nous en donnons ici un aperçu et le détail du traçage et de la découpe de ces entailles sera développé dans une publication spéciale.

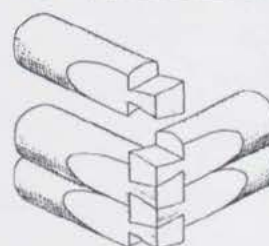
Nous en exposons ici les principes, qui sont très proches des méthodes de traçage des "renards", tenons, mortaise (Double ligne-double traçage).



L'aspect intérieur des rondins restera naturel aussi bien pour la dent de mouton que la dent de loup.



Les queues d'aronde sophistiquées d'Autriche



Une entaille traditionnelle de l'Europe (ici en Pologne)

Queue d'aronde simple en rondins équarris (source H.Phleps)

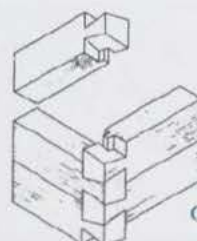


1. Dent de mouton.

Queue d'aronde à recouvrement et épaulement en dent de mouton.

2. Dent de loup.

Queue d'aronde à encoche (**dent de loup**) (source H.Phleps) qui peut être adaptée aux rondins comme aux bois facés ou aux madriers. Elle demande plus de travail, beaucoup de précision, mais son efficacité surpasse la dent de mouton.



(source H.Phleps)



Le principe de la queue d'aronde

Le traçage traditionnel de la Queue d'aronde sur bois équarri permet de comprendre les caractéristiques de cette entaille.

La Queue d'aronde forme un plan (gauche) à double pente toutes deux situées vers l'extérieur des murs, telles que A et C sont deux points médians, tandis que D sera le point haut et B le point bas.

La pente des lignes AB BC CD et DA sera choisie entre 8 et 15% et restera constante pour toute la construction, de façon à obtenir un profil régulier de la ligne brisée en zigzag visible dans l'angle extérieur des bois empilés, qui rappelle les dents...

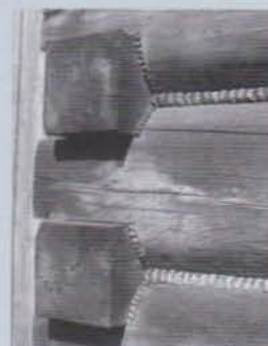
Le pas de la queue d'aronde Z est la distance entre 2 points C.

La queue d'aronde

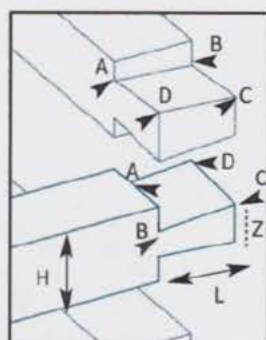
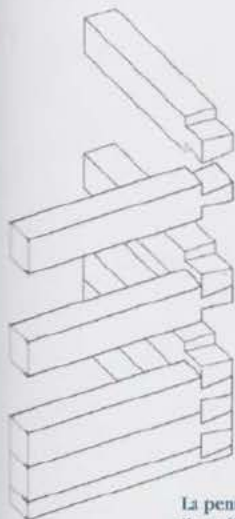
La queue d'aronde est une entaille à mi-bois (chaque bois est entaillé à la fois dessus et dessous) semblable à ces queues droites que l'on rencontre encore en Pologne notamment. En l'absence de pente bloquant les bois, c'est par chevillage que sera assuré le maintien des bois.

Par rapport à une queue droite, seuls sont modifiés les points D et B en fonction de la pente choisie. Les points A et C restent au niveau du mi-bois.

La queue d'aronde, comme la queue droite, est une entaille à mi-bois, telle que son pas est égal à la hauteur moyenne d'un rondin ou madrier diminué de la hauteur d'encastrement (1 à 2 cm).



Queue droite en Pologne



185.8

La pente sera choisie en fonction du rapport H/L. Plus il est élevé plus la pente pourra être forte mais ne dépassera pas 15%, dans le cas de gros bois équarris. Pour des rondins, compte tenu de la décroissance des bois, la pente sera choisie proche de 8 %.

Il conviendra de bien numéroté les lignes de référence en partant toujours (sur le bois supérieur) de A situé dans l'angle intérieur et en tournant en sens horaire si la pente est à droite et inversement si la pente est à gauche. B sera toujours le point bas.

Z est le pas de la dent



De la tête aux dents !

Tout en restant dans le bestiaire, L'art de la fuste avait besoin de rebaptiser les queues d'aronde de l'emillage qui prêtent à confusion avec les queues d'aronde droites des tiroirs, des tenons... Et puisque le débord est supprimé et qu'il n'y a presque plus de tête, c'est donc la denture qui nous ramènera au bestiaire, la dent de mouton, plate des ruminants. Quant à la dent de loup, c'est ainsi qu'en Hongrie on baptise cet assemblage (farkasfog) : avec ses encoches, la morsure sera redoutable et l'animal ne lâchera pas sa proie...

Le traçage

1. Dans l'angle extérieur, reporter la cote **Z** (pas de la dent). On obtient le point **C** (Ph. 2 p. 83).

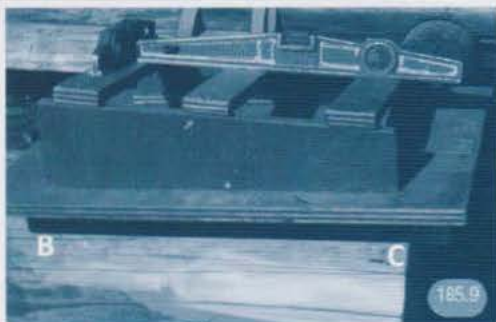
2. On utilisera un plan de référence (gabarit) correspondant à la pente choisie, et calé sur le dessus de la tête du rondin inférieur.

Les lignes **AD**, **DA** et **AC** seront tracées au trusquin. L'ouverture du trusquin sera réglée à partir du point **C** à la cote **Z**.

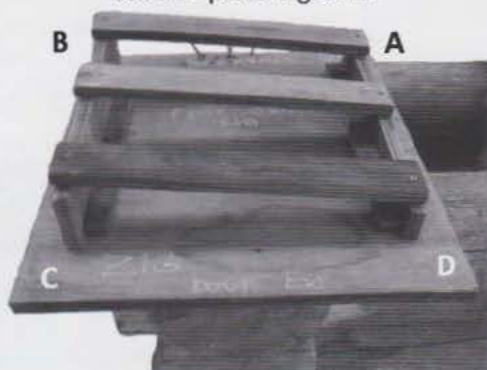
Le gabarit est simple à réaliser au moyen de 2 pièces de contreplaqués, découpées à la pente choisie et vissées sur une plaque à l'envers. Les niveaux sont posés sur les cales de pente. Pour chaque pente on aura un gabarit droit et un gauche.

Le gabarit (pente à gauche) est réalisé à l'envers. 2 lattes obliques sont disposées sur un carré **ABCD**. **A** et **C** ont la même hauteur. La pente **AD** est la même que **BC**. **B** est le point haut, **D** est le point bas. Si l'on pose les niveaux sur les lattes transversales, on obtiendra après traçage **B** au point bas et **D** au point haut.

Le gabarit à droite de même pente sera le symétrique.



Gabarit "pente à gauche"



3. Après calage du gabarit de pente donnée, l'ouverture du trusquin est réglée par rapport au point **C**. On va donc tracer un plan parallèle précis passant par **C** et correspondant à la pente choisie.

On obtient les lignes **AD**, **DA** et **AC**. (ph. 3)



3

Traçage sur le bois inférieur

4. Le bois supérieur est ensuite présenté ; on pourra faire une préentaille réduite avant traçage final.

Comme pour le renard ou l'entaille au carré, on fera un double traçage. A l'intersection des lignes **AD**, **DA** et **AC** on obtiendra 4 points **A,B,C,D** qui seront reportés sur le bois supérieur à l'intersection de la ligne supérieure du double traçage (ph. 4).

On reportera également des points supplémentaires limitant l'épaule pour la dent de mouton, et les 2 encoches pour la dent de loup.

Les lignes **AB**, **BC** et **CD** sont alors tracées sur le bois supérieur (ph. 5).

5. Traçage sur le bois inférieur de la partie mâle de l'épaule (qui sera recouverte) entre **A** et **B** (ph. 6).



6

La découpe de la "dent de mouton"

1. Découper à l'aide de l'inciseur vibrant ou du ciseau
2. Bois inférieur : "mettre à plat" l'entaille à la tronçonneuse et contrôler la planéité
3. Traçage de l'entaille de recouvrement.



4. Bois supérieur : "mettre à plat" puis tracer la partie mâle de l'épaulement
5. Bois inférieur : tracer l'épaulement (partie femelle).
6. Découper les épaulements au ciseau et à la gouge : le bois supérieur après découpe.

Construire avec des entailles mixtes (avec et sans débord) ?

Que l'on construise avec ou sans débord, il est nécessaire de mettre du jeu pour tenir compte de la compression sur les arêtes des gorges. En entaille avec débord, le jeu est mis sur le sommet de la tête. Entre les deux surfaces planes de la queue d'aronde, on laissera également un jeu visible qui sera occulté par un joint compressible de type compriband. Après compression, ces surfaces seront en contact et supporteront alors de très fortes charges sans compression ultérieure possible. Dans le cas de construction mixte, (par exemple une aile d'une construction en queue d'aronde), les constructeurs expérimentés ont l'habitude de majorer ce jeu.



L'utilité de la queue d'aronde

Queue d'aronde en dent de mouton

Cette entaille sans débord pourra être mise en œuvre dans les cas suivants :

1) De fortes descentes de charge : construction devant supporter de très fortes descentes de charges (toiture et surcharge). La surface d'assemblage aux angles assure des reports de compression sans commune mesure avec les entailles creuses avec débord.

2) Des problèmes réglementaires : l'absence de débords est parfois exigée par une réglementation administrative locale.

3) Le doublage des murs : sans débord, le doublage est plus facilement réalisable, et peut permettre d'améliorer l'isolation par l'extérieur d'une partie d'une fuste en zone exposée (isolation et bardage), sur une façade nord en particulier de façon à mieux répondre aux nouvelles normes thermiques mises en application à partir de 2013.

Le doublage peut aussi être exigé ou désiré pour des raisons d'architecture locale, ou de protection (mur fortement exposé à la pluie).

Sans doublage, il est important de noter que l'absence de bouts débordants réduit les risques de dégradation des bois face aux intempéries

4) Des économies de bois : La suppression des débords réduit la longueur des bois utiles. Cette économie n'est pas négligeable.

5) La résistance des murs aux efforts latéraux (séisme, avalanche...)

Les essais mécaniques conduits en laboratoire sur des murs de fustes entrecroisés et sans entailles d'angle (voir le *Carnet de la Combe Noire* N° 5) n'ont pas pris en compte l'assemblage en queue d'aronde. Il est donc difficile de confirmer la réputation de grande solidité de la queue d'aronde.

6. Facer les rondins

Les rondins d'une fuste peuvent être "facés" (sciés sur une face) sur leur face extérieure, aussi bien dans les structures d'empilage que de colombage.

Cette opération peut être justifiée pour faciliter l'insertion d'une fuste dans un site architectural où domine le bois équarri.

On peut aussi l'envisager par choix esthétique personnel, ou pour des raisons techniques : par exemple pour limiter l'épaisseur d'un mur qui doit être doublé.

Ses inconvénients : le façage diminue très légèrement l'isolation d'un mur, et si les bois sont très nerveux, il peut entraîner de légères déformations du rondin au séchage, en particulier avec les bois très vrillés. On veillera donc à limiter l'épaisseur de la dosse enlevée.

En scierie, on parle de dosse et de découvert.

La dosse, c'est la première pièce de bois enlevée quand on équarrit une poutre ; le découvert, c'est la largeur de la face sciée lorsqu'on a enlevé la dosse. Plus la dosse est épaisse, plus le découvert est large. Avec des bois de 25-30 cm de diamètre, une dosse de 2 cm d'épaisseur donnera un découvert de 10 à 12 cm. On veillera à ne pas dépasser cette valeur.

Ses avantages : si l'on utilise un résineux « rouge » très duraminisé (avec une fine couronne de bois blanc ou aubier), du mélèze ou du douglas âgé, en faisant l'extérieur du rondin, on supprime du bois peu durable pour faire apparaître du bois très durable.

L'opération de façage doit se faire avant traçage final et donc après la pré-entaille, si l'on façonne les angles en tête de chien ou renard (entaille ronde). On pourra le faire éventuellement après découpe finale si l'on réalise des entailles à facettes.

Le trait de verticalité permet de se guider.

Deux méthodes de sciage :

1/ Découper en suivant la forme du rondin : utiliser une *ripping* chaîne (angle 10°) et enlever une dosse d'épaisseur régulière. Comme pour couper un rondin en deux, scier avec le bout du guide en gardant le guide bien vertical.

2/ Découper suivant une ligne droite. On se servira d'un guide : une longue latte ou une règle en alu fixée sur 2 lattes horizontales en bout du rondin. Si l'on a beaucoup de pièces à scier, on pourra faire un montage avec un U de sciage, ou se fabriquer un banc de scie, ou faire appel à un scieur mobile.

La finition peut se faire avec la disquetteuse, le rabot électrique, ou encore à l'eau sous pression et enfin à la brosse.

Méthode 1



187

Méthode 2



Rondins équarris sur une construction contemporaine.



Scier en s'aidant d'un guide en U

IV. L'ENTAILLE LONGUE OU GORGE



La technique de construction des fustes « ajustés » fait appel à un assemblage bois sur bois très simple : une gorge délimitée par deux arêtes vient épouser la forme du bois qu'elle recouvre. Cette gorge sera remplie d'isolant /188, 190/.

Ces deux arêtes et la forme de la gorge qu'elles délimitent ont une grande importance car elles doivent :

- assurer l'étanchéité à l'eau et à l'air, même après séchage définitif des murs,
- garantir la solidité du mur et sa stabilité par un blocage des arêtes bois sur bois,
- supporter par ses arêtes un poids considérable et donc avoir une bonne résistance mécanique.

Ces fonctions d'étanchéité, de blocage et de résistance mécanique de la gorge doivent également supporter l'épreuve du temps, et donc du séchage définitif du bois.

Le séchage peut venir contrarier les trois fonctions de la gorge :

- Le séchage sera plus rapide à la circonférence du fût qu'en son cœur et le retrait tangentiel est plus important que le radial : il se produit donc de petites fentes de retrait, visibles superficiellement - elles ont peu de conséquences.

- En créant une gorge, on accélère le séchage dans cette partie inférieure du fût et une fente de retrait se produit. Si la gorge est trop large, cette fente tend à s'élargir et la gorge s'ouvrira légèrement. Les arêtes ne formeront plus un assemblage étanche /191.2, 3/.

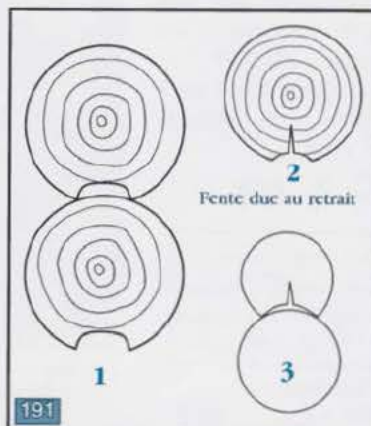


Les arêtes de la gorge

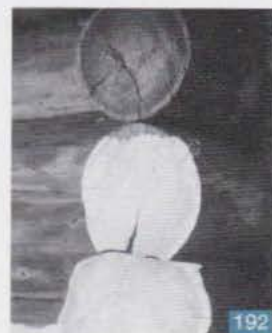
Pour éviter ce phénomène, ou du moins le réduire, on a appris qu'il faut :

- faire les gorges les plus étroites possible, ce qui assure également une meilleure étanchéité /189/,

Les arêtes de la gorge : un assemblage bois sur bois



Apparition de fentes qui s'accroissent (3) sur une gorge trop large...



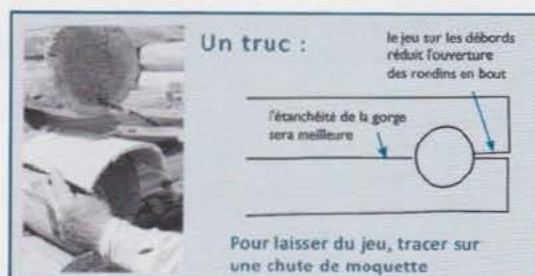
... ou quand on n'a pas laissé de jeu entre les débords (comparez bois du haut et du milieu)

- laisser du jeu sur les débords, pour tenir compte des différences de séchage intérieur-extérieur. Ce jeu évite que la fente en bout ne s'élargisse /192, 194/.

- faire une incision de retrait sur le sommet du rondin, pour éviter que la fente de retrait n'apparaisse dans la gorge.



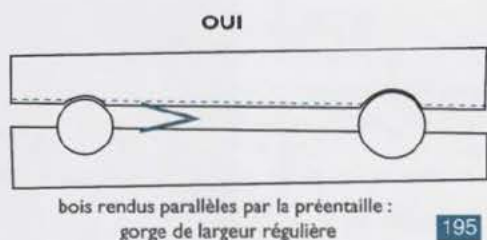
Gorge étroite, jeu en débord, peu de fentes



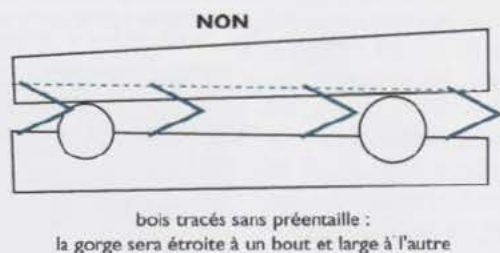
1. La largeur de la gorge

Elle doit donc être étroite et régulière. La technique de la pré-entaille permet de rapprocher les deux fûts et aussi de les rendre parallèles : c'est seulement en les rendant parallèles que la gorge pourra avoir une largeur régulière /195/.

Dans notre première petite fuste, les bois étaient relativement calibrés, de diamètre 20 cm environ ; la largeur de la gorge variait de 5 et 10 cm pour une hauteur d'encastrement de 1 cm. A présent, il s'agit de fûts plus longs et donc plus décroissants, plus gros.

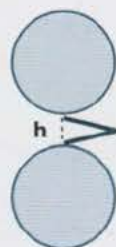


195



a) La largeur minimale de la gorge

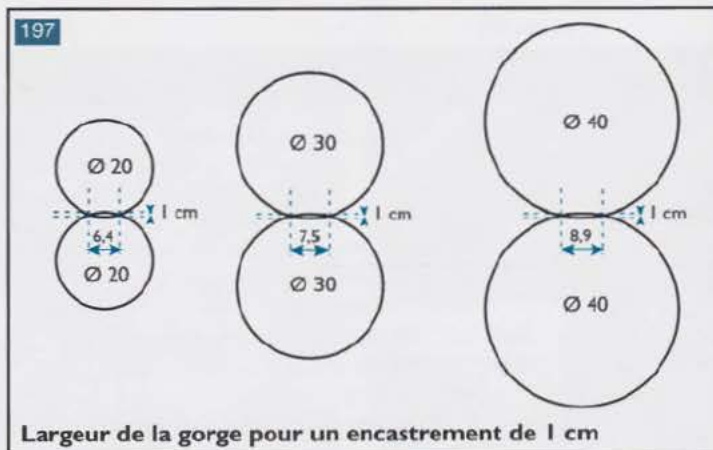
Avec des bois de diamètre 25 cm et plus, la largeur de la gorge devra être de 7 à 10 cm. Les standards internationaux indiquent une largeur minimale de 6,5 cm ; cette largeur minimale correspond à un encastrement de 1 cm pour un assemblage de fûts de diamètre 20 cm.



l'ouverture minimale
du compas
 $h + l$ cm
1 cm = encastrement

196

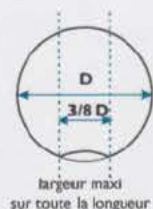
Avec des bois de diamètre supérieur à 20 cm, à un encastrement de 1 cm correspond une largeur de gorge légèrement supérieure.



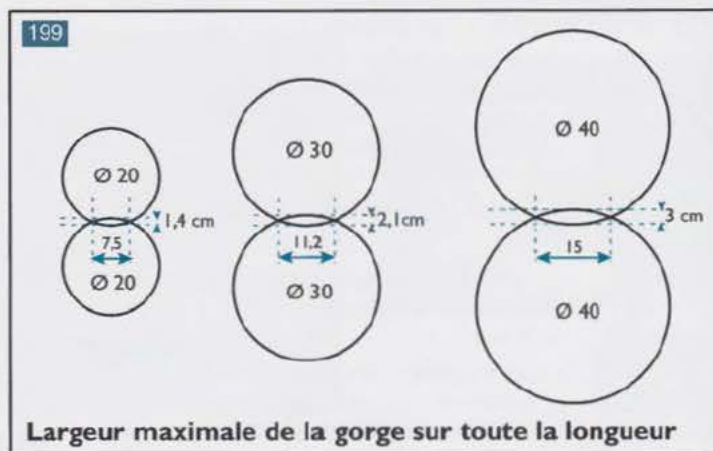
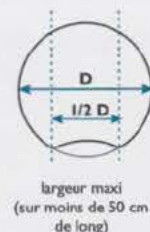
b) La largeur maximale de la gorge

Sur toute la longueur du fût, la largeur maximale de la gorge ne dépassera pas les 3/8 du diamètre. Ponctuellement, sur une courte distance, on pourra atteindre la moitié du diamètre (ce sera le cas lorsqu'on aura une bosse).

	largeur maxi de la gorge = $\varnothing \times 3/8$		
diamètre	$\varnothing 20$ cm	$\varnothing 30$ cm	$\varnothing 40$ cm
largeur maxi de la gorge	= 7,5 cm	= 11,2 cm	= 15 cm

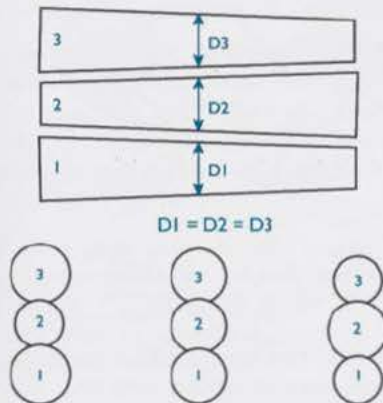


198



c) La largeur de la gorge et la décroissance des bois

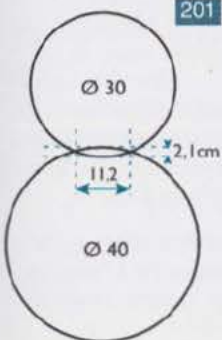
En fait, lorsque l'on construit un mur de fûts empilés, le diamètre est sensiblement régulier au milieu des murs tandis qu'à chaque extrémité viennent alterner gros bout et petit bout, où la gorge sera le résultat du croisement de diamètres différents.



$$D1 = D2 = D3$$

200 Le diamètre est régulier au milieu, mais pas aux extrémités des bois

Exemple : si la décroissance (la différence de diamètre) des fûts est de 10 cm, soit 40 cm au gros bout et 30 cm au petit bout, le diamètre 30 cm couvrant le diamètre 40 cm ne pourra pas être encastré de plus de 2 cm, alors qu'un diamètre 40 cm aurait pu l'être de 3 cm environ.



201 Supposons donc que la décroissance (la différence de diamètre) des fûts est de 10 cm, par exemple 40 au gros bout et 30 au petit bout : le diamètre 30 cm ne pourra pas être encastré de plus de 2 cm, alors qu'un diamètre 40 cm aurait pu être encastré de 3 cm environ /199, 201/.

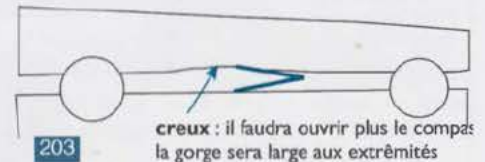
Si l'on utilise des bois très décroissants, c'est le diamètre au petit bout qui limitera la largeur de la gorge et donc l'encastrement.



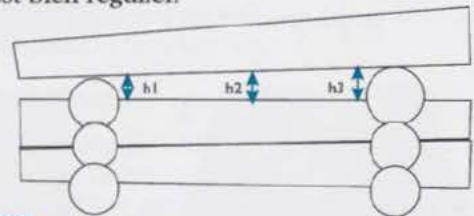
Une gorge trop large et irrégulière

d) Quelles conséquences pratiques pour le choix et l'orientation des bois ?

Comment alors éviter de tracer des gorges trop larges ? D'abord en triant les bois, ensuite et surtout en choisissant leur meilleure position. Observez les courbes /203/, apprenez à exercer votre œil et à déceler les courbures qui, parfois faibles, pourraient être à l'origine de gorges trop larges.



Et aussi, mesurez l'espace entre les fûts avant de tracer la pré-entaille /204/ et contrôler après la pré-entaille que l'espace entre eux est bien régulier.



204 Après préentaille, H1 devra être égal à H3

2. La découpe de la gorge

En découpant la gorge, on veillera :

- à obtenir des arêtes solides, résistant à la compression : veiller à incliner la tronçonneuse au premier trait de scie du W.



A gauche : arêtes très aiguës, elles seront fragiles

- à ne pas trop creuser la gorge, et en aucun cas à dépasser en profondeur le 1/4 du diamètre du rondin.

- à ne pas laisser au contraire trop de bois : une gorge insuffisamment creusée empêchera le bon jointage des arêtes : le bois sera « pendu ». Pour éviter ce problème, creuser la gorge avec la technique du W et nettoyez le fond de la gorge avec une biseau lourde /206, 207/.

1. Suivre le trait de traçage avec précision en pénétrant de 3 cm env. dans le bois, en inclinant le guide vers l'intérieur.

2. Pour faire le V central, inclinez la tronçonneuse pour ne pas pénétrer trop profond.

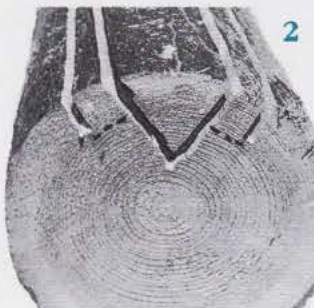
3. Découper les arêtes du W.

4. Lisser le fond de la gorge pour éviter les bois pendus.

1



2



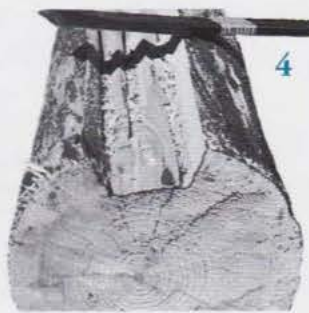
La découpe de l'entaille longue

Évitez de trop creuser la gorge !

3



4



206

Pour plus de détails sur la découpe, voir Cahier n° 2

AF 2



bois pendu
(ne porte pas
sur ses arêtes)

Un jeu de 1,5 cm est nécessaire et suffisant dans le fond de la gorge.



BON
le gabarit
ne touche pas



NON
le gabarit touche
le fond de la gorge
" bois pendu ! "

Pour éviter les bois « pendus » sur une gorge large, avant de reposer votre fût, utilisez un gabarit de diamètre proche du fût inférieur (une rondelle)

207

3. La gorge et ses variantes

La technique de la « double gorge » a été développée au Canada. L'entaille obtenue a des avantages :

- elle crée un blocage des bois : elle peut être utilisée pour des bois longs, mal bloqués (mur entre deux portes, murs sans entaille d'angle...)
- elle crée une fente de retrait sur le dessus du fût.

Son inconvénient : le risque d'infiltration et de stagnation d'eau dans la gorge supérieure. Cette technique oblige à utiliser un joint mousse à l'intérieur de la gorge si ce risque est présent.

Elle peut s'avérer utile sur des murs courts sans entaille d'angle à l'intérieur de la maison. L'extrémité du rondin sera taillée normalement en goulotte.

4. Les gorges : améliorations et variantes

1. Incision de retrait au séchage

Le séchage d'un bois massif fait presque toujours apparaître des fentes de retrait qui sont normales et ont pour cause la différence de retrait dans la direction radiale et tangentielle. Elle est quasiment 2 fois plus forte dans le sens tangentiel (celui de la circonférence) (cf. AF1 p.28).

Cette différence de retrait entre le diamètre et la circonférence donne naissance à des tensions internes qui peuvent provoquer des fentes, là où le bois possède ses caractéristiques les plus faibles - en traction perpendiculaire au fil du bois.

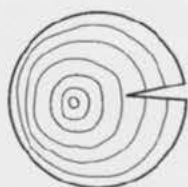
Il est très difficile de faire sécher un rondin ou une pièce de bois massif sans voir se produire une ou plusieurs fentes de retrait qui seront plus ou moins importantes selon le degré d'humidité du bois.

La largeur maximale de la fente de retrait peut facilement être observée sur une rondelle prélevée sur un fût : sa mesure (l'ouverture sur la circonférence) correspond à la moitié du retrait tangentiel (voir ci-dessus p. 34).

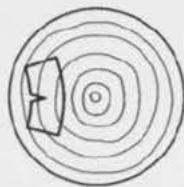
2. Où va se produire la fente de retrait sur un rondin ?

Si le bois est très cylindrique, peu nerveux et séché très lentement, on ne verra pas une grosse fente de retrait mais plusieurs petites.

Si le bois n'est pas parfaitement cylindrique mais est séché de façon régulière et assez brusquement, elle se produira, en règle générale, du côté le plus éloigné du cœur de l'arbre. De même que sur une pièce équarrie, on la verra du côté opposé au cœur. On dit que le bois « tire à cœur ».



La fente apparaîtra du côté le plus éloigné du cœur



Le bois tire à cœur

208

Si le bois est séché de façon irrégulière, la fente apparaîtra du côté le plus rapidement sec. Un rondin fraîchement écorcé, exposé au soleil verra inexorablement s'ouvrir une fente importante tournée vers les rayons solaires.

On verra ainsi apparaître sur les pannes de charpente qui sont fortement chauffées - la chaleur monte - d'importantes fentes tournées vers le bas et qui n'altèrent en rien la résistance mécanique de la pièce.

Si un rondin ou un bois massif, encore humide, subit une entaille longitudinale, la fente de retrait principale sera visible dans la zone entaillée la plus profonde, car le bois y séchera plus vite.

Sur les murs extérieurs d'une fuste, on observe parfois des fentes sur les façades soumises au soleil. Il peut arriver qu'une fente soit mal exposée et reçoive de l'eau de pluie. Dans ce cas on devra traiter avec un produit antifongique et boucher la fente.

3. En bout des rondins

En bout des rondins d'une fuste, on observe toujours une fente qui part de la goulotte, et qui peut être plus ou moins profonde. Elle sera très profonde avec des bois nerveux - à fort retrait - ou des bois mis en œuvre très humides et séchés très rapidement.

Un bout débordant de fuste sans goulotte aura une fente de retrait disposée du côté le plus opposé au cœur.

On sait qu'il sera nécessaire de laisser du jeu en bout pour éviter que le bois ne reste pendu sur la goulotte quand la fente se produit, et provoque, par conséquence, un déjointage de la gorge.

4. Dans la gorge

Sur des bois de diamètre moyen 25 à 30 cm, peu nerveux et mi-secs, il ne se produira, en principe, aucune fente de retrait au niveau de la gorge si celle-ci n'est pas trop large.

Mais si le bois est humide (30% et plus), une fente de retrait risque de s'ouvrir rapidement dans la gorge. Elle provoquera une perte d'étanchéité et accroîtra également le tassement. Avec le poids, la gorge tendra à s'élargir, et le déjointage peut s'accroître.

La plupart des fustiers travaillent avec des bois humides (à plus de 30% d'humidité) et de plus en plus avec des bois de gros diamètre, 35 cm et plus ; il est donc indispensable de prendre des mesures techniques pour éviter l'ouverture des gorges dues à la fente de retrait.

La méthode utilisée est pratiquée depuis fort longtemps par les charpentiers. Elle consiste à faire, dans un endroit judicieusement choisi pour éviter que la fente principale de retrait n'affecte les assemblages de charpente, un trait de scie appelé « incision de retrait » (on l'appelle aussi « entaille de retrait » ou « incision de décharge »).

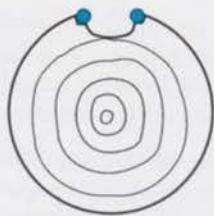
3 méthodes peuvent être utilisées pour une fuste :

- a) une incision de retrait sur le dessus du rondin /209.1 à 6/ et /211.a/.
- b) une double gorge /209.7 à 9/ et /211.b/
- c) une gorge mixte /211.c/.

Remarquons enfin que, compte tenu du risque de stagnation d'humidité dans l'incision ou la gorge creusée, il est nécessaire de placer un joint compressible sur les bords de la gorge au montage, s'il existe un risque d'infiltration d'eau. C'est d'ailleurs un dispositif de sécurité qui tend à se développer.

Faut-il faire une incision de retrait sur le débord ?

Il faut absolument l'éviter car, en plus d'être inesthétique, elle aurait pour conséquence d'installer une fente où l'eau pourrait stagner et provoquer une pourriture.



Joint compressible placé sur les bords de la gorge
(voir le carnet d'adresses p. 167)

210

a/ L'incision de retrait

209

Au traçage final, marquer l'axe sur le sommet du rondin.



Tracer un trait de verticalité.



Après découpe finale, positionner le bois à la « verticale ».



Tracer au cordon en joignant les deux extrémités (axes)





L'incision doit s'arrêter 10 cm avant la tête.

Pas d'incision sur le débord !



Découper en marquant sur le guide un trait de profondeur. Il servira de jauge.

b/ La double gorge



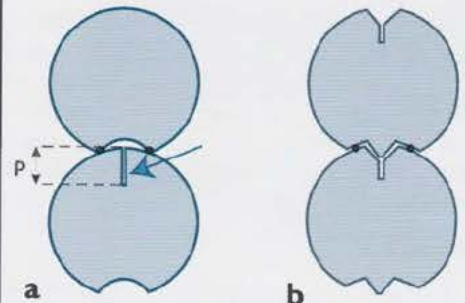
Pour la double gorge, il faut faire un double traçage. Sur le rondin du dessus, découper 2 V après avoir tracé l'axe central de la gorge.



Sur le rondin du dessous, un simple V et une incision verticale.

La découpe de la double gorge oblige à démonter le tour précédent

L'incision de retrait : 3 méthodes



a

(photos 1 à 6)

Incision sur le dessus du rondin

p = profondeur maxi du trait de scie
= env. $1/4$ du \varnothing du fût

b

(photos 7 à 9)

L'entaille en double gorge

EXTERIEUR

INTERIEUR

c

La gorge mixte

211

Nota : pour b et c, un double traçage est nécessaire



V. LE SOUS-TRACAGE OU LES MÉTHODES DE PRÉCOMPRESSION DES BOIS

La méthode du sous-tracage s'est développée depuis la fin des années 80 chez les constructeurs fustiers dans le monde entier. Elle fait l'objet d'un vaste débat entre constructeurs, toujours en recherche pour améliorer l'étanchéité des assemblages d'angle, sur la méthode à employer.

1) Son but

Il s'agit de comprimer légèrement les entailles d'angle afin d'améliorer leur étanchéité à long terme, c'est-à-dire après séchage et tassement des bois de la maison.

On sait que le tassement des murs d'une fuste est la résultante du retrait au séchage et de la compression des assemblages. Or, dans cette technique du sous-tracage, on va utiliser la compression pour contrecarrer les possibles déjointages au niveau des assemblages d'angle, dus à la différence de retrait transversal et longitudinal du bois.

2) Son principe

Il consiste à découper l'entaille d'angle ou gueule en laissant une "surcote de bois" de quelques millimètres à l'intérieur de la gueule : on dit que la gueule est "sous-tracée". Dans le même temps, la gorge sera tracée et découpée normalement sans laisser de surcote. Une fois le rondin remis en place, l'entaille longue, du fait de cette différence de tracage, ne sera pas immédiatement jointive sur le bois inférieur. Tout le poids du rondin découpé sera porté sur les assemblages d'angles, et la surcote de bois laissée à l'intérieur de la gueule va se comprimer au fur et à mesure que le poids supporté par ce rondin augmentera.

Cette compression forcée pourra se faire naturellement, uniquement par le poids des bois, ou artificiellement en utilisant des moyens mécaniques de serrage.

Une fois que l'entaille d'angle aura été suffisamment comprimée, l'entaille longue sera alors jointive et le poids des bois sera réparti à la fois sur les gueules et sur les gorges.

En séchant, le bois se rétracte et diminue légèrement de diamètre, tandis que la largeur de la gueule reste identique. Un jour devrait donc apparaître, mais en fait l'intérieur de



Bois sous-tracé avant compression (sous-tracage des côtés de la gueule) : un jeu important apparaît au sommet de la gueule



Après compression : la gueule est encastrée

l'arête de la gueule, qui a été fortement comprimée, aura tendance à se détendre car le bois est un matériau élastique et l'assemblage restera plus étanche.

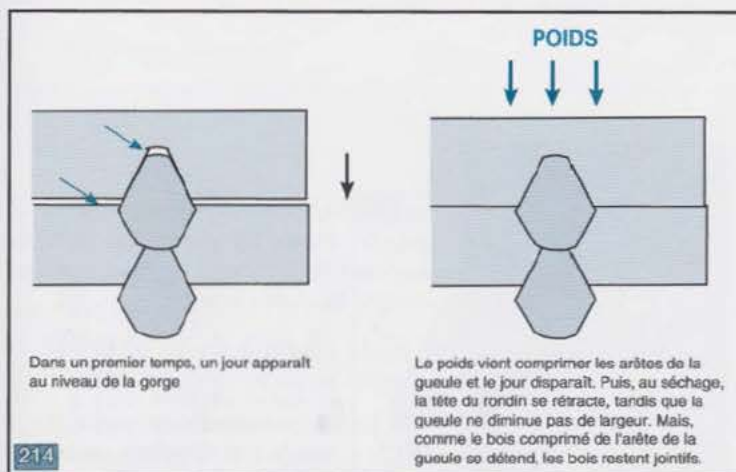
Si, dans l'ensemble, la majorité des constructeurs sont d'accord sur les principes ainsi que sur les buts et l'efficacité de cette méthode, ils divergent souvent sur la méthode pour pratiquer le sous-tracage.

I - La méthode du sous-tracage par compression naturelle

Cette méthode a été expérimentée et diffusée par Del Radomske, fustier de Colombie Britannique ; elle est suivie par de nombreux constructeurs du monde entier.

Ce constructeur est parti du constat que ses entailles d'angle étaient trop souvent déjointées après plusieurs années de séchage, et que si, fictivement, on démontait la maison et qu'on enlevait quelques millimètres de bois sur l'entaille longue, on pourrait rendre les gueules étanches ainsi que les gorges.

L'idée lui est donc venue d'anticiper sur ce phénomène en provoquant une "pré-compression" des entailles d'angle - et ceci en adoptant, pour le tracage des gueules, une ouverture de compas légèrement inférieure par rapport à l'ouverture adoptée pour le tracage des



gorges : c'est ce qu'on appelle le "sous-traçage". Au départ, les bois ne sont donc pas jointifs en long, mais portent sur les arêtes de la gueule.

Très empiriquement, il constate que l'on obtient un bon résultat en "sous-traçant", - c'est-à-dire en diminuant l'ouverture du compas pour les entailles d'angle -, de 11 mm environ pour les premiers tours de rondins de la maison, ceux qui vont recevoir le plus de poids.

A mesure que l'on monte dans la maison, il suggère de diminuer progressivement ce sous-traçage, de façon à arriver à un sous-traçage nul pour la sablière. Si par exemple la maison comporte 12 tours, on sous-tracera de :

- 11 mm pour les tours 1 et 2
- 10 mm pour le tour 3
- 9 mm pour le tour 2, ...etc.
- 1 mm au tour 11
- 0 mm au tour 12.

Au fur et à mesure du montage de la maison, il va se produire une compression des assemblages d'angle, due uniquement au poids des bois supportés. Un rondin situé dans la partie basse de la maison doit être plus sous-tracé que celui du haut car il reçoit plus de poids, dit l'inventeur de cette méthode.

Deux correctifs doivent être apportés :

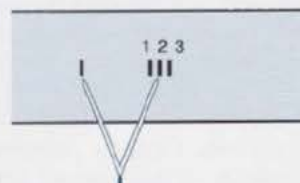
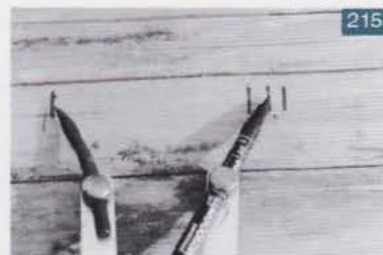
a) La longueur des bois

La valeur de sous-traçage doit être adaptée à la longueur moyenne des bois. Un sous-traçage de 11 mm sera valable pour des bois de 9 mètres et plus. Pour des bois plus courts, on partira sur une base de :

- 10 mm pour des bois de 7,5 à 9 m. de long
- 9 mm pour des bois de 6 à 7,5 etc..

b) L'humidité des bois

Si l'humidité des bois est plus faible, on réduira le sous-traçage. En effet, plus un bois



Ouverture du compas :

- 1 : pour sous-tracer la gueule
- 2 : pour tracer en long
- 3 : pour sur-tracer la goulotte extérieure

est vert et plus sa résistance en compression est faible. Les valeurs de sous-traçage données ci-dessus sont valables pour du bois qui dépasse le seuil de saturation des fibres, soit plus de 30%. En dessous, le bois a déjà commencé à se rétracter et sa résistance en compression est plus forte. On diminuera le sous-traçage proportionnellement à l'humidité du bois entre 30 et 12%. Par exemple pour un bois dont l'humidité est de 21 %, on divisera par deux la valeur du sous-traçage.

Cette méthode de sous-traçage pose quelques problèmes :

1 - Un contrôle difficile de la qualité de l'ajustage.

Quand on remet un bois en place après découpe définitive, on apprécie de bien vérifier qu'il n'y a aucune erreur de traçage ou de découpe, et l'on peut contrôler que les gueules et gorges sont bien ajustées. Si une erreur se présente, il est encore temps de la corriger.

Avec cette méthode, on ne peut contrôler que l'ajustage de la gueule, puisque le jointage longitudinal ne se fera qu'après tassement.

2 - L'imprécision au positionnement du bois

Dans cette méthode, on ne peut vérifier immédiatement si le bois est bien ajusté, car un jeu doit subsister sous l'entaille longue. Cela peut être la source d'erreurs dont les conséquences sont graves, et on ne pourra pas les corriger ultérieurement.

3 - Une méthode adaptée à un mode de construction en bois d'une seule longueur.

Si l'on construit en recoupant les ouvertures pour les portes et fenêtres après remontage, cette méthode ne présente pas de difficultés. Mais si les ouvertures sont prévues à la préfabrication, en travaillant en "bois courts", cette méthode devient bien difficile car il faut compenser le sous-tracage de la gueule par un coin au niveau de l'ouverture /216/, et il y aura risque d'écrasement de l'arête de la gorge au niveau du coin. Certains constructeurs préconisent plutôt de sous-tracer normalement la gorge sur quelques centimètres (10 à 20 cm) en arrivant aux ouvertures, pour éviter d'avoir à utiliser un coin. Ce petit morceau de gorge sous-tracé viendra alors se comprimer comme la gueule.

Les "bois courts", ouverts à leur extrémité, sont aussi bien peu stables ; le risque d'avoir un bois qui roule lors de la préfabrication n'est pas impossible.

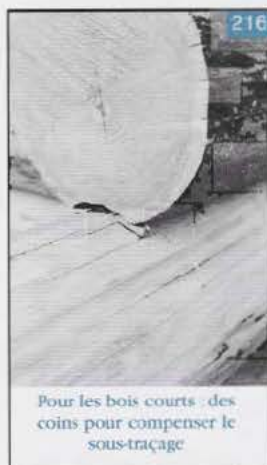
4 - Les rondins des tours du haut ne sont pas sous-tracés

Dans cette méthode, les rondins des tours du haut de la fuste ne sont pas sous-tracés. Pourtant ils seront aussi soumis à une forte compression. En effet, le poids d'un toit et sa surcharge de neige peuvent parfois et même souvent dépasser le propre poids des murs de rondins. Cette méthode n'en tient pas compte. Or après des années de séchage, on constate facilement, sur des constructions qui n'ont pas été sous-tracées, que les assemblages d'angle les moins jointifs sont rarement ceux du bas de la maison, mais plutôt sur ceux du haut. En fait, cette méthode améliorera beaucoup plus les assemblages du bas de la maison que ceux du haut.

Quoi qu'il en soit, il ne faut jamais oublier que le but final de ce sous-tracage est d'améliorer l'étanchéité des bois après séchage et retrait : or, dans une maison, tous les bois sèchent globalement autant, avec de petites variations : les bois du haut de la maison, notamment, seront légèrement plus secs (car la chaleur monte).

5 - Risque de faire un sous-tracage trop important

Dans le cas de bois très secs ou de petit diamètre par exemple, on court le risque de faire un sous-tracage trop important qui empêche-



rait la compression des arêtes de la gueule. Dans ce cas, il deviendrait impossible d'obtenir un bon jointage longitudinal des gorges.

6 - Le sous-tracage ne tient pas compte de la pente des facettes

Si les facettes ont une pente forte /217/ (c'est le cas des têtes de béliet et a fortiori des têtes de chien), un même sous-tracage donnera une surcote de bois très faible à l'endroit où le diamètre est le plus gros. C'est à cet endroit que le risque de déjointage est le plus fort et donc que le sous-tracage devrait être au contraire le plus important. C'est ce qui nous a amenés à préconiser plutôt la méthode suivante.

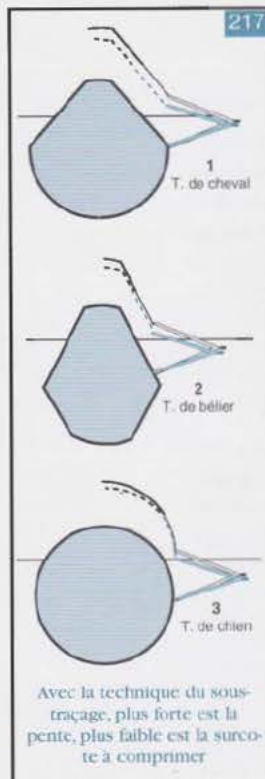
II - La méthode de "surcote de précompression"

Il nous semble en effet plus logique de faire non pas un sous-tracage au compas, mais de laisser une surcote de bois sur les 2/3 inférieurs des arêtes de la gueule, qui sera tracée sans utiliser le compas. On pourra marquer cette surcote au moment de la découpe à la gouge. C'est la méthode de "sous-découpe" /218/.

Cette surcote de sous-découpe dépendra de l'essence de bois, de son humidité, de son diamètre. Chaque fustier devra expérimentalement déterminer la surcote à appliquer. Elle pourra être de 4 à 6 mm, voire plus.

Au lieu d'être soumis à une compression due uniquement au poids des bois, chaque fût est comprimé au moyen de sangles d'une résistance de 5 tonnes, dès qu'on le remet en place /220/. La sangle est placée à 50 cm de chaque entaille d'angle. Une pièce de bois comportant 3 entailles sera comprimée au moyen de 3 sangles.

Le serrage est effectué de façon à ce que la partie surcotée des arêtes de la gueule soit comprimée, et jusqu'à ce que les arêtes de la gorge reposent sur le bois inférieur et que les bois soient bien jointifs en longueur.



Comment rajouter la surcote de précompression

La surcote de précompression doit être appliquée là où le rondin risque le plus de déjoindre, c'est donc à l'endroit le plus large de la gueule. La surcote devrait être proportionnelle à la largeur de la gorge.

Plus le bois est gros et plus cette surcote doit être importante.

Avec des bois verts ou des bois juvéniles, on augmentera la valeur de cette surcote, des bois coupés au printemps, des bois à cernes larges.

Les avantages de cette méthode :

1) Contrôle de la qualité de l'ajustage

Dans cette méthode, il est facile de contrôler la qualité de l'ajustage et de s'assurer que le fût a bien été remis à sa place précise.

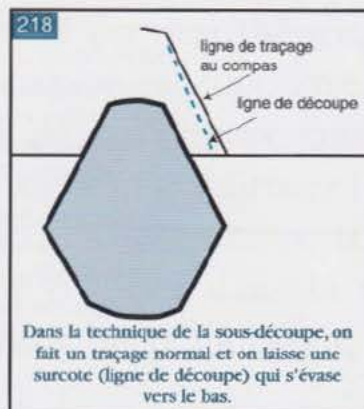
2) Précompression régulière sur tous les bois

La précompression a été effectuée sur tous les bois de la maison quel que soit leur niveau en hauteur. La compression des arêtes des gueules est donc plus importante que dans la méthode précédente. De ce fait la compression ultérieure sera limitée, et la hauteur de tassement également, car rappelons-le, le tassement est la résultante de deux éléments, le retrait au séchage et la compression des arêtes.

On peut même, par cette méthode, comprimer légèrement les arêtes des gorges ce qui ne peut qu'améliorer l'étanchéité.

III - Quelques considérations d'ordre général sur la compression des arêtes des assemblages

Notons d'abord que l'arête de la gueule se comprimera plus difficilement que l'arête de la gorge, à surface de contact égal. Cela tient à la résistance du bois à la compression qui est plus importante dans le sens axial (c'est-à-dire dans le sens des fibres du bois), que dans le sens transversal (perpendiculaire aux fibres du bois).



Par ailleurs, comme on enlève en grande partie l'aubier pour faire les facettes des têtes de béliet ou de cheval, l'arête de la gueule sera découpée dans du bois plus dur que celle de la gorge et sera plus résistante à la compression.

Et, enfin, il faut noter que l'arête de la gorge longitudinale est en général plus fine et aiguë que celle de la gueule.

Tous ces différents points contribuent largement à rendre plus compressibles les arêtes de la gorge.

IV - Pour mieux comprendre ces méthodes et se faire une opinion : un peu de théorie

Que se passe-t-il quand un mur de bois empiéle sèche ?

Chaque fût constituant le mur subit un léger retrait, son diamètre diminue.

Si la gorge est déjà jointive, un jour apparaît, le poids se reporte sur les angles.

Si la gorge n'est pas encore jointive, le jour existant s'accroît et ne pourra être compensé que si le poids qui s'exerce aux angles est suffisant pour comprimer les arêtes de la gueule, et si un jeu suffisant a été laissé dans le fond de la gueule.

La résistance du bois à la compression

En résistance des matériaux, on a l'habitude de prendre en compte la "contrainte admissible" qui correspond à la résistance à la rupture d'un matériau auquel on appliquera un coefficient de sécurité. Pour le bois, les charpentiers ont l'habitude de prendre un coefficient de 2,75.

En compression dans le sens des fibres - le sens axial - un bois résineux de catégorie 2 pourra être soumis à une contrainte admissible R1 de 103 kg/cm² ou bars. En revanche dans le sens transversal aux fibres, cette contrainte admissible n'est plus que de 20 à 25 kg/cm² (R2), près de 4 fois moins.

On voit immédiatement les conséquences de cette différence pour les assemblages des gueules et gorges. Les arêtes de gorges seront beaucoup moins résistantes à la compression que les arêtes des gueules.



Un bois humide est moins résistant qu'un bois sec. Les contraintes admissibles citées ci-dessus sont valables pour du bois au taux d'humidité de 14%, mais si le bois utilisé par le fustier est humide, par exemple 25% d'humidité, la contrainte admissible chutera, elle sera de 40% inférieure. Si l'on construit avec des bois humides, les assemblages seront plus facilement comprimés, - mais attention à ne pas dépasser la limite d'élasticité du bois.

Soumis à une charge, le bois se déforme ; il a un comportement élastique et, jusqu'à une certaine limite de charge, il reprend sa forme initiale lorsque l'on supprime la charge. Si l'on dépasse la "limite d'élasticité", la déformation devient irréversible et peut aller jusqu'à la rupture de la pièce.

En compression axiale et transversale, la limite d'élasticité est fixée conventionnellement à 150% de la contrainte admissible, soit par exemple $27 \times 150\% = 40,5 \text{ kg/cm}^2$ pour du résineux de catégorie 2 en compression transversale (source : Documents CTBA).

Si l'on veut que la méthode de sous-traçage, sous-découpe ou précompression soit efficace, il faut rester dans les limites d'élasticité du

bois, et précompresser sans "écraser" les arêtes. Toute la difficulté de cette méthode est de laisser des arêtes de gueules suffisamment importantes et de ne pas exercer un effort de compression trop important pour ne pas dépasser cette limite.

Enfin, n'oubliez pas les débords : en effet, pour que le sous-traçage soit efficace, il faut qu'il y ait un jeu sur les débords qui ne doivent en aucun cas être jointifs.

Sangle à cliquet
(résistance 5 t.)
pour précompresser les bois



La résistance mécanique du bois : cellulose - lignine... et les bois OGM !

Le bois est constitué de 2 principaux composants : la cellulose (65 à 80%) et la lignine (20 à 35%).

La **cellulose**, qui constitue les fibres du bois orientées dans l'axe de l'arbre, a des propriétés mécaniques exceptionnelles en traction et en compression, mais sa cohésion transversale est faible.

La **lignine** est une substance complexe qui incruste les parois des fibres et leur apporte une bonne durabilité et surtout une grande rigidité, notamment en compression transversale. Sans lignine, nos bois seraient impropres à une utilisation mécanique.

Pour fabriquer de la pâte à papier, les papetiers doivent éliminer la lignine (c'est un déchet pour eux), ce qui représente une opération coûteuse pour ces industriels qui, au lieu d'orienter leur recherche vers l'utilisation industrielle de la lignine (qui pourrait pourtant

offrir des débouchés industriels importants - c'est peut-être la matière première de la chimie de demain), ont entrepris de financer des recherches pour modifier génétiquement le bois, en créant des OGM-bois, pauvres en lignine !

Des essais de peupliers transgéniques sont en cours en France, et de bouleaux transgéniques en Finlande, et d'autres encore sans doute.

On en parle beaucoup moins que des OGM agricoles, mais le résultat est peut-être plus grave encore, car il s'agit d'une transformation radicale destinée à produire un matériau dont on atrophie une partie des propriétés les plus nobles.

Messieurs les apprentis sorciers, ne touchez pas à notre lignine ! Le bois est... sacré !

Voici un chapitre un peu théorique. Un fustier y réfléchit, devant papier et calculette, sur les problèmes de décroissance qu'il rencontre jour après jour et constate que le calcul vient souvent confirmer l'instinct, né de l'expérience, qui conduit à sélectionner, tour après tour, le fût approprié. Car c'est d'abord dans la façon dont un fustier choisit ses billes dans le tas de bois que repose sa compétence et son style.

CHAPITRE III

De la décroissance : problèmes et solutions



Deux fustiers ne construiront jamais la même fuste avec le même lot de bois...

Deux fustiers ne construiront jamais la même fuste avec le même lot de bois, peut-être parce qu'ils n'utilisent pas les mêmes entailles, mais surtout parce que, dans le lot, ils ne choisissent pas leurs bois de la même façon.

De toutes les étapes de la construction d'une fuste, le choix du fût que l'on va utiliser est le plus important. C'est par là que le fustier donnera à la maison toute sa personnalité ; c'est là que son expérience et son instinct pourront transformer un empilage de rondins en une maison unique et harmonieuse ; mais c'est là aussi que se commettent la plupart des erreurs de construction. C'est là en un mot que réside la liberté du fustier, et c'est sûrement là qu'est la quintessence de l'art de la fuste.

Mais, si le choix du fût finit par devenir affaire d'instinct, il répond d'abord à des contraintes techniques, qui tiennent aux caractéristiques de ce matériau brut aux formes irrégulières et au diamètre décroissant. Les problèmes rencontrés en phase d'apprentissage, sur la construction d'une petite maison, vont s'amplifier car les bois d'une grande maison sont plus longs, donc plus décroissants, si bien que l'écart entre gros bout et petit bout va sans doute compliquer la tâche.

Il n'y a pas de recette miracle pour choisir un fût, mais pour bien se préparer à en maîtriser la technique, livrons-nous à une réflexion théorique sur le choix du bois et sur ses conséquences, et essayons de proposer une méthode de travail.

Le fustier et le maçon

En maçonnerie classique, on appelle « appareillage » la manière de disposer les pierres pour construire un mur solide et selon un dessin déterminé. C'est tout l'art du maçon de choisir et de bien placer, éventuellement de retoucher la pierre, pour qu'elle trouve sa bonne position dans le mur.

Il en va un peu de même pour le fustier. Mais le choix du bois et la façon de l'orienter et de le tourner seront d'autant plus difficiles que les fûts sont longs, décroissants, qu'on ne retouchera pas leur forme et qu'aucun joint ne viendra se placer entre les bois. « Tel était l'arbre dans la forêt, tel il sera dans la fuste ».

I. RÉFLEXION THÉORIQUE SUR LE CHOIX D'UN FÛT

1. Contraintes et critères de choix d'un fût

Lors de la construction d'une petite maison, le fustier débutant s'est déjà rendu compte des difficultés posées par l'irrégularité et la décroissance des bois :

a) monter un mur qui soit horizontal en son sommet, avec des bois de forme plus ou moins conique ;

b) faire en sorte que la « tête » de l'entaille ne soit ni trop faible (ce qui nuirait à sa solidité), ni trop forte, pour que le rondin suivant (qui sera d'un diamètre différent) puisse venir la recouvrir, sinon il risque de se produire un décalage de niveau, voire un blocage.

Lorsqu'on construit une vraie grande maison, outre la complexité du plan, de nouvelles contraintes apparaissent :

➤ elles tiennent surtout à la longueur des billes, donc à la différence de diamètre beaucoup plus importante entre gros bout et petit bout ;

➤ par ailleurs, les murs qui s'entrecroisent sont le plus souvent d'inégale longueur, si bien que la décroissance des bois est différente d'un mur à l'autre ;

➤ enfin la « tête » de chaque fût entaillé devra être la plus régulière possible pour permettre la découpe des facettes ou joues (de tête de béliet ou de tête de cheval) dont les angles devront aussi être les plus réguliers possibles.



Monter un mur qui soit horizontal en son sommet, avec des billes de forme plus ou moins conique.



Décroissance et défilement métrique

La décroissance métrique est encore appelée défilement ou conicité. Le terme conicité est impropre mais nous l'utiliserons pour bien le différencier de la décroissance.

La décroissance d'un fût dépend donc de sa décroissance métrique (ou encore défilement ou conicité) et de sa longueur.

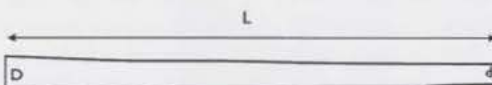
Décroissance

La décroissance d'un fût est la différence entre gros bout et petit bout

Décroissance métrique moyenne (défilement ou conicité)

La décroissance métrique est rapportée à 1 m de fût

$$(dm) = \frac{D - d}{L}$$



Reprenons en détail chacun de ces points :

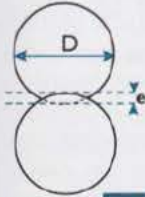


Alterner gros bout et petit bout, tout en préservant l'harmonie des diamètres.

a) Un mur horizontal en son sommet :

Les bois sont décroissants et l'on doit normalement, en alternant gros bout et petit bout, retrouver, du moins en théorie, un niveau horizontal à chaque tour pair, et ceci quelle que soit la décroissance métrique des billes.

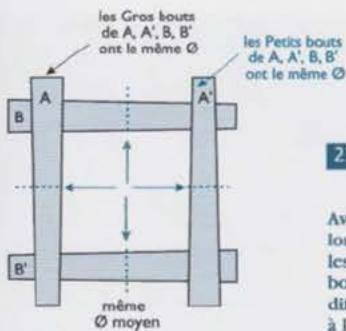
A chaque tour, on monte d'une hauteur « moyenne » qui est égale au diamètre moyen du fût diminué de la hauteur d'encastrement. L'encastrement (e) minimum est de 1 cm. On retiendra, pour les calculs, une moyenne de 1,5 à 2 cm (cet encastrement pourra être plus important, en cas de bois mal conformés).



La hauteur d'encastrement

224

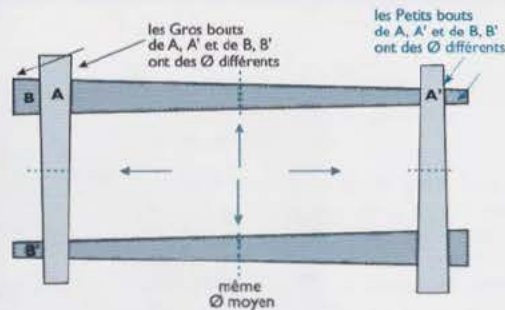
Si les murs sont d'inégale longueur, les diamètres gros bout et petit bout sur les murs longs et sur les murs courts seront également différents.



Murs de même longueur

225

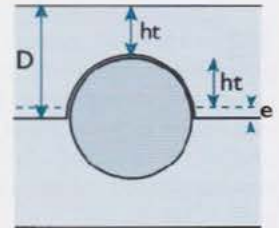
Avec des murs de longueur différente, les diamètres petits bouts et gros bouts diffèrent d'un mur à l'autre.



Murs de longueur différente

b) La tête de l'entaille :

Rappelons que la tête est ce qui reste au-dessus de l'emboîtement d'angle, quand on a creusé la gueule. De sa hauteur va dépendre la

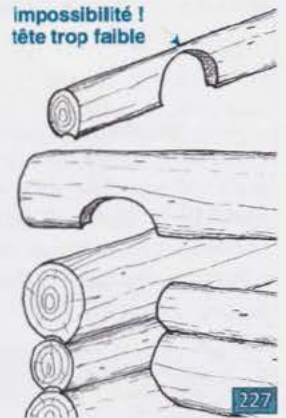


Diamètre, hauteur d'encastrement et hauteur de tête

$$ht = \frac{D - e}{2}$$

solidité de l'assemblage. Si on montait une fuste avec des bois cylindriques (comme dans une maison en petits bois calibrés industriels), la hauteur de la tête serait constante et égale à : $ht = D/2 - 1,5$, c'est-à-dire à la moitié du diamètre diminuée de la hauteur d'encastrement des fûts ($e = 1,5$ cm env.) /226/.

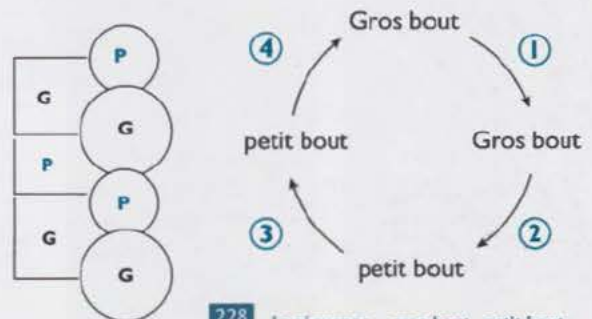
En fait, avec des bois de diamètres irréguliers et coniques, la hauteur de la tête varie beaucoup. Le croisement de diamètres différents entraîne facilement des décalages qui peuvent, si l'on n'y prête pas attention, provoquer un blocage : à un moment donné, il ne sera plus possible de recouvrir un gros bout par un petit bout. La tête sera trop haute pour pouvoir être couverte /227/. Quel débutant, utilisant des bois trop longs, n'a pas connu ce problème ?



Attention quand un petit bout doit recouvrir un gros bout !

227

Le croisement d'angle d'une fuste est la répétition d'une séquence :



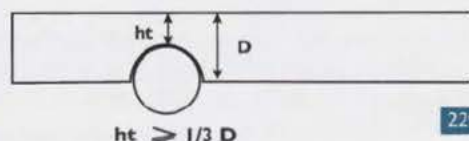
La séquence « gros bout - petit bout »

228

Dans cette séquence, les passages 1/3/4 ne poseront en général guère de difficulté. En revanche, **le passage 2 (le petit bout qui recouvre le gros bout) peut s'avérer difficile** si la tête du gros bout est trop haute : il ne restera quasiment plus de bois sur la tête du petit bout...

c) Hauteur de tête minimale et maximale : la règle des 1/3 - 2/3

- **la hauteur minimale de la tête** ne sera pas inférieure au 1/3 du diamètre du rondin. En dessous du 1/3, la tête deviendra faible et cassante. Une tête trop faible peut provoquer le cisaillement du bout débordant.



229

- **la hauteur maximale** : on ne peut, en théorie donner une valeur maximale à la tête ; mais en pratique, une tête trop haute constitue une « énorme recourbe » (cf. ci-dessus p.48) et l'inclinaison des facettes devra être très forte. On évitera donc d'avoir une hauteur de tête supérieure au 2/3 du diamètre.

Dans ce qui suit, nous appellerons :

ht = la hauteur de tête

D = le diamètre du fût

On considérera que la hauteur de tête cri-

tique est égale au 1/3 du diamètre du fût ; nous l'exprimerons par le coefficient de tête ht/D , qui est égal à 0,33. **La hauteur ht/D devra donc être toujours supérieure ou égale à 0,33.**

d) La hauteur de la tête conditionne l'inclinaison des facettes

Comme on l'a vu précédemment (ch.2, p.51), en tête de béliet comme en tête de cheval, l'inclinaison des facettes supérieures sera d'autant plus forte que la tête est haute et inversement. Une forte variation de hauteur de têtes d'un tour à l'autre entraînera une variation visible et peu esthétique de l'inclinaison des facettes. On veillera donc à ne pas faire de variation de diamètres trop rapides.

En résumé :

Le choix d'un bois, en fonction de son diamètre moyen et de sa décroissance, doit être en permanence guidé par deux soucis :

- **le niveau général des murs** (pour parvenir à l'horizontale aux linteaux, aux pannes sablières...)
- **la hauteur de la «tête»** (qui ne devra pas être inférieure au 1/3 du diamètre)



230



231

A gauche, diamètres et hauteurs de tête équilibrés.

A droite, contraste trop fort entre les diamètres : gorges trop larges et hauteurs de tête trop faibles sur les petits bois. L'assemblage n'est ni harmonieux ni solide.



232

Arriver à l'horizontale aux pannes sablières ...

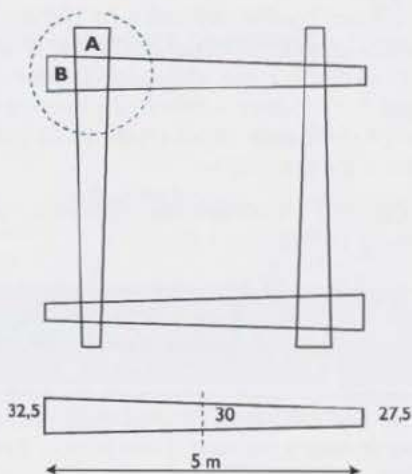
2. L'influence du diamètre moyen et de la décroissance sur les hauteurs de tête

Faisons plusieurs hypothèses pour comprendre comment ces deux facteurs, diamètre moyen et décroissance, vont intervenir.

1^{re} hypothèse : la décroissance est la même sur les bois de tous les murs

Supposons une maison de forme carrée, qu'on aura implantée en commençant « gros bout sur gros bout, petit bout sur petit bout ». Le diamètre moyen est de 30 cm et la décroissance de 5 cm /233/.

Comme le plan est carré, les fûts ont la même longueur et donc sensiblement la même décroissance. Examinons à l'un des angles de la maison comment vont se comporter les têtes /234/ :



234 Hypothèse de décroissance avec des bois de même longueur

Lorsque le petit bout couvre le gros bout /2.1/, le coefficient de tête est de 0,41 : il est donc supérieur au coefficient critique.

Que se passe-t-il maintenant si, toujours avec le même diamètre moyen de 30 cm, la décroissance des bois augmente ?

On constate que, plus la décroissance augmente, plus la hauteur de la tête 2.1 (la tête du petit bout qui recouvre un gros bout) diminue ; et, d'après les calculs, on atteindra le point critique ($ht/D = 0,33$) lorsque la décroissance atteindra 8,8 cm (tab. 2, p. 104).

TOUR 1

234

1^{er} demi-tour (demi-rondin)
diamètre scié en deux au gros bout

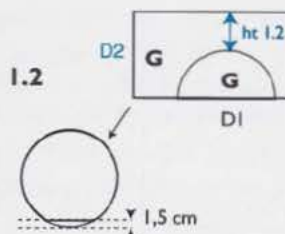
$$ht\ 1.1 = 16,25$$



2^{ème} demi-tour
gros bout sur gros bout

$$ht\ 1.1 = 16,25$$

$$\frac{ht\ 1.2}{D2} = 0,45$$

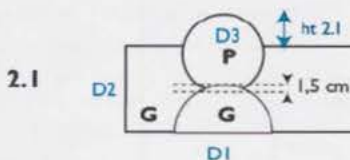


TOUR 2

1^{er} demi-tour
petit bout sur gros bout

$$ht\ 2.1 = 11,25$$

$$\frac{ht\ 2.1}{D3} = 0,41$$



2^{ème} demi-tour
petit bout sur petit bout

$$ht\ 2.1 = 14,75$$

$$\frac{ht\ 2.2}{D4} = 0,54$$



Ø moyen = 30
Ø gros bout = 32,5
Ø petit bout = 27,5
décroissance = 32,5 - 27,5 = 5
encastrement = 1,5

$$ht\ 1.1 = \frac{32,5}{2} = 16,25$$

$$ht\ 1.2 = 32,5 - 16,25 - 1,5 = 14,75$$

$$ht\ 2.1 = 27,5 - 14,75 - 1,5 = 11,25$$

$$ht\ 2.2 = 27,5 - 11,25 - 1,5 = 14,75$$

1^{re} hypothèse :
diamètre,
décroissance et
coefficient de tête.

Allons plus loin, et faisons varier le diamètre moyen des fûts, en gardant la même hypothèse d'un plan carré (et donc avec des bois de même décroissance), et cherchons maintenant où se situe le point critique pour chaque classe de diamètre.

On atteint une hauteur de tête critique $\frac{ht}{D} = 0,33$	
Pour une décroissance (en cm)	et un diamètre moyen(en cm)
=	=
5	18
5,8	20
6,4	22
7	24
7,6	26
8,2	28
8,8	30
9,3	32
9,9	34
10,5	36
11	38
11,7	40

Dans la 1^{re} hypothèse où la décroissance est la même sur les bois de tous les murs

Le tableau ci-dessus montre que plus le diamètre des fûts est petit, plus la décroissance totale tolérée sera faible pour que la hauteur de tête reste supérieure au tiers du diamètre (0,33) : pour un diamètre de 18 cm, le point critique ht/D est atteint avec une décroissance de 5 cm (ce qui est très peu). Et inversement avec des gros bois.

Des bois trop décroissants (trop longs) peuvent rendre très difficile la construction d'une fuste

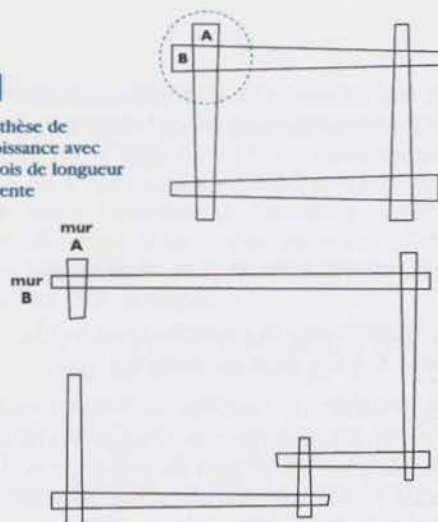
(cf. recommandations sur la conception du plan, AF3, p.9)

Plus les bois seront longs et décroissants, plus ils devront être gros pour éviter les problèmes de hauteur de tête critique.

Tab.1

235

Hypothèse de décroissance avec des bois de longueur différente



2^e hypothèse : la décroissance est différente sur chaque mur

En fait dans une maison, il est bien rare que le plan soit carré. De plus, on a très souvent des murs courts, des murs de refends, ou des pièces courtes (de part et d'autre d'une porte par exemple) qui viennent couper un mur long. On va donc croiser des bois de décroissance différente (mais toujours de même diamètre moyen) /235/.

Prenons l'exemple du diamètre moyen = 30 cm (tab. 2) :

On atteint une hauteur de tête critique $\frac{ht}{D} = 0,33$	
Pour une décroissance sur le mur B (en cm)	Pour une décroissance sur le mur A (en cm)
=	=
8,8	8,8
9	8,7
11	8,4
13	8
15	7,6
17	7,2
19	6,8
21	6,5

Dans la 2^e hypothèse où la décroissance est différente sur chaque mur, et le Ø moyen = 30 cm

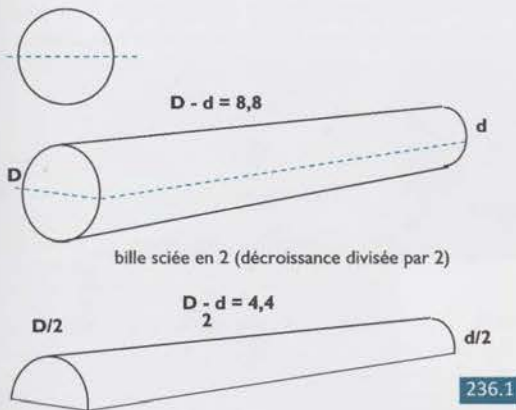
Tab.2

On constate que, lorsque la décroissance d'un fût du mur A (court) diminue de 1 cm environ, celle d'un fût du mur B (long) peut augmenter de près de 6 cm. On va donc mettre à profit cette très intéressante constatation pour s'éloigner du point critique. Chaque fois que l'on aura un mur long, et donc des bois très décroissants ou des bois de forte conicité, il sera intéressant de prévoir, quand c'est possible, de le couper par un mur de décrochement court, peu décroissant.

Le croisement
d'un bois long (très décroissant)
avec un bois court (peu décroissant)
éloigne de la valeur critique de tête.

Le problème de la décroissance du premier « demi-rondin »

On a pris l'habitude de scier en 2 les fûts du premier demi-tour ; ils ont ainsi une surface portante très large pour reposer sur les fondations.



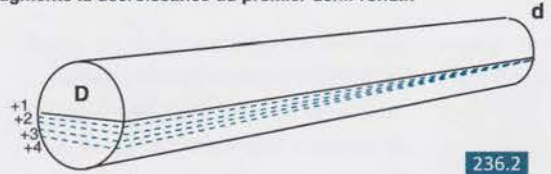
Si la décroissance d'un fût est $D - d$, celle du demi-fût est la moitié, soit /236.1/ :

$$= \frac{D - d}{2}$$

Reprenons l'exemple de l'hypothèse 1 (deux fûts de même décroissance et de même diamètre moyen 30 cm) et augmentons progressivement la décroissance du premier demi-rondin. Si l'on mesure, comme précédemment, la hauteur des têtes, on constate que la hauteur de la tête Ht 2.1 (le petit bout qui couvre le gros bout) s'écarte du point critique ; l'optimum est obtenu pour une décroissance de 6,4 cm, - soit 2 cm de plus que $(D - d) : 2$.

Si l'on augmente la décroissance du premier demi-rondin

$$\begin{aligned} D - d &= 4,4 \\ + 1 \text{ cm} &= 5,4 \\ + 2 \text{ cm} &= 6,4 \\ + 3 \text{ cm} &= 7,4 \\ + 4 \text{ cm} &= 8,4 \end{aligned}$$



Si l'on poursuit cette simulation avec des fûts de diamètre différent, on constate que :

- pour un diamètre de 18 à 25 cm, il sera intéressant d'augmenter la décroissance du premier demi-rondin de 1 cm : $(D - d) : 2 + 1$ cm.
- pour un diamètre de 25 à 37 cm, de 2 cm
- pour un diamètre de 38 à 40 cm, de 3 cm.

En augmentant légèrement la décroissance sur le premier demi-tour, on améliore l'équilibre des têtes. La construction sera facilitée.

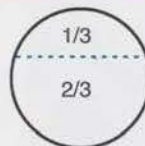
Pour un diamètre moyen de : 18 à 25 cm,
on augmentera la décroissance du 1er demi-rondin de : 1 cm

Pour un diamètre moyen de : 25 à 37 cm,
on l'augmentera de : 2 cm

Pour un diamètre moyen de : 38 à 40 cm,
on l'augmentera de : 3 cm.

Cette petite étude n'a qu'une valeur théorique. Mais elle nous renforce dans l'idée qu'il est indispensable de bien connaître ses bois, c'est-à-dire de connaître leur diamètre moyen et leur décroissance métrique avant de commencer sa fuste. Sinon on se dirige vers de sérieux déboires (un plan inconstructible par exemple). Cette connaissance permettra de choisir un mode de triage des fûts qui facilitera ensuite la construction, et d'adapter éventuellement un plan en fonction de la caractéristique des bois dont on dispose.

Eviter le 1/3 - 2/3



Pour réaliser le premier tour en économisant du bois, on peut être tenté de scier dans la même bille des bois au 1/3-2/3. Le morceau scié au 1/3 étant couvert par celui au 2/3. Cette méthode ne peut être envisagée que si la bille utilisée est de calibre très supérieure au calibre moyen des bois, sinon, on aura des hauteurs de tête anormalement faibles au premier tour ce qui compliquera la suite du choix des bois. C'est donc une méthode à éviter.



Construire en très gros bois

On entend par gros bois, des rondins de diamètre dépassant les 40 ou 50 cm, et qui peuvent atteindre 80, voir 90 cm.

Les avantages du gros bois

Ces très gros bois sont sensiblement délaissés par l'industrie qui préfère des bois plus calibrés et moins lourds (35 cm de diamètre est optimal pour la plupart des scieurs). Le vieillissement de la forêt européenne a pour conséquence une augmentation de la proportion de très gros bois qui trouvent parfois difficilement acheteur lors des ventes de bois.

Le fustier convaincu à juste titre que d'une part plus le bois est gros, plus il est isolant, et que d'autre part, plus les bois sont gros, plus la préfabrication est rapide, est très tenté d'utiliser ces gros diamètres, d'autant que leur prix n'est pas proportionnel à leur diamètre.

Le gros bois facilite aussi l'opération de "choix du bois", car le risque de hauteur de tête critique est beaucoup plus faible.

Mais il y a aussi des inconvénients :

Plus les bois sont gros, plus le risque de déjointage est élevé, même en réduisant le diamètre par des facettes ou des épaulements (renard), et il est, de plus très difficile de construire en gros bois mi-sec, car la durée de séchage est très longue.

Et puis n'oublions pas que ces gros bois de poids élevé demandent des moyens de levage adaptés. Une grue portant 1 tonne en bout de flèche sera insuffisante pour lever des bois de diamètre 50 cm en grande longueur.

Les conclusions théoriques

- Plus les bois sont **gros**, plus ils pourront être **décroissants**, moins on aura de risque de hauteur de tête critique.
- Sur une **longueur très décroissante**, un **croisement avec un bois court ou peu décroissant** permettra également de s'éloigner de cette hauteur de tête critique.
- En choisissant judicieusement la **décroissance du premier demi-tour**, on obtiendra un **meilleur équilibre des hauteurs de tête** qui facilitera aussi la construction.

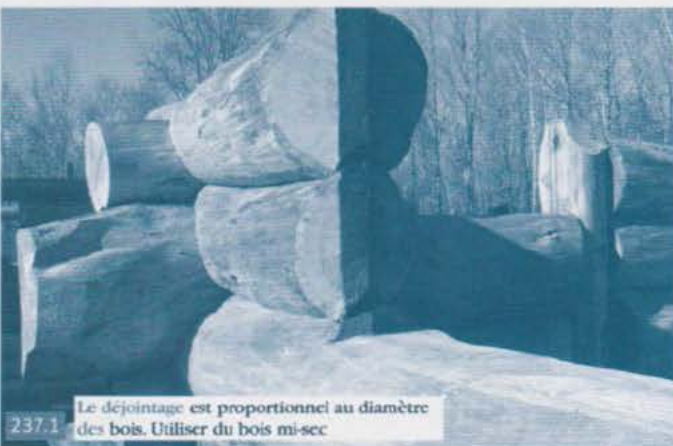
Une solution : des gros bois facés

Il s'agit de réduire le diamètre en sciant 2 faces parallèles, non pas en sciant un léger découvert comme indiqué auparavant, mais d'enlever 2 dosses épaisses de façon à réduire le diamètre de façon significative. Ce travail sera effectué sur une scie horizontale (scie mobile ou scie à poste fixe). Des bois de 50 cm de diamètre pourront être ainsi réduits à 35 cm (épaisseur).

Ces gros bois facés peuvent ensuite être assemblés en tête de béliet ou en queue d'aronde à dent de mouton ou à dent de loup).

238.1

238.2



237.1

Le déjointage est proportionnel au diamètre des bois. Utiliser du bois mi-sec



237.2

II. LES CONCLUSIONS PRATIQUES

1. Choisir une méthode de triage des fûts

Plus les bois seront triés par calibre, plus la construction de la fuste sera aisée. Alors, pour une grande maison, n'hésitez pas à consacrer beaucoup de temps à bien trier vos bois.

Une fuste construite avec des bois non triés en diamètre a une allure bien caractéristique, et l'on devine que le fustier a dû faire des poutres pour parvenir à couvrir ses têtes, souvent trop hautes, souvent trop faibles. Le point critique a dû souvent être dépassé /231/.

En revanche, avec des bois triés en diamètre, on parvient à mettre en œuvre des bois moins bien conformés et à utiliser et mettre en valeur aisément des billes aux belles courbes.

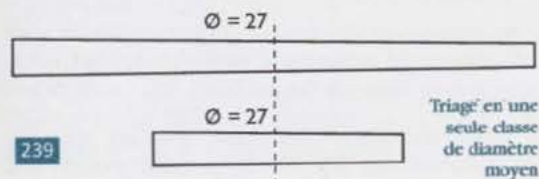
Pour trier ses bois, il faut déterminer d'une part le diamètre moyen et la décroissance métrique moyenne du lot de bois, d'autre part les longueurs les plus fréquentes du plan. Ensuite, il y a deux méthodes :

a) Trier en une seule catégorie

Faire un triage rigoureux en une seule classe de Ø moyen, de façon à ce que le diamètre milieu de chaque fût soit à peu près constant.

Les pertes de bois seront élevées, et la construction de la fuste sera simple : le risque d'erreur est totalement supprimé.

L'aspect de la fuste sera très régulier, ce sera un peu aux dépens de sa beauté. Elle ressemblera beaucoup à une maison en « rondins calibrés ».



b) Trier en trois catégories (ou calibres)

Pour bien tirer parti du bois, on peut trier en 3 catégories, correspondant par exemple au diamètre moyen à ± 1 cm près (M), à un diamètre plus petit (P) et à un diamètre plus gros (G). Par exemple :

Pour un Ø moyen de 30 cm, on choisira des bois dans la fourchette 25 - 35 cm, et l'on triera en 3 catégories de Ø moyen :

$$25 - 28 \text{ cm} = P$$

$$28 - 32 \text{ cm} = M$$

$$32 - 35 \text{ cm} = G$$

Pour un même tour, on choisira des bois de même calibre.

Le mélange des bois des 3 catégories sur un même tour pourra ainsi être évité, car il mènerait rapidement au point critique, aux difficultés, voire au blocage. D'un tour à l'autre, on pourra sans difficulté passer d'un calibre proche à l'autre, sans toutefois faire de sauts trop importants du calibre inférieur au calibre supérieur.

2. Faire une simulation des diamètres utilisés et des hauteurs de tête par tour

Mesurez les diamètres des bois triés et reportez-les pour chaque angle dans un tableau selon le modèle ci-dessous.

Si vos bois sont bien triés, cette simulation sur deux tours sera suffisante. Mais n'hésitez pas à utiliser cette méthode pendant votre construction si une difficulté se présente (un bois mal conformé, un calibre un peu différent), ou pour se sortir d'un mauvais pas (si un fût a été mal choisi...)

Faites également une simulation des hauteurs de tête en quelques angles de la maison, en particulier au croisement des fûts les plus longs.

Si vous disposez d'un ordinateur, un tableur (Excel, Lotus...) vous facilitera la tâche. Sinon prenez un papier, un crayon et une calculatrice et faites quelques additions, soustractions et divisions très simples.

Tab.3

	Diamètre	ht : hauteur de tête	$\frac{ht}{D}$
1er tour			
1er demi-tour	D1	$ht\ 1.1 = \frac{D1}{2} (+ 1 \text{ ou } 2 \text{ cm}) =$	
2è demi-tour	D2	$ht\ 1.2 = D2 - ht\ 1.1 - 1,5 =$	$\frac{ht\ 1.2}{D2}$
2è tour			
1er demi-tour	D3	$ht\ 2.1 = D3 - ht\ 1.2 - 1,5 =$	$\frac{ht\ 2.1}{D3}$
2è demi-tour	D4	$ht\ 2.2 = D4 - ht\ 2.1 - 1,5 =$	$\frac{ht\ 2.2}{D4}$

A la manière de Raymond Devos

Ecoutez, l'autre jour j'étais un bout de bois...

Un fustier passe et me dit : - Voulez-vous me donner ce bout de bois, s'il vous plaît ?

Je lui dis : - Lequel des deux bouts ? Il n'y a qu'un bout de bois.

Il me dit : - Donnez-moi donc le plus gros.

Je lui dis : - Je vous le passe par le gros bout ou par le petit bout ?

Il me dit : - Et bien donnez-moi le plus petit.

Je lui dis : - Je vous le passe par quel bout ?

Il me dit : - Vous êtes sourd, je vous ai dit le petit bout.

Je lui dis : - Mais si je vous donne le petit bout, il ne sera pas assez gros pour couvrir le gros bout.

Il me dit : - Vous n'avez pas vu ma tête ?

Je lui réponds : - Je l'ai même trop vu, avec ce petit bout sur le gros bout, votre tête sera plus petite que votre gueule.

Il me dit : - Soyez poli s'il vous plaît, et la vôtre ?

Vous risquez de casser le bout de bois en deux.

Je lui dis : - Ça nous fera deux bouts, et ça supprimera le gros bout.

Il me dit : - Dans ce cas, si vous voulez supprimer les gros bouts en cassant les bouts, vous n'aurez plus que des petits bouts.

Je lui réponds : - Alors mettons les bouts à bout ; mais gros bout contre gros bout et petit bout contre petit bout....



La beauté d'une fuste émane des bois bruts. Les irrégularités qui font son charme sont celles de la nature : formes, nœuds, teintes... Au contraire, l'alternance sur les débords en saillie de diamètres disparates, n'a rien de naturel. Elle saute aux yeux et nuit à l'harmonie de la construction.



Mettre de côté les bois mal conformés : ils serviront pour les pièces courtes

III. METHODE DE CHOIX DES BOIS

Quelques principes pour choisir les bois à chaque demi-tour.

- Triez les bois au préalable, en marquant en bout la longueur utile et les diamètres à chaque extrémité. Mettre de côté les bois tordus, ils serviront à faire des billons courts. Plus vous aurez de billes étalées devant vous, et plus le choix sera facilité.

- Définissez le diamètre moyen de vos bois.

- Définissez trois classes de diamètre (calibres) dans la limite de la fourchette de bois choisis : par exemple, si le diamètre moyen est 28 cm et si on limite la fourchette de diamètre à 10 cm, les gros auront un diamètre moyen de 31, et les petits un diamètre moyen de 25 cm.

La hauteur de tête moyenne sera égale à la moitié du diamètre moyen moins la hauteur d'encastrement des bois (env. 2 cm) : elle vous servira de référence ou repère.

- A chaque demi-tour mesurez et surveillez à chaque extrémité le niveau des murs-sablières : ils devront être impérativement horizontaux à leur sommet pour recevoir la charpente.

- Estimez le nombre de tours pour arriver à la sablière : ce sera un nombre pair ou un nombre impair. C'est très important pour le choix des bois.

- Relevez sur un exemplaire du plan à chaque angle :

- le niveau du mur par rapport au sol brut (le dessous du demi-rondin) ;

- la hauteur de tête ;

- les longueurs des bois à choisir - donnez leur un numéro d'ordre pour éviter de les intervenir. Ce sera votre fiche de débit.

Observez ensuite, sur votre plan, les niveaux et comparez-les : les points hauts, les points bas et les points médians. Les bois à choisir pour couvrir ces points devront compenser ces écarts par rapport au niveau moyen. S'ils ont été convenablement choisis précédemment, c'est la décroissance des bois qui fera ce travail de compensation. Mais s'il y a des écarts excessifs, il faudra choisir des bois en conséquence. Ne cherchez pas à rattraper trop vite un écart

important, cela entraîne des problèmes de hauteurs de tête. Faites ce travail progressivement sur plusieurs tours.

- Essayez de choisir un même calibre pour un tour complet, - cela évite de trop modifier les hauteurs de têtes.

- Prenez-vous ensuite la tête entre les mains (la vôtre, pas celle du rondin !), comme si vous étiez devant une partie d'échecs, et faites un choix théorique pour chaque bille, en fonction des paramètres de niveaux, et en essayant de compenser les niveaux relatifs. Inscrivez les diamètres prévus GB et PB de chaque billot sur la fiche de débit.

- Confrontez ensuite votre choix théorique avec la hauteur de tête, et vérifiez si après encastrement des bois choisis vous n'aurez pas une hauteur de tête critique (inférieure au 1/3). Si c'est le cas, choisissez un bois de diamètre égal à "la hauteur de tête + la moitié de la hauteur + 2 cm". De même si vous constatez qu'un bois choisi donnera une hauteur de tête proche des 2/3 ou plus, vérifiez simplement si vous pourrez le couvrir au tour suivant sans provoquer un décalage.

- Pour vous aider dans le choix des bois, ayez toujours en tête, lorsque vous choisissez un diamètre, qu'il y a une alternance GGPP, ce qui signifie que :

"Si au tour suivant n+1, vous couvrez par un petit bout, la hauteur de tête du bois choisi au tour n devrait être plutôt inférieure à la moitié de la hauteur de tête moyenne et proche du 1/3, et inversement, si au tour suivant n+1, la tête est couverte par un gros bout, la hauteur de tête du bois choisi au tour n devrait être plutôt supérieure à la moyenne et proche des 2/3."

Cette règle de bon sens est surtout importante avec les bois longs qui ont une forte décroissance. Pour des bois courts, la variation de hauteur de tête sera plus faible.

Enfin si ces propos vous paraissent bien compliqués, fermez le livre et allez prendre l'air en choisissant des bois sur votre chantier. Tout deviendra plus clair quand vous en reviendrez.



241 Mettre un numéro d'ordre avant de choisir le bois.



242 Mesurer le niveau par rapport à la dalle brute (le dessous du 1/2 rondin).



243 Mesurer la hauteur de tête.



244 Trier les bois à choisir. Marquer en bout : longueur utile, Ø maxi et mini.



245 Reporter sur le plan les hauteurs de tête et les niveaux



246 Etablir une fiche de débit avec un n° d'ordre, longueur et Ø recherché.

La préfabrication de la fuste va commencer : implanter la maison, monter les murs, réaliser les découpes des encadrements de menuiseries, poser enfin, bien horizontalement, les pannes sablières. Du premier demi-tour jusqu'au sommet des murs, ce sera la répétition de gestes précis, exécutés dans un ordre donné, étudiés pour allier qualité et efficacité.

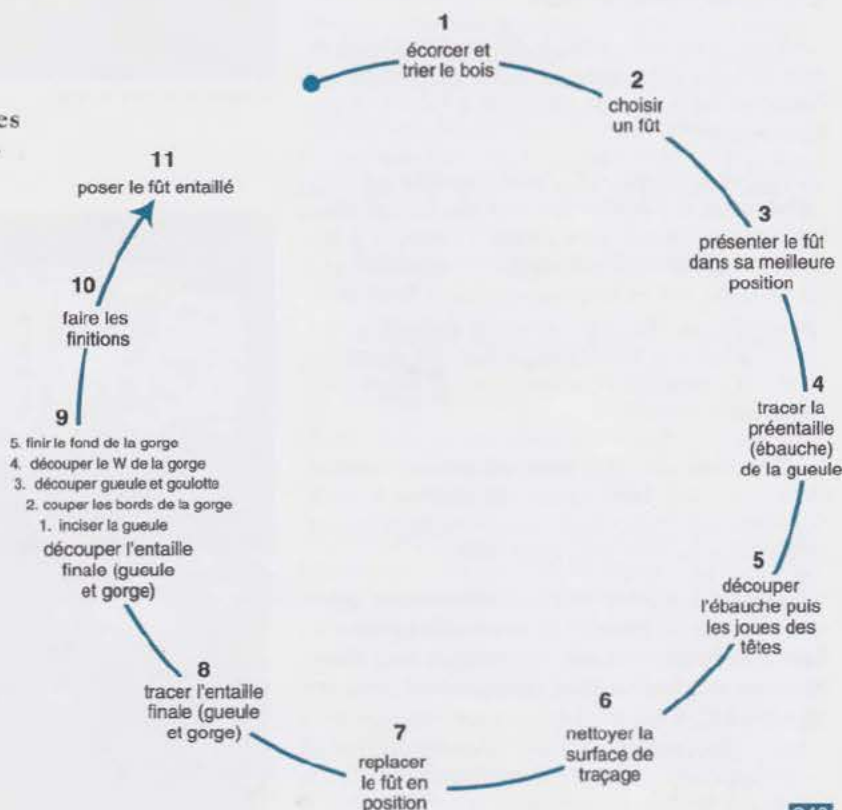
CHAPITRE IV

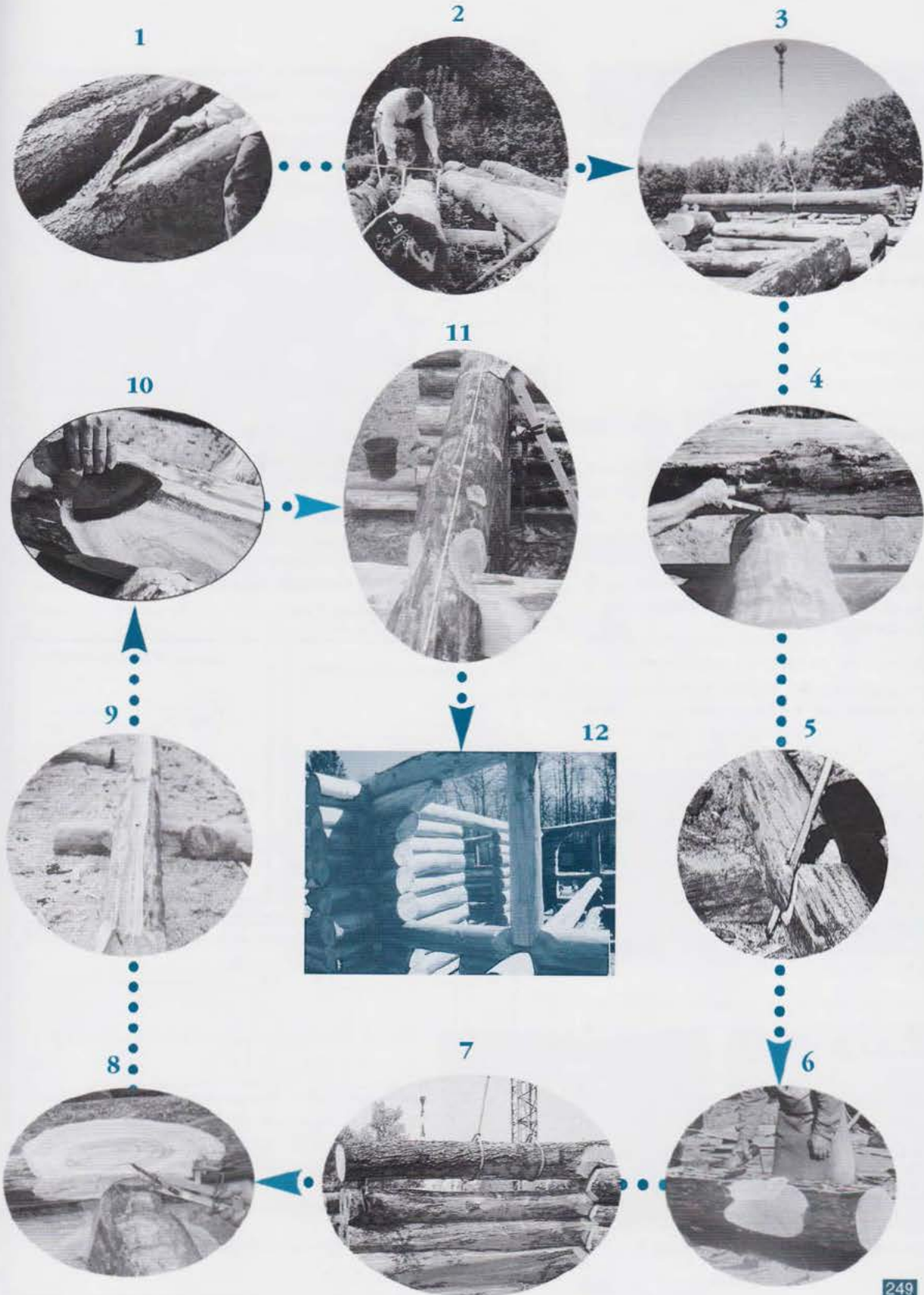
Du premier tour aux pannes sablières

I. LE CYCLE DE LA FUSTE

Il existe évidemment de multiples façons bien différentes de construire et chaque constructeur finit par se créer sa propre méthode, son propre « processus de travail » : seul comptera le résultat, c'est-à-dire la qualité et la beauté du travail, mais aussi l'efficacité et la rapidité de l'exécution.

Pour une bonne partie, la qualité du travail sera donnée par la précision des entailles. Mais celles-ci ne pourront être précises que **si le traçage est lui-même très précis**. Alors ne cherchez pas à simplifier et mettez-vous dans les meilleures conditions possibles pour effectuer un traçage parfait, gage d'une bonne découpe, en suivant toutes les étapes du cycle de la fuste /248, 249/.





II. LES ETAPES DE LA PREFABRICATION

1. L'implantation

a) Le premier demi-tour : orientation et calage des bois

1. Le calage

On placera un plot :

- sous chaque angle de la maison
- au milieu des murs, tous les trois mètres au maximum.

Si votre terrain n'est pas consolidé, il est prudent de placer sous chaque plot une traverse (par exemple une traverse de chemin de fer de rebut ou un plateau). L'important est d'avoir une bonne portance pour éviter l'enfoncement du plot. Il pourrait provoquer un écart de niveau et mettre la maison de guingois.

Pour implanter rapidement les plots, utilisez deux décimètres et mesurez les diagonales à partir des 2 points sur le mur A de référence /254/. Le niveau laser est bien adapté pour faire ce calage ; mais une règle en alu longue avec niveau ou un niveau à eau (un tuyau) peut faire l'affaire.

2. Comment orienter les fûts au premier tour ?

Pour une petite maison, on avait orienté les rondins en alternant pied et pointe. Pour une grande maison, le problème devient plus complexe. A nouveau reprenons notre étude du chapitre précédent (p. 103-104).

On avait, au coin d'une maison, empilé successivement les bois en commençant par un gros bout sur un gros bout ; on obtenait un point critique de 0,33 pour un diamètre moyen de 30 cm et pour une décroissance de 8,8 cm.

Si l'on change l'ordre de départ, on peut avoir trois autres cas. Dans les 4 cas, on se retrouvera à la fin du 2^e tour avec la

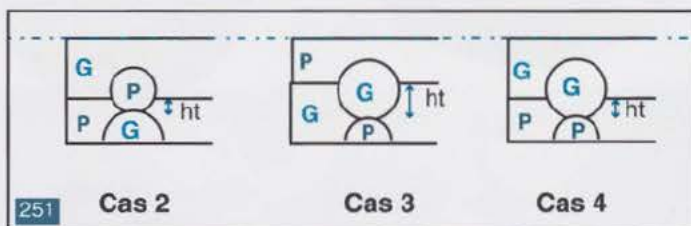


Cas 1

L'orientation des fûts au premier tour

250

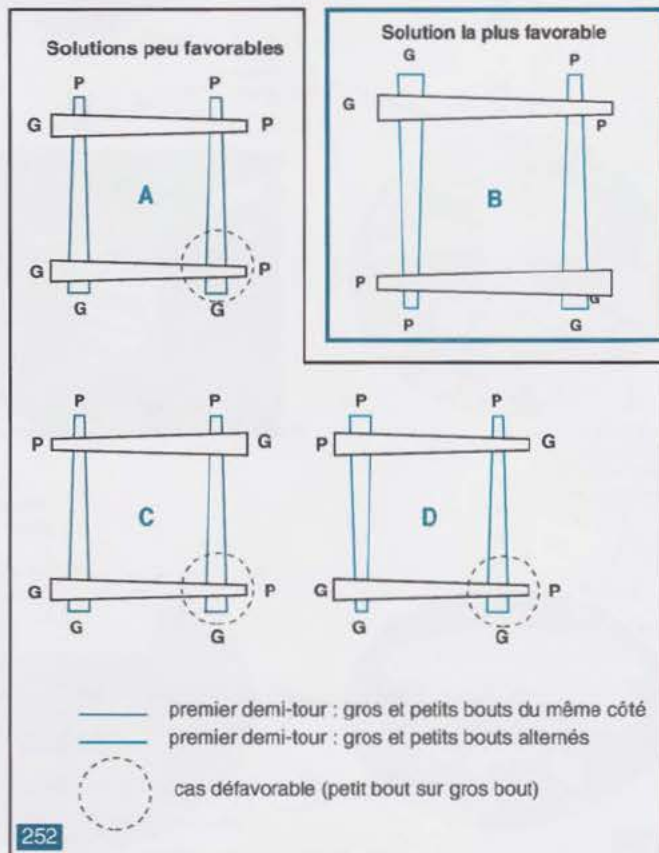
même hauteur de tête pour chaque phase de la séquence GbGbPbPb. La différence entre les 4 cas, c'est que, au premier tour du cas 2 (un petit bout qui couvre le gros bout), on se trouve déjà en dessous du point critique (0,27).



L'orientation des fûts au premier tour

On essaiera donc d'éviter de commencer par le cas de figure où un gros bout est recouvert par un petit bout (Pb sur Gb) /251, 2/.

Or, sur les 4 méthodes de démarrage du premier tour /252, sch. A, B, C et D/, on trouve cette situation défavorable dans A, C et D. La solution la plus favorable est celle du schéma B.



252

Il est tout à fait possible de choisir l'une des 4 méthodes, la seule différence entre elles est d'entraîner des écarts de hauteur de tête sur le premier tour. La hauteur de tête pourra être très rapidement critique (inférieure à 0,33 %) même avec des bois peu décroissants.

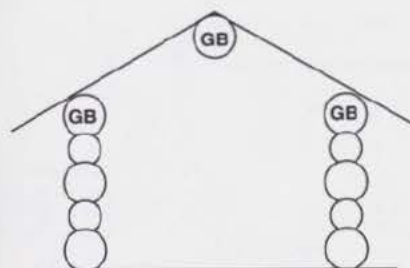
La meilleure solution pour commencer le premier tour d'une fuste est

**gros bout sur gros bout et
petit bout sur petit bout.**

Dans les autres méthodes, on se trouve, à un des angles de la maison,

**petit bout sur gros bout,
le cas de figure le moins favorable**

Le seul cas où l'on dérogera à cette règle est lorsqu'il sera nécessaire, pour une raison esthétique, d'avoir les gros bouts ou petits bouts visibles symétriquement sur une façade de maison (particulièrement quand la maison est petite, le pignon étroit et les bois très décroissants) /253/.



253 Sur une maison petite, en pignon, il vaut mieux orienter les gros bouts de façon symétrique.

3. Quel sens choisir pour le premier demi-tour ?

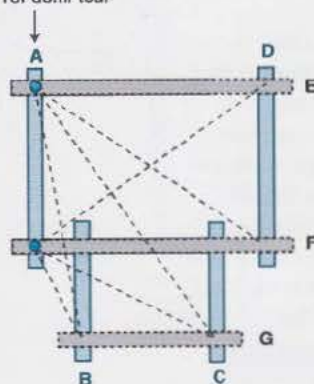
Pour une petite maison, on avait choisi le premier demi-rondin en fonction de la place de la porte. Pour une grande maison, les critères de choix seront plus complexes :

a) La hauteur des murs (à la sablière) en fonction du diamètre moyen

b) La facilité d'implantation

On pourra choisir comme sens pour le premier demi-tour celui qui facilitera l'implantation de la maison au 1er tour : 2 décimètres placés sur ce fût permettent de faire facilement l'équerrage de la maison par le calcul des diagonales /254-257/. On aura une plus grande précision en prenant les diagonales à partir d'un bois long (par exemple le mur A dans l'exemple 2), ou le mur B.

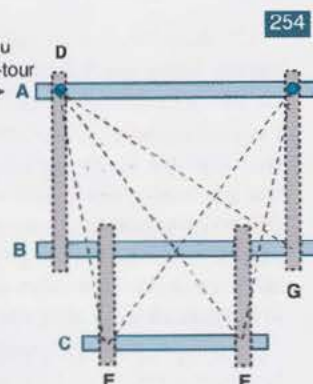
rondins du
1er demi-tour



1 Equerrage moins précis

Les diagonales sont plus faciles à obtenir à partir d'un bois long

rondins du
1er demi-tour



2 Equerrage plus facile à obtenir par les diagonales



Equerrage du premier demi-tour par les diagonales.



Pour faire un bon équerrage, utiliser deux décimètres...



... et une pointe fixée au sommet O.

c) Comment démarrer le premier demi-tour si la décroissance est très forte ?

Sur des murs très longs ou avec des bois très coniques, on peut très rapidement se retrouver, comme on l'a vu, avec des hauteurs de tête proches du point critique, même en démarrant gros bout sur gros bout et petit bout sur petit bout. Pour éviter cet écueil, on pourra corriger la décroissance du demi-bois du premier demi-tour en l'augmentant de 1, 2 ou 3 cm.

d) Et s'il y a un nombre impair de rondins ?

La construction en bois empilé aime la parité. Bâtir une fuste avec un nombre pair de pièces de bois ne présente aucune difficulté théorique. On pourra ainsi construire un carré ou un rectangle, c'est le plus simple car les angles sont droits, ou réaliser une forme hexagonale, octogonale..., dont les angles sont obtus. On peut encore concevoir un plan mixte avec des angles droits et 2 ou 4 murs en forme de proue. Seules les entailles de ces angles ouverts seront plus longues à tracer et plus difficiles à ajuster.

Pour implanter un plan avec des murs aux angles ouverts, on appliquera simplement la règle Gros sur gros et petit sur petit (G sur G et P sur P).

Le problème devient beaucoup plus complexe quand on a un nombre impair de pièces pour faire un tour.

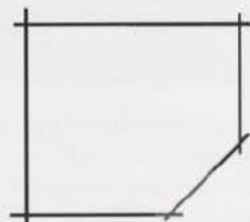
Prenons l'exemple le plus simple, celui d'un rectangle dont un angle est cassé. On aura 2 types de solution pour résoudre ce problème :

1) Si l'on plante en respectant la règle G sur G et P sur P, on se retrouve sur le pan cassé avec un rondin qui devra avoir 1 gros bout à chaque extrémité ou bien 1 petit bout à chaque extrémité. Pour cette pièce spéciale, il faudra donc choisir, à chaque tour, un bois très cylindrique, soit gros, soit petit. On comprend aisément que cette solution ne sera possible que si la longueur de ce bois est courte, car il faut très peu de décroissance sur ce bois (3 à 4 m de long sera un maximum). C'est donc un rondin qui sera couvert d'un côté, et recouvert de l'autre. Il sera très incliné et on devra dans les tours suivants, compenser peu à peu pour rattraper le niveau, ce qui n'est pas

simple. Il sera donc important de bien choisir ce bois spécial pour limiter le décalage de niveau sur le pan cassé. Si on a par exemple une proue très longue, on pourra reporter le rondin spécial sur un décrochement.

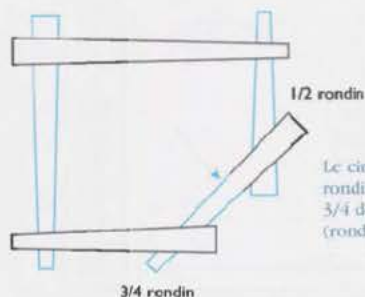
2) On pourra aussi utiliser un poteau dans un angle. Le poteau pourrait être dans l'angle ouvert, mais il est plus facile d'ajuster un poteau sur 2 murs à angle droit. Sur ce poteau viendront s'encaster un gros et un petit bout à chaque tour. Pour les autres pièces, on est ramené à un cas classique G sur G et P sur P au premier tour.

258



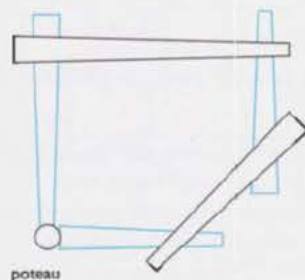
Un nombre impair de pièces par tour

Méthode 1 : avec un rondin 1/2 - 3/4



Le cinquième rondin est 1/2 - 3/4 de rondin (rondin décalé).

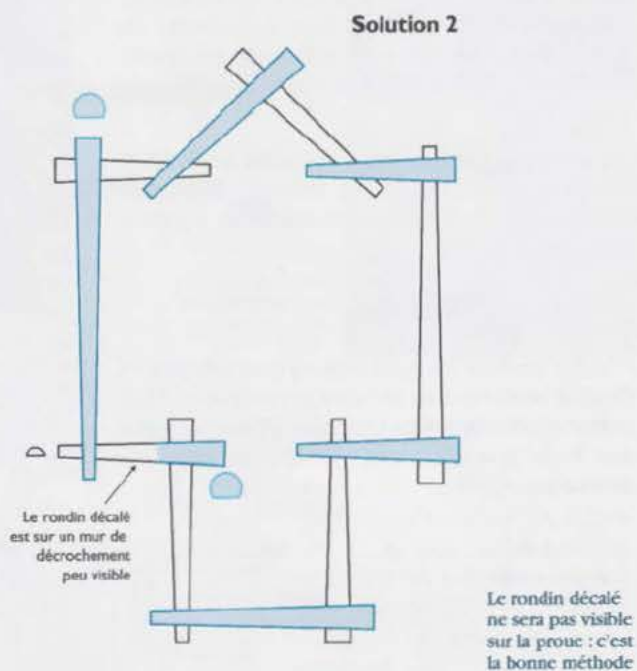
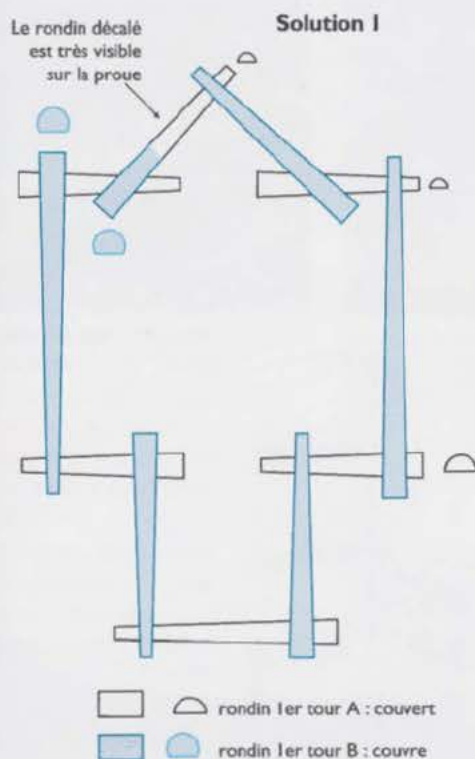
Méthode 2 : avec un poteau d'angle



Le poteau d'angle fait office de 6^e rondin



**259 Exemple sur un plan comportant une proue :
2 solutions**



La solution 1 : le rondin décalé du premier tour



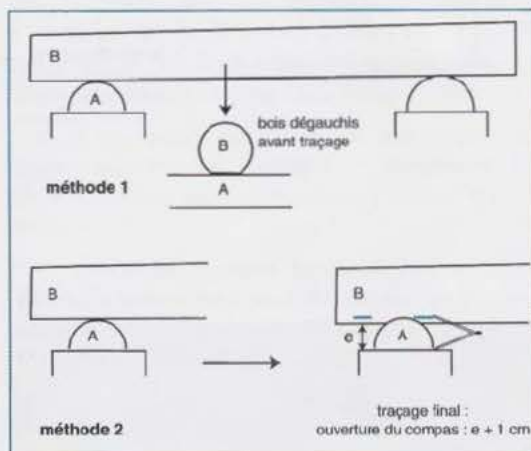
b) Le 2^e demi-tour : traçage et encastrement des fûts

Pour qu'ils aient une bonne assise sur la dalle, les fûts de la 2^e partie du 1^{er} tour seront également sciés sur leur face inférieure, ou plutôt dégauchis. On peut effectuer ce dégauchissage soit avant le traçage des gueules, soit après /262/.

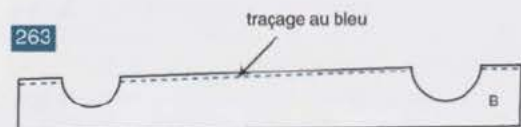
A la fin du premier tour, cheviller les angles. On peut aussi, et c'est mieux, faire des entailles épaulées et/ou tenonnées au premier tour.

2. Monter les murs

Votre maison est maintenant commencée. A chaque tour vont se répéter les mêmes opérations : choix des fûts, traçage, découpe, pose des bois. Travaillez par série, demi-tour par demi-tour.



262 Dégauchissage avant (1) ou après (2) traçage des gueules



263

- Tracer la surface horizontale au cordon bleu (avant ou après traçage des gueules) /262/.
- Découper horizontalement en suivant les deux lignes /263-267/.



Traçage au cordon bleu



Découpe du plat



266 L'implantation : dégauchissage du 2^e demi-tour



267

Avant de choisir un fût :

- a) tracer les axes du mur en bout,
- b) mesurer et contrôler le niveau des murs,
- c) mesurer la hauteur de chaque tête.

a) La préparation du tour

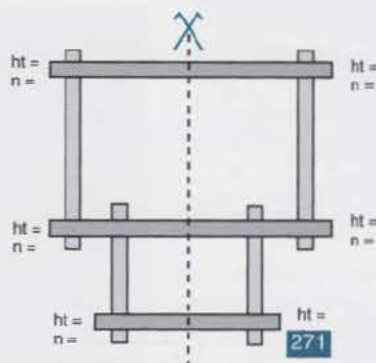
1. Les axes

Pour bâtir un mur vertical, le maçon peut vérifier l'aplomb sur la face intérieure ou extérieure du mur. Le fustier, lui, ne peut utiliser qu'un



268 Traçage des axes

seul repère, l'axe du mur. Car les fûts sont irréguliers. Ces axes serviront de guide pendant toute la construction et, à chaque tour, on poursuivra leur traçage vers le haut.



Mesurer le niveau de chaque tête, et le reporter sur le plan.



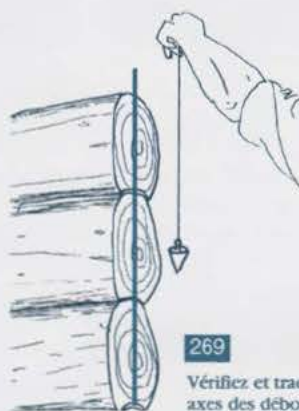
2. Les niveaux des murs

A chaque tour, on mesurera le niveau atteint, c'est-à-dire la hauteur par rapport à la base du 1^{er} tour.

- Reporter cette mesure au bout et comparer les niveaux aux angles de la fuste /270/.

- Tous les deux tours, les niveaux d'un même mur devraient théoriquement être identiques à chaque

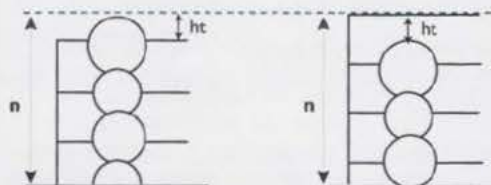
bout, ce qui n'est pas toujours facile. Mais s'il y a un décalage, ne cherchez surtout pas à le rattraper en creusant d'avantage l'une des entailles. Choisissez, au tour suivant, un diamètre de bois approprié. Mais attention, au linteau il faudra être proche de l'horizontale et à la sablière il faudra être le plus horizontal possible !



269

Vérifiez et tracez les axes des débords

Marquer de façon très visible et indélébile (une marque au ciseau à bois surlignée) l'axe du fûtage dès le premier tour, sur chaque mur. Cet axe sera "remonté" jusqu'à la charpente



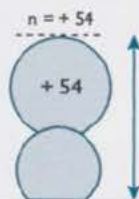
3. La hauteur de chaque tête

Mesurer la hauteur de chaque tête et reporter sur votre plan le niveau (n) et la hauteur (ht) des têtes.



270

Utiliser le laser pour mesurer les niveaux à chaque tour, ou bien l'altimètre électronique



b) Choisir les fûts

C'est maintenant le moment le plus important : du choix du fût va dépendre l'allure de la fuste, sa beauté, ses formes. Ce choix sera guidé par le triage préalable des bois en trois catégories.

Un fût plus gros viendra compenser un niveau un peu bas, mais on vérifiera toujours à chaque tête, par un petit calcul, que la hauteur de tête à obtenir n'est pas « critique ».

A chaque fois, anticipez en prévoyant le fût qui viendra « couvrir » celui que vous avez choisi et veillez bien, dans la séquence, lorsque vous couvrez le gros bout par un gros bout (cf. Ch.3, p. 101), à prévoir le petit bout qui suivra, faute de quoi vous risquez un blocage.

Présentez les fûts avant de tracer la préentaille ou ébauche, en vous rappelant toujours le grand principe à respecter : alternez toujours gros bout - petit bout (sauf exception rarissime).

Ch. IV - La préfabrication : du premier tour aux pannes sablières

Commencez par bien regarder la bille, faites-la tourner pour déceler ses courbures - elle peut en avoir plusieurs. Habituez-vous à exercer votre œil pour bien l'orienter. Aidez-vous, au début, d'un fil à plomb, d'un cordeau (et deux liteaux)...

Les grandes règles pour bien tourner une courbure :

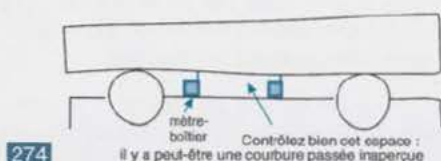
- Si le fût a deux têtes (ou plus), orientez le creux plutôt vers l'intérieur de la maison ; le fût doit être équilibré par rapport à l'axe du mur. Il n'est pas nécessaire que les débords soient parfaitement alignés.
- Si le fût est court et a une tête, orientez le creux vers le haut de façon à ce que le bois soit bien centré sur l'axe de la porte ou de la fenêtre. Sur un fût, ce sont les débords qui doivent être alignés sur l'axe du mur.

Avant de tracer l'ébauche, contrôlez à l'œil ou avec votre mètre l'espace entre les deux fûts /274, 276/.

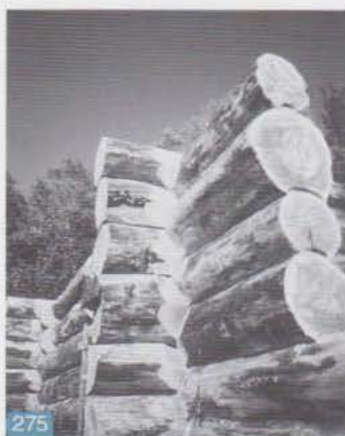
Vous pouvez maintenant tracer la préentaille comme indiqué dans le cahier 2 et poursuivre la découpe des fûts.



273 Bien regarder le fût pour déceler les courbures, et le mettre en bonne position, seul et aisément, grâce à la radiocommande de la grue.



274



Pour compenser des différences de niveau, on doit jouer sur le diamètre des bois et non sur la profondeur des encastrement.



Pour obtenir un ajustage précis

- Faire une préentaille de façon à ce que l'ouverture finale du compas ne dépasse pas 5 à 6 cm : vous pouvez vous servir comme gabarit du boîtier de votre mètre (la hauteur de l'espace entre le fût et le boîtier sera celle de l'ébauche) /276/ ou le carré magique.



- Tracer sur une surface parfaitement propre.
- Utiliser un feutre pour tracer sur bois sec.
- Sur bois mouillé et par temps de pluie, utiliser un crayon indélébile ou les cartouches "space pen".

- A chaque traçage, régler le compas (contrôler successivement les 2 bulles).

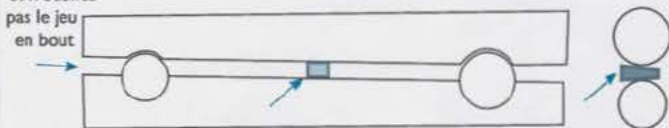
- Avec un bois long (plus de 5 m) : le mettre en tension avant de tracer (0,5 à 1 cm) /277/.

- Lors du traçage d'un bois long avec un crayon, vérifier que la mine du crayon ne s'est pas usée. Recaler le compas éventuellement.

- Découper en laissant toujours le trait apparent (sauf sur les débords) : on pourra laisser 1 à 2 mm de bois le long de la gorge et jusqu'à 10 mm sur les côtés des gueules (voir « La surcote de précompression », p. 88).

- Après repose des bois, les sangler pour les mettre en compression. Après compression, l'ajustage doit être serré.

et n'oubliez pas le jeu en bout



Coin pour compenser la flèche d'un bois long

Mettre en tension un bois long avant de tracer, et n'oubliez pas le jeu en bout !

277



Ebauche sur tête de béliet...



279

Ne peut-on
éviter
l'ébauche ou
préentaille ?



280

Croyant se faciliter la tâche, certains tracent directement sans préentaille (ou ébauche), et même sur des bois de diamètre relativement élevé (30 cm et plus). Que faut-il en penser ?

Sur la précision du traçage

Les erreurs au traçage peuvent venir :

- 1/ d'un mauvais réglage des bulles (dans les deux sens)
- 2/ de l'usure du crayon
- 3/ de la mauvaise tenue du compas (dans les deux sens).

Très souvent les erreurs se cumulent, et plus le compas sera ouvert, plus les erreurs seront fortes : ouvrir un compas à 15 cm multiplie par exemple les erreurs par trois par rapport à une ouverture à 5 cm. Le traçage dans ce cas demande beaucoup d'attention et de temps.

Or, la préentaille ou ébauche sert à :

- rendre les fûts parallèles
- et surtout à les rapprocher.

Rapprocher les fûts permet donc de tracer avec une très petite ouverture de compas et d'obtenir un traçage rapide et très précis.

Sur le gain de temps

Outre le temps perdu au traçage, il y a du temps perdu au calage. Sans préentaille, une bille doit être calée avec une très grande précision avant traçage. Mal fixée, elle risque de se déplacer et de fausser le traçage ou même de rouler. Le calage des bois demande beaucoup de temps. En faisant une préentaille (même succincte), on évite tout calage : le fût est bien coincé dans sa préentaille pendant tout le traçage final.

Sur la découpe des facettes

La découpe des facettes après préentaille est la seule bonne méthode pour vraiment réduire le diamètre. En plus, ce travail pourra être effectué au sol pour une meilleure sécurité dans le travail (sans préentaille, il faut découper les facettes debout sur les bois remontés)

Pour toutes ces raisons, tracer directement semble une mauvaise méthode de travail, qui fait perdre en précision sans faire gagner de temps.



La préentaille est une étape indispensable



Faut-il cheviller les bois ?

Les tests de résistance aux séismes réalisés par l'Association ILBA ont montré l'utilité des chevilles, mais en bois dur uniquement. (Voir le détail de ces tests et des autres moyens pour renforcer la résistance parasismique des fûts dans le *Carnet de la Combe Noire*, CCN N° 5) Toutefois, il convient de souligner deux problèmes liés au chevillage :

1/ La cheville crée une liaison entre deux fûts : si l'un des deux fûts subit un léger mouvement de torsion, il peut entraîner dans sa déformation le rondin qui lui est lié. La cheville est soumise à une tension : cela peut bloquer le tassement d'un mur.

2/ Le perçage doit être fait avec une infinie précision et il faut surtout éviter tout mouvement du rondin à percer. C'est souvent difficile sur une pièce courte. Un perçage mal aligné peut provoquer une erreur de montage à laquelle on ne pourra remédier ultérieurement.

Le blocage par les entailles d'angle, par les coulis-seaux est suffisant pour assurer la solidité de la fuste, surtout en gros bois. On pourra réserver le chevillage aux pièces mal bloquées d'une fuste :

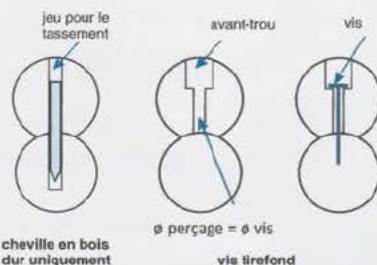
- rondins entre deux menuiseries
- linteau,
- 1er tour,
- sablières (tous les 3 mètres).

Notons toutefois qu'un bon épaulement (renard) remplace largement un chevillage, notamment pour le premier tour

Quelles chevilles utiliser ?

Uniquement en chêne ou en acacia, de diamètre 30 mm. Il est important de prévoir un jeu pour le tassement.

On peut également utiliser des vis-tirefond de grandes longueurs qui ont également montré leur qualité en cas de séisme pour renforcer la résistance aux efforts latéraux et au soulèvement des rondins. De nouveaux modèles de vis auto-taraudeuses permettent d'éviter l'avant-trou. (voir CCN N°5)..



281

3. Portes et fenêtres

a) Niveau de l'appui et du linteau



283 La dernière pièce avant le linteau

Il n'est pas nécessaire que la bille d'appui de fenêtre soit d'une parfaite horizontalité, puisqu'elle sera retournée au

bon niveau. En revanche, le dessus des bois qui seront recouverts par le rondin de linteau doit être parfaitement aligné : cet alignement sera trouvé en jouant sur le diamètre des fûts.

b) Traçage et découpe des feuillures

La méthode de montage des menuiseries retenue est la méthode **en feuillure**. C'est la plus compliquée, mais certainement la plus appropriée - elle évite tout couvre-joint extérieur et tout risque d'infiltration d'eau - et la plus belle. La menuiserie est véritablement montée dans les fûts.

On pourra découper les feuillures avant ou après la pose du linteau.

Pour définir les dimensions au tableau de vos menuiseries (= dimension de passage dans les rondins) :

- En largeur /289/ :

Largeur hors tout de la feuillure =

$$lt + (A + B + C) \times 2$$

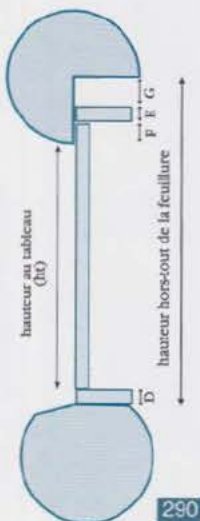
Avec des menuiseries courantes du commerce,

A = 3 cm

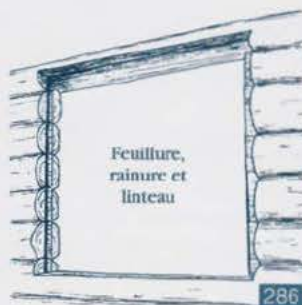
B = 2,5 cm env.

C = 1 cm maxi

La surcote de chaque côté sera donc de 6,5 cm.



284



285



287



288

dimension au tableau
= dimension de passage
dans les rondins

- En hauteur /290/ :

Hauteur hors-tout de la feuillure =

$$ht + D + E + F + G$$

D et E = 2 x 2,5 cm

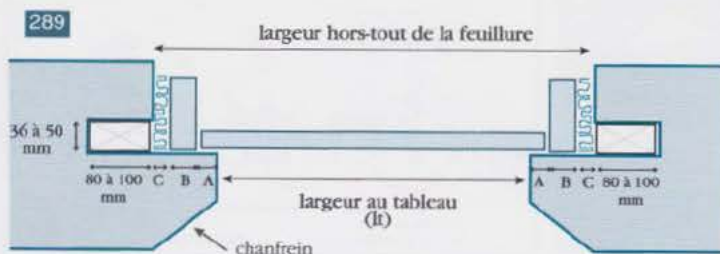
F = 3 cm

G = espace de tassement (6 % de la hauteur totale : ht + D + E + F)

c) Traçage et découpe du linteau

Avant de tracer, contrôlez l'alignement du linteau (tracez les préentaillures du linteau et présentez-le pour traçage).

Toutes les découpes dans le linteau seront faites de préférence « au sol ». En cas de préfabrication, elles pourront se faire soit au démontage, soit au remontage. Avant le démontage, tracer des axes verticaux en bout : ils serviront de repères pour découper les traits horizontaux et verticaux /293. 1. 2. et 3/ p. 114.

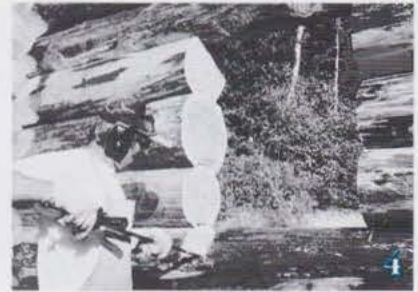
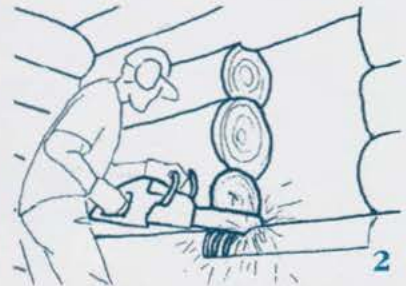


1/ Contrôler et tracer l'appui de fenêtre et la feuillure.

2/ à 7/ Découper l'appui :

- Faire une lumière horizontale pour guider la tronçonneuse (2/ 3/ 4/ 5).
- Couper horizontalement (6/7) (on peut s'aider de liteaux pour guider le trait de tronçonneuse).

8/ à 10/ Couper la feuillure.

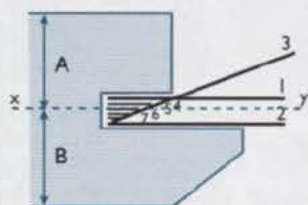
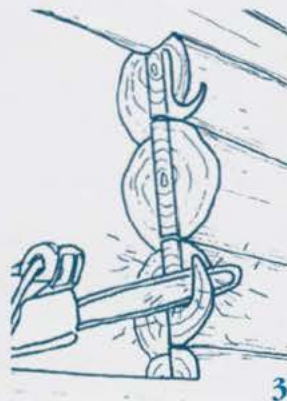


1. Découper l'appui de fenêtre et les feuillures

1/ Tracer

2/ 3/ Découper les chanfreins en s'aidant d'un gabarit

4/ 5/ 6/ Découper la rainure en procédant dans l'ordre de 1 à 7, comme indiqué sur le schéma.



2. Découper le chanfrein et la rainure de coulissage



292



1/ Tracer et découper 1 puis 2
2/ tracer et découper 3

Après traçage, découper au sol (lors du démontage) :

1/ Mettre le fût d'aplomb

2/ Marquer les traits au bleu

3/ Découper en procédant dans l'ordre de 1 à 2, comme indiqué sur le schéma. Le traçage et la découpe du trait 3 pourront se faire au montage des menuiseries



3. Tracer et découper le linteau



293

A propos des rainures de coulisseaux.

1) Centrer le coulisseau

Quelle que soit l'épaisseur du coulisseau, celle-ci doit être centrée dans l'axe du rondin, ce qui signifie que l'axe du tableau ne sera jamais centré sur l'axe des rondins, mais décalé de la moitié de l'épaisseur du coulisseau.

2) Peut-on mettre un coulisseau métallique (cornière) ?

Pour renforcer le coulisseau en bois, on peut être tenté d'utiliser une cornière de 50 (5 cm x 5 cm). Or, le bois et le métal sont des matériaux de nature totalement différente dont le contact peut provoquer des dégradations mutuelles. Les comportements thermiques du bois et du métal sont antagonistes. Le bois conduit mal la chaleur tandis que le métal a une conductivité très élevée.

En cas de variation soudaine de température (entre le jour et la nuit), le métal se refroidit brusquement, tandis que le bois qui l'environne reste à une température supérieure. Le bois contient toujours un peu d'eau. Au contact du métal refroidi, l'air humide peut très facilement atteindre le seuil dit « de saturation ». Il y a alors condensation. Des gouttelettes d'eau se déposent sur le métal, suintent et pourront s'accumuler dans une cavité non ventilée sur le bois. Le métal va rouiller et le bois développera une pourriture intérieure. Le coulisseau perdra de son efficacité. Les climats où nous vivons, à forte amplitude thermique, prédisposent le bois à pourrir au contact du métal. Le système de coulisseau avec cornière doit donc être limité au strict nécessaire : par exemple sur un encadrement de porte lourde, ou si des risques de déformations d'un mur sont réels (un mur très long).

Si le coulisseau doit supporter des efforts importants, il est conseillé de prévoir un coulisseau en bois, qui sera taillé dans la masse à la tronçonneuse ou scié à la scie radiale, ou en bois collé.



Coulisseau-cornière en bois, taillé dans la masse

CALAGE AU SOL D'UN TOUR DE LA CHARPENTE



A gauche, le bas de la maison, à droite l'étage en construction

Il est possible et même souhaitable de préfabriquer la charpente ou même l'étage complet au sol. Il suffit de recaler au sol un tour complet en s'assurant que les équerrages (les diagonales) et les niveaux relatifs sont exactement les mêmes, avant et après calage au sol.

Les avantages :

- La sécurité : travailler à plus de 3 m de haut requiert des dispositifs de sécurité obligatoires et coûteux (échafaudages, ligne de vie, filet...). Travailler au sol évite tous ces problèmes qui sont souvent mal réglés chez les autoconstructeurs.
- Le gain de temps et la précision dans le travail.

Les inconvénients : bien entendu, si se produit une erreur de niveau ou d'équerrage, le remontage sera très difficile. Il convient d'effectuer un calage « sans faute ».

L'opération de calage au sol peut aussi être fastidieuse si on ne suit pas une méthode et quelques règles précises, à savoir :

1) **Le tour démonté** doit être continu et ne doit pas comporter d'ouvertures. On démonte en général le tour qui suit le linteau, car il ne comporte aucune ouverture et c'est celui qui reçoit les solives. Le gain de temps pour caler les solives sera très appréciable.

2) **Les entailles seront effectuées avec blocage** sur ce tour (entailles tenonnées) pour faciliter le remontage. Si les entailles sont creuses, on percera les angles au diamètre des chevilles (23 mm par exemple), de façon à pouvoir cheville les bois 2 à 2 au niveau des têtes.

3) **Numéroter les bois** en bout avec leur numérotation définitive.

4) **Faire des repères de remontage** en bout et sur le contour des têtes au crayon indélébile. Remonter l'axe du faîtage à partir du 1^{er} tour.

5) **Equerrage - Marquage des diagonales** en les repérant avec des tubes de peinture de couleurs différentes (attention : les feutres dits indélébiles s'effacent sous les UV).

On utilisera un ou des décimètres avec une pointe placée au point 0, comme pour l'implantation du premier tour.

Calage au sol du tour de la charpente (suite)

Il convient de faire une série sur les bois du 1/2 tour inférieur et une série sur le 1/2 tour supérieur. A partir de chaque point, faire un maximum de mesures utiles (entraxes et diagonales) ; n'oubliez pas que vous aurez à caler et faire l'équerrage du premier 1/2 tour avant de faire celui du deuxième 1/2 tour.

6) Les niveaux

- Commencer par fixer sur chaque bout de chaque rondin un liteau en contreplaqué de 5 x 30 cm, vissé « horizontal » à 3 cm du sommet de la tête. Il servira à caler rapidement chaque bois et à le mettre d'aplomb. Ce dispositif permet de gagner beaucoup de temps. Il servira à poser un petit niveau fixé avec 2 élastiques et à contrôler l'aplomb. Il servira surtout de niveau de référence au calage.

- Mesurer et marquer les niveaux relatifs avec un laser ou un altimètre en commençant par les bouts sur les liteaux. L'un des liteaux pourra servir à définir un point 0. On choisit en général le liteau situé sur le premier rondin qui sera calé (c'est donc un rondin du 1/2 tour inférieur).

- Prendre ensuite des mesures de niveaux tous les 2 mètres et marquez les directement (tube de peinture) sur le dessus du rondin. Le tour complet est ensuite démonté et sera recalé au sol.

- On devra au préalable fixer des cales (morceaux de chevrons de 5 x 5 x 20 cm en bois dur dans le fond des gorges, pour éviter l'écrasement des bords de la gorge sur les cales). On en fixera tous les 2 m, et en particulier en bout des premiers demi-rondins.

- On commencera le calage par le premier bois du 1/2 tour inférieur, et tous les bois de ce demi-tour seront calés (niveaux et diagonales vérifiés) avant de poser les bois du deuxième 1/2 tour.

- Caler ces bois en bout pour éviter l'effet de bascule (si on prend un niveau de référence intermédiaire, quand on soulève à un bout, l'autre baisse, et le calage est très long). Si le premier demi-tour a été correctement calé, le deuxième demi-tour se posera correctement. On vérifiera ensuite l'équerrage de l'ensemble et les niveaux intermédiaires sur chaque bois.

- Si l'on utilise un laser, il faudra se faire une table de correspondance des niveaux relatifs, qui dépendra de la hauteur du laser par rapport au point 0 avant démontage et après recalage.



Tracer le contour des gouteaux



Tracer les axes et numéroté en bout.



Utiliser un décimètre avec pointe.



Mesurer les diagonales



Marquer les mesures des diagonales.



Mesurer les niveaux...



... tous les deux mètres.



Marquer les niveaux.



9 Caler les bois du 1/2 tour inférieur.



10 Faire l'équerrage.



11 Caler à niveau



12 Révérifier l'équerrage



13 Vérifier l'aplomb



14 On peut alors poser les bois du 1/2 tour supérieur.



15 Pour recaler au sol avec précision, utilisez des crics ou vérins et des cales.

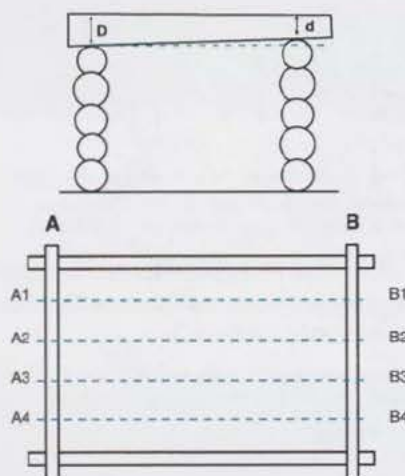


16 Le recalage et l'équerrage doivent être parfaits.

4. Le solivage

Le diamètre des solives aura été calculé au préalable (voir AF3 pour un prédimensionnement) en fonction des charges et portées.

Sélectionnez les solives au moins deux tours avant d'arriver au niveau de leurs appuis : cela permet d'anticiper sur les hauteurs des murs et de poser les solives au niveau voulu. La solive n'est pas une poutre équarrie ; c'est un fût conique « dégauchi » sur une face. Elle a donc un gros bout et un petit bout. Le mur qui supporte le petit bout pourra être légèrement plus haut que le mur supportant le gros bout /297/.

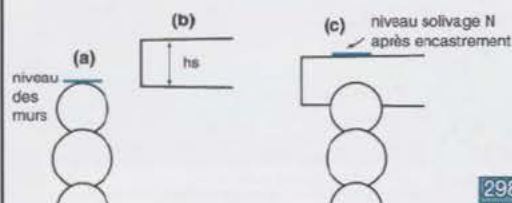


297

Travail préparatoire :

- Tracer l'axe des solives au sommet des murs.
- Mesurer les niveaux des murs au laser (a).
- Mesurer la hauteur de solive h_s à chaque point A1... B3 (b).
- Reporter ces points sur le plan /297/
- Choisir un niveau N de solivage après encastrement (c).

Le choix de ce niveau est toujours un compromis entre la profondeur d'encastrement et la profondeur de la gueule qui viendra couvrir la solive.



298



299

Faire le solivage au sol : un gain de temps



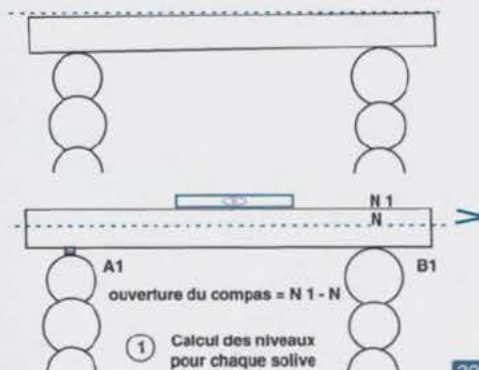
300

Pour la réalisation du traçage-découpe de l'encastrement des solives, 3 méthodes :

1) Par le calcul des niveaux

On fera cette opération pour chaque solive individuellement.

- Poser la solive
- La caler à niveau : les hauteurs des niveaux relevés en A1, B1... aident à faire ce calage
- Mesurer la hauteur par rapport au niveau en A1 ou B1
- Faire la différence entre le niveau N1 et le niveau N (niveau fini des solives)
- Régler le compas de cette hauteur $N1 - N$; tracer.

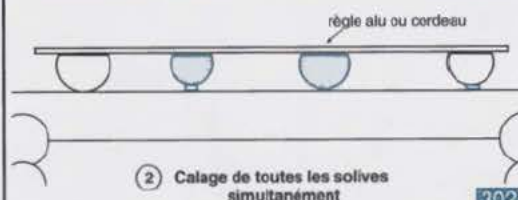


301

2) En utilisant une règle ou un cordeau

On tracera toutes les solives d'une même pièce simultanément. Cette méthode est plus précise et évite bien des erreurs de la méthode précédente.

- Caler les solives aux extrémités ; vérifier le niveau dans les deux sens
- Caler ensuite les solives intermédiaires
- On peut alors choisir la hauteur d'encastrement, régler le compas et tracer l'ensemble des solives avec la même ouverture du compas.



302

On peut aussi faire ce travail en hauteur : le même solivage vu du bas...



303

... et vu du haut



304

3) Pour utiliser des « bois de caractère » pour le solivage.

On peut utiliser des fûts tordus pour le solivage. Sans excès, cela peut être très beau (vu du rez-de-chaussée). Dans ce cas on pourra dégau-
chir les fûts après encastrement.

- Encastrer les solives
- Prendre ensuite les niveaux (au laser) du dessus des solives à dégau-
chir.
- Tracer au bleu.
- Scier horizontalement à la tronçonneuse (chaîne affûtée à 90°).



Dégau-
chir les solives après entaillage

Pour dégau-
chir
une solive : on
peut faire scier
sur un banc de
scie à grume, ou
s'inspirer de ci-
dessus p. 116.



Solivage débordant à
l'extérieur



Entaille « au carré »



Entaille aveugle

Pour une solive, seule
l'entaille « au carré » convient /309/.

Si la solive ne débord pas à l'extérieur, faire
une entaille au carré « aveugle » en queue-
d'aronde.

Solivage avec
porte-à-faux pour
mezzanine et
poteau de soutien



Construire l'étage au sol demande beau-
coup de place sous la grue

5. Les pannes sablières



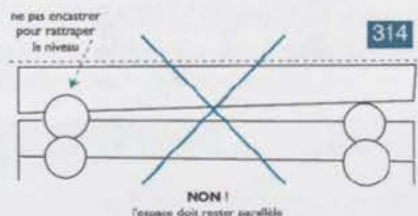
Enfin le sommet du mur...

C'est le sommet du mur (avant la charpente). Les chevrons reposent dessus. C'est donc les sablières qui vous donneront les niveaux de départ (le point 0) de la charpente.

1/ Le niveau des sablières

Si vos fûts ont été correctement choisis, vous parviendrez au sommet avec une sablière horizontale entre gros et petit bout. Si malgré tout un écart est impossible à éviter, que faire :

- Surtout ne jamais chercher à rattraper un écart de niveau en encastrant plus d'un côté que de l'autre : vous seriez obligé de creuser très fort la gorge d'un côté et inévitablement d'affaiblir le fût.



314



315

Un ou deux tours avant la sablière, penser à prolonger les bois qui supporteront la panne



316

Alignement des pannes sablières sur une construction de grande longueur

- Mieux vaudra rattraper ultérieurement les écarts en encastrant les chevrons en fonction du niveau de la sablière. Le compas de traçage peut aider à faire un encastrement précis. On peut aussi choisir de caler les chevrons, si l'écart de niveau est faible.



317

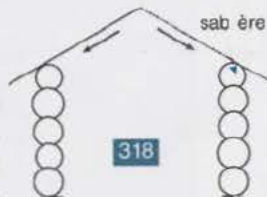
- On peut encore dégauchir la sablière en traçant à chaque bout l'angle et les niveaux désirés. Le trait de découpe est tracé au cordeau bleu.

2/ Le blocage de la sablière

De toutes les pièces de bois d'une fuste, la sablière est soumise aux plus fortes contraintes :

- latéralement s'exerce la poussée oblique de la toiture transmise par les chevrons ;

- située au sommet de la fuste, la sablière ne supporte que le poids du toit et des pignons, et reçoit donc des charges verticales relativement faibles.



318

Il convient donc de bloquer la sablière. Les solutions possibles sont :

- des entailles d'angle à verrou (tête tenonnée et épaulées)
- ancrer les sablières avec des vis-tirefonds de grande longueur.



319



320

C'est le moment le plus délicat de la construction, un moment d'angoisse qui, s'il est surmonté, signera votre fuste : un beau pignon, une belle ferme de bois brut qui se découpe dans le ciel sera votre fierté. Alors, avant de vous lancer, réfléchissez bien et ne laissez rien au hasard.



CHAPITRE V

PIGNONS ET CHARPENTES

Une multitude de systèmes de charpente pourraient être adaptés à une fuste. Nous nous limiterons aux trois principales méthodes :

1) Pannes sur pignons en rondins

C'est un système que l'on réservera aux toitures aux pentes faibles ou aux pignons étroits. Le pignon est réalisé en bois empilé et va donc subir un tassement. Le coulissage des chevrons est donc obligatoire pour ce type de charpente /321/.



Si la portée entre pignons est grande, un pignon intermédiaire intérieur supportera les pannes.

2) Pannes sur poteaux avec pignon en système « ossature-bois »

C'est une technique simple, convenant à tous types de toiture, bien adaptée aux maisons avec étage habitable. L'espace entre poteaux sera vitré ou bardé /322/.



De haut en bas : charpente-pignon en rondins (d'une hauteur un peu exceptionnelle : système de coulissage indispensable), charpente-poteaux et ferme triangulée

3) Pannes sur fermes triangulées

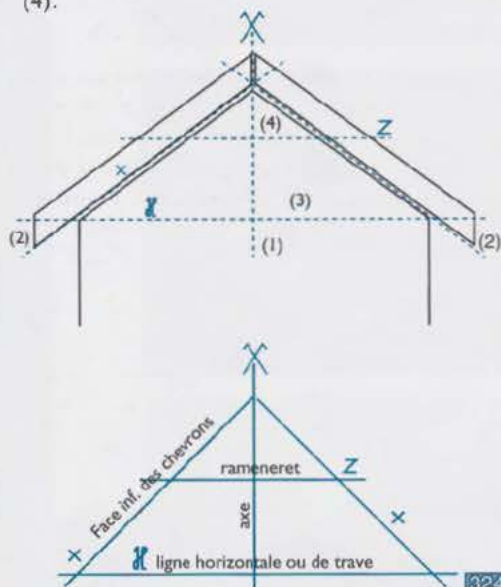
Utilisables en charpente apparente, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur, à l'aplomb du mur ou en débord, ces fermes-pignons peuvent être vitrées /323/ ou bardées. Nous étudierons une technique de construction de la ferme classique à poinçon et contrefiche, qui pourra être adaptée à d'autres types de fermes.

Les lignes importantes d'une charpente.

Quel que soit le type de charpente utilisé, il est bon de connaître quelques termes de charpente :

La charpente sera définie par quelques lignes essentielles qui permettront de réaliser une « épure », dessin à l'échelle que le charpentier prendra comme modèle pour bâtir sa charpente. Les 4 lignes essentielles seront :

- l'axe de la charpente ou ligne verticale (1)
- les faces inférieures des chevrons (2)
- la ligne horizontale ou ligne de trave qui vient recouper les faces inférieures des chevrons (3)
- le rameneret qui est une ligne arbitraire horizontale que l'on figurera si l'on dessine des vues différentes de la charpente (en plan et en élévation) (4).



Dans une charpente en bois brut, à la différence de la charpente classique, les bois ne sont pas équarris et les sections des pannes et éléments de la charpente sont ronds et inégaux entre gros bout et petit bout. Mais, comme dans

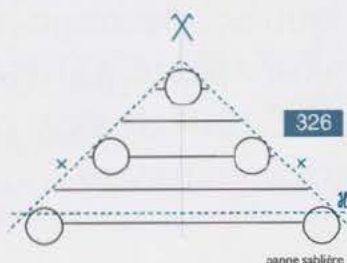


la charpente classique, sa construction est basée sur les lignes essentielles.

On pourra les représenter de plusieurs façons, en plaçant :

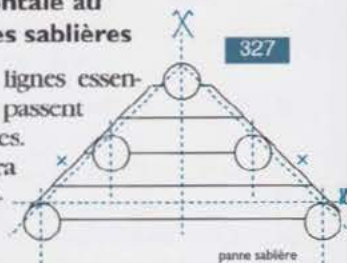
a) les lignes des chevrons tangentes aux pannes

Dans cette méthode d'épure, la ligne horizontale rejoint la face inférieure des chevrons au point où ils touchent tangentielle-ment la panne sablière. Dans cette forme d'épure, la ligne horizontale (trave) se trouve en dessous du niveau des pannes sablières. On utilisera ce type d'épure pour la méthode de construction empirique (au cordeau).



b) la ligne horizontale au niveau des pannes sablières

Dans ce cas, les lignes essentielles de l'épure passent par l'axe des pannes. Ce type d'épure sera réservé à une méthode de construction « par le calcul ».



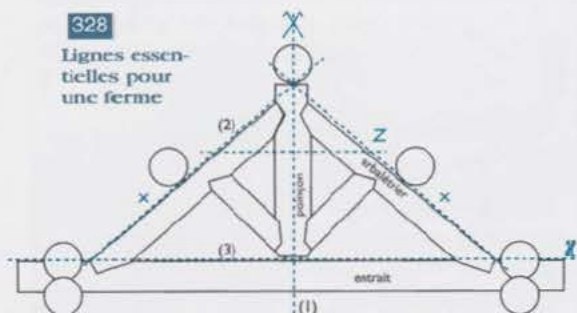
c) et pour une ferme

Pour une ferme on fera une épure dont les lignes essentielles seront :

1. l'axe du faîtage
2. le dessus des arbalétriers
3. le dessus de l'entrait.

328

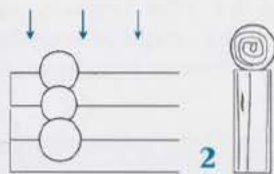
Lignes essentielles pour une ferme



A propos des calculs de charpente

Construire en bois brut ne dispense pas de faire des calculs de charpente pour dimensionner les pièces de bois. L'impression de solidité donnée par un arbre peut parfois cacher de grandes faiblesses. Le bois est un matériau anisotrope, ce qui signifie que ses propriétés physiques ne sont pas les mêmes suivant les directions considérées. On en a vu (AFI, p. 26-28) les conséquences pour le retrait au séchage. En résistance mécanique, il en sera de même, et l'on parlera de résistance en direction axiale (c'est-à-dire dans le sens des fibres), ou en direction transversale (perpendiculaire aux fibres du bois) /1/, ou encore en direction oblique.

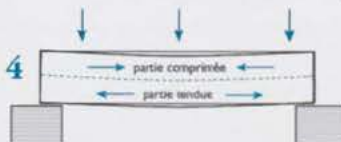
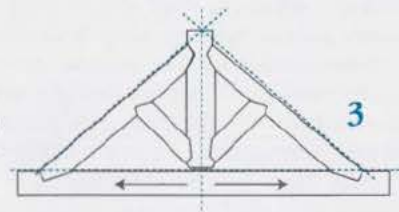
A quels efforts peut-on soumettre des pièces de charpente ?



a) **des efforts de compression** : les bois empilés d'une fuste subissent des efforts de compression dans la direction « transversale » ; le poteau qui supporte une panne subit un effort de compression dans le sens axial /2/.

b) **des efforts de traction**

En traction et en compression, c'est dans le sens axial que le bois est le plus résistant. Le charpentier doit concevoir des fermes utilisant au mieux ces caractéristiques mécaniques du bois /3/.

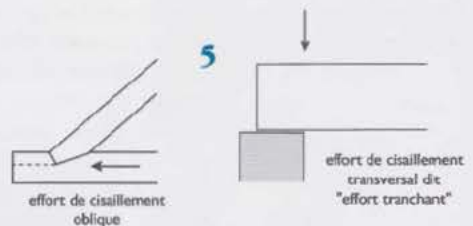


c) **des efforts de flexion** : ils s'exercent

sur une pièce reposant sur 2 appuis dans la direction transversale et qui tendent à déformer la pièce en la courbant. Solives, pannes, chevrons seront soumis à ces efforts (cf. AF3) /4/.

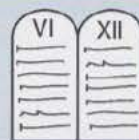
d) Enfin les pièces de charpentes vont être soumises à **des efforts dits de « cisaillement »** qui s'exercent au niveau des supports de la pièce et des assemblages /5/.

Lorsque l'on fend une bûche de bois de chauffage, on exerce une action de cisaillement. C'est dans le sens des fibres que l'on fendra le plus facilement un billot de chauffage ; c'est dans ce sens que le bois est le moins résistant au cisaillement. Dans le sens axial, la résistance au cisaillement sera près de 7 fois inférieure à la résistance en compression. Ce sera souvent l'origine d'un point faible d'une charpente.



Un calcul de charpente sera nécessaire pour :

- déterminer comment s'exercent les efforts,
- vérifier que les sections sont suffisantes pour supporter ces efforts et assurer la rigidité nécessaire des pièces,
- vérifier pour chaque assemblage et appui (y compris assemblage avec boulon) leur résistance au cisaillement.



La Loi - En France, un bureau d'étude est à même de faire un calcul de charpente. Les marchés publics de construction rendent ces calculs obligatoires (avec vérification par un bureau de contrôle).

Mais il n'y a aucune obligation pour les marchés privés.

Aux Etats-Unis, ce contrôle est aussi obligatoire pour les marchés privés. Les plans de permis de construire doivent indiquer les détails d'assemblage des charpentes.

Le calcul d'une charpente peut parfois déceler des erreurs de conception. Même si vous faites vous-même ces calculs, qui sont par ailleurs complexes, faites-les contrôler.

I. LA CHARPENTE « PANNES SUR PIGNONS EN RONDINS »

Le plan de la maison doit indiquer /340/ :

- la pente du toit en %
- le diamètre moyen des pannes
- l'écartement entre pannes.

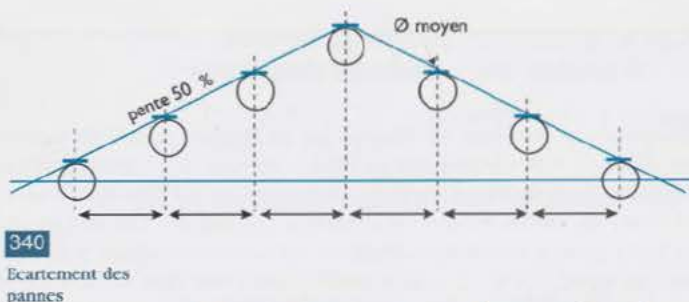
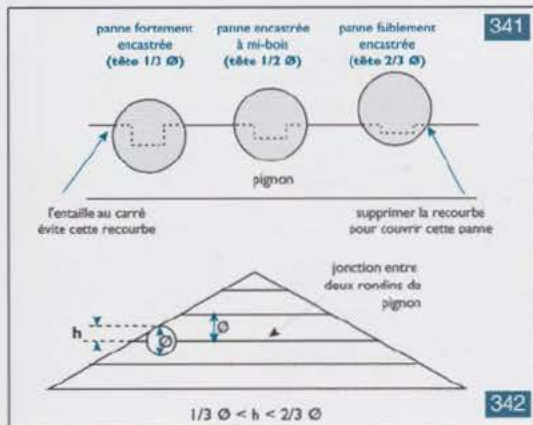
Pour déterminer ces deux derniers éléments, un calcul de structure aura été fait au préalable (voir le cahier 3).

Pour une petite maison (AF2, p. 56), le problème à résoudre était simple : il y avait une seule panne faîtière, des bois courts, peu décroissants. Pour une grande maison, il y a maintenant plusieurs pannes qui devront être horizontales et alignées, des pannes parfois très décroissantes (l'écart entre le gros bout et le petit bout pourra être élevé), et l'on aura parfois plus de 2 pignons.

1. L'emboîtement des pannes sur les pignons : quelle hauteur de tête ?/341/

Une contrainte supplémentaire sera l'emboîtement des pannes sur les pignons. On utilisera uniquement pour cela l'entaille au carré, de façon à bloquer la panne (le tenon sera effectué de façon à affaiblir le moins possible la panne). Elle permet d'éviter les recourbes, et donc d'encasturer fortement un bois : mais on ne dérogera pas à la règle de hauteur de tête des 1/3 - 2/3.

La ligne de jonction entre deux rondins de pignons définira la place d'une panne dont le dessus pourra être situé entre le 1/3 et les 2/3 de son diamètre /342/.



2. Quel diamètre pour les rondins du pignon ?

Les diamètres des rondins de pignon et des pannes devront être les plus proches possibles. Il sera difficile, par exemple, d'encasturer une panne de Ø 40 cm dans un pignon de diamètre moyen 25 cm.

La préparation du travail

1/ Trier tous les bois avant de commencer et numérotez-les. Mesurer leur diamètre /345/.

2/ Mesurer les diamètres des pannes au niveau des pignons

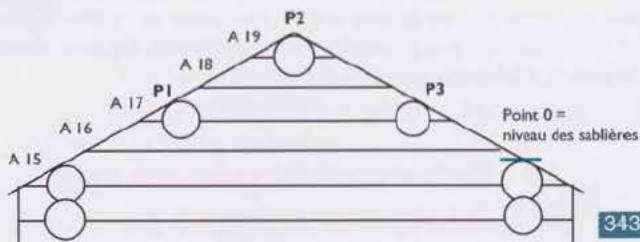
pannes P1 = Ø P1 A - Ø P1 B

P2 = Ø P2 A - Ø P2 B - Ø P2 C

P3 = Ø P3 A - Ø P3 B - Ø P3 C

(On orientera tous les gros bouts des pannes sur le même mur).

3/ Mesurer le diamètre médian des rondins de pignon : A 15, A 16, ... A 20

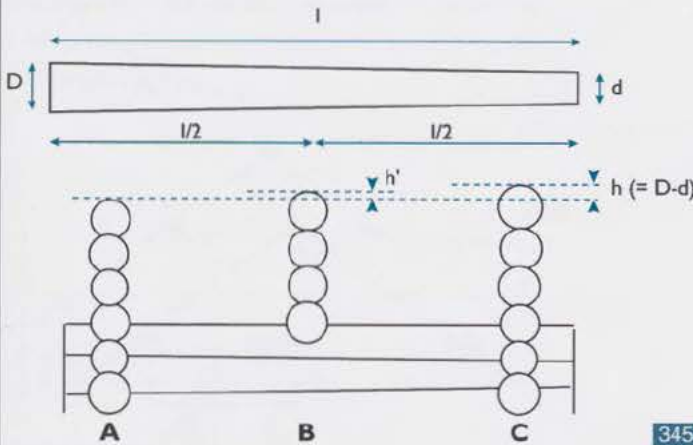


Profondeur d'encastrement des pannes



Pour faciliter l'ajustage des pignons

Choisissez des rondins plus gros sur le pignon qui recevra le petit bout de la panne : cela rétablira l'horizontalité de la panne et évitera d'avoir à trop encastrer le gros bout. Si l'on a un pignon intermédiaire B, on montera le pignon B d'une hauteur $h' = h/2$.



345

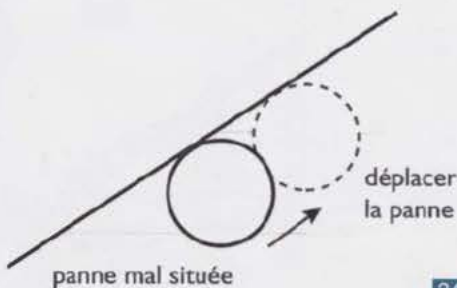
4/ Dessiner à l'échelle les pignons en fonction des diamètres mesurés, en tenant compte de l'encastrement des rondins de pignons de 1,5 cm, et placer les pannes sur ce schéma, à l'entraxe prévu par le plan /340, 342/.

5/ Le schéma fait à partir du choix des bois montrera clairement les éventuelles difficultés (pannes mal situées) et d'éventuelles corrections à effectuer soit en déplaçant légèrement la panne, soit en modifiant le choix des rondins de pignons /346/.

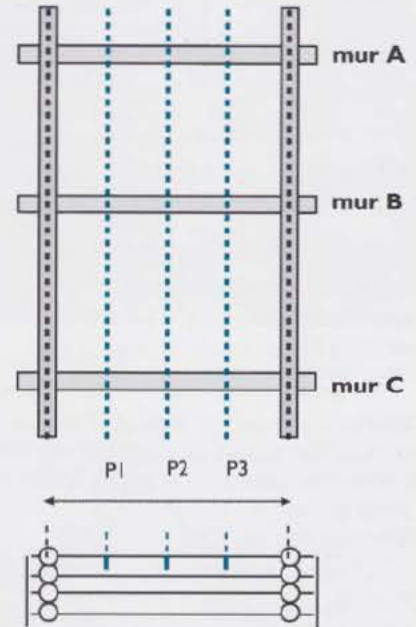
Attention, si l'on déplace une panne, vérifier que les calculs de structure restent valables

6/ Après vérification de l'épure, implantez définitivement les axes des pannes /347/.

Marquez ces points de façon indélébile. Ce sont les axes des pannes. Ces points seront reportés plus haut.



346



347 Implanter l'axe des pannes avant de commencer les pignons



Tracer les rondins de pignons en appui sur deux serre-joints



Si l'on préfère « en hauteur », il faudra échafauder (et respecter les règles de sécurité)



Préfabriquer le pignon au sol en toute sécurité

3. La construction de la charpente-pignon

a) Première méthode : méthode empirique simple visuelle

On a choisi comme ligne de trave (horizontale) la ligne qui joint les points où les chevrons sont tangents aux pannes sablières /353/. Pour dessiner à l'échelle l'épure de ce pignon, il suffit de connaître la pente du toit /354/ et de figurer ensuite l'emplacement des pannes en fonction de l'entraxe prévu sur les plans /355/.

On peut donc maintenant envisager de construire la charpente pignon à partir de cette épure par une méthode empirique simple mais un peu longue. On construit en vraie grandeur l'épure de la charpente sur chaque pignon /356/ :

- une perche (chevron) figure l'axe vertical
- 2 cordeaux figurent la face inférieure des chevrons.

L'emplacement des pannes sera défini visuellement ; on pourra s'aider de gabarits en contreplaqué ou polystyrène reproduisant le diamètre de la panne (mesuré lors du triage) à l'intersection du pignon. Cette méthode est empirique, longue, car il faut déplacer très souvent le cordeau ; mais elle évite beaucoup d'erreurs d'alignement des pannes. Elle peut aussi servir de vérification à la méthode « par le calcul » exposée ci-après.



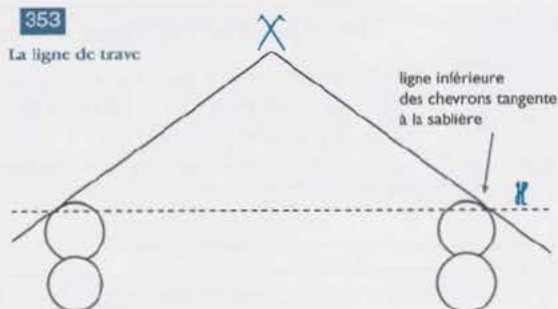
351



352

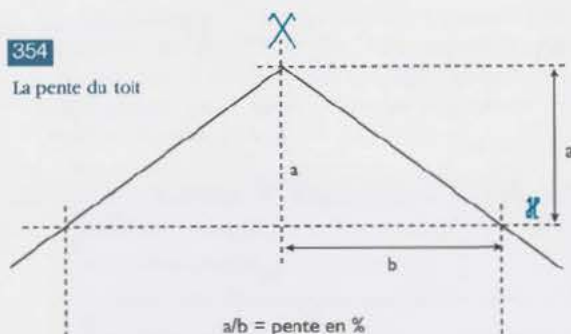
353

La ligne de trave



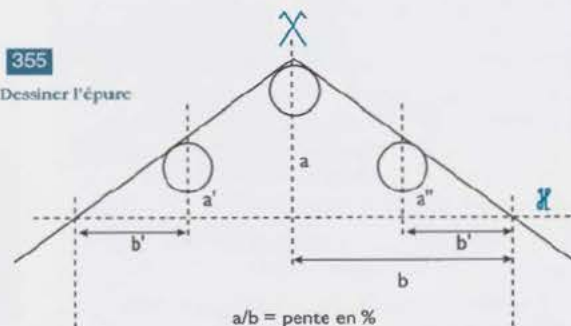
354

La pente du toit



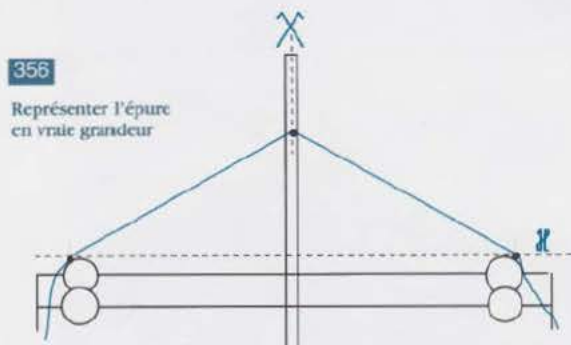
355

Dessiner l'épure



356

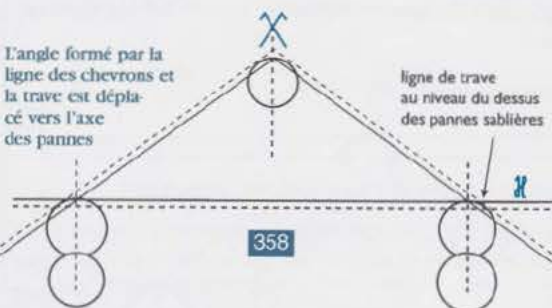
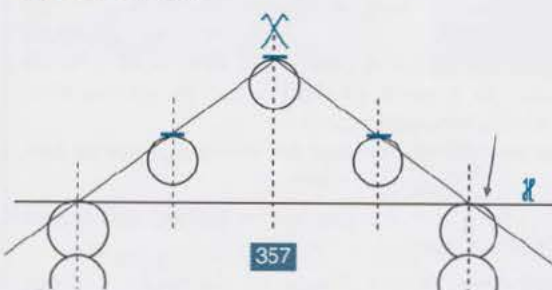
Représenter l'épure en vraie grandeur



b) Deuxième méthode : par le calcul

On choisit comme ligne de trave la ligne située sur le dessus de chaque panne sablière /357-358/. Par rapport à la première méthode, les lignes de l'épure sont légèrement déplacées (sauf la ligne verticale). Les cotes sont obtenues à partir de deux éléments /359/ :

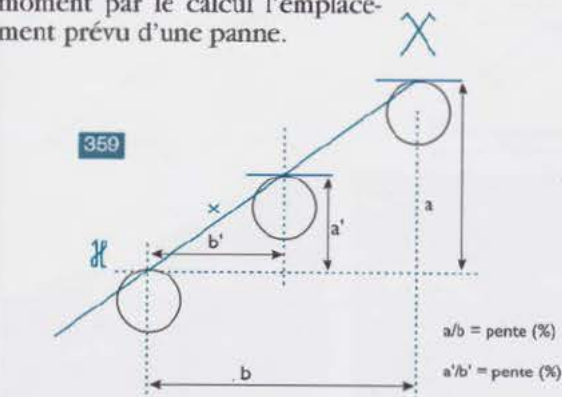
- l'entraxe des deux pannes sablières
- la pente du toit



Chaque panne sera définie par 2 cotes :

- une cote de hauteur a par rapport à la ligne de trave,
- une cote d'écartement b par rapport à l'axe des sablières.

Cette méthode permet de vérifier à tout moment par le calcul l'emplacement prévu d'une panne.



Les cotes seront toujours revérifiées par rapport à l'axe du faîtage



Entre la panne et la ligne de découpe du pignon, on laisse l'épaisseur du chevron

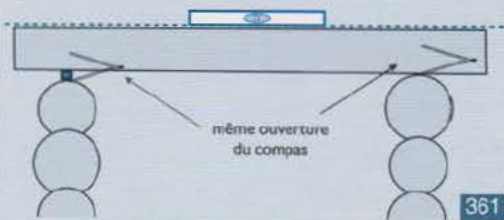


Le traçage des pannes sur les pignons

Attention : la panne doit être en position définitive horizontale avant de tracer (entaille au carré). Cela signifie que l'ouverture du compas doit être la même pour chaque entaille. Si nécessaire caler la panne à une extrémité avant de tracer.

Si l'ouverture du compas n'est pas exactement la même, vous aurez un ajustage imprécis à chaque entaille.

On trace "directement" l'entaille au carré (sans préentaille) : c'est la seule exception à la règle.



Pense-bête

Calculer sans difficulté la cote de hauteur ou d'écartement en fonction de la pente (%)

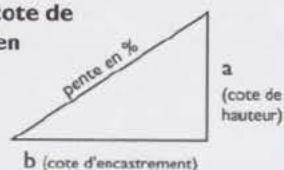
Pour obtenir la cote de hauteur : multiplier la cote d'écartement par la pente (en décimale).

Pour obtenir la cote d'écartement : diviser la cote de hauteur par la pente (en décimale).

Et ne faites pas l'inverse...

$$\text{pente \%} = \text{pente en décimale (55 \% = 0,55)}$$

$$a/b = \text{pente \%}$$



Exemple : soit une charpente pignon d'une pente de 40 % avec deux pannes intermédiaires disposées régulièrement et un entre-axe des sablières de 8 m (1).

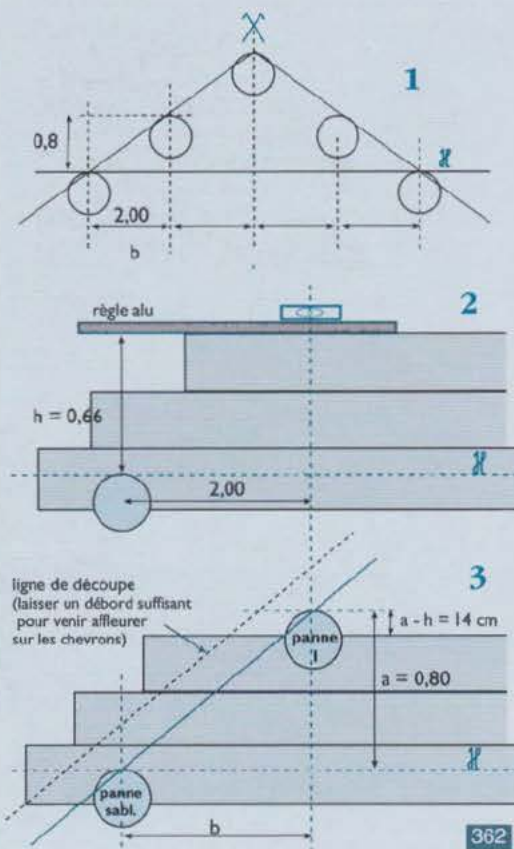
La première panne doit avoir pour cotes :

$$b = 8/4 = 2 \text{ m}$$

$$a = 2 \times 0,4 = 0,8 \text{ m}$$

Sur le mur en construction, mesurons la longueur horizontale 2 m sur la ligne de trave. Avec la règle alu et le niveau, on mesure la hauteur h . On trouve par exemple $h = 0,66 \text{ m}$ (2). La panne doit donc dépasser ce point de :

$$a - h = 0,80 - 0,66 = 0,14 = 14 \text{ cm} \text{ (3)}$$



Le problème de la décroissance des pannes : faut-il en tenir compte ?

En charpente classique, la section d'une panne équerrie est régulière ; en bois brut, on aura toujours une différence de diamètre entre les deux bouts, ce qui peut entraîner de petits écarts dans la méthode par le calcul.

Pour compenser cet écart, on peut :

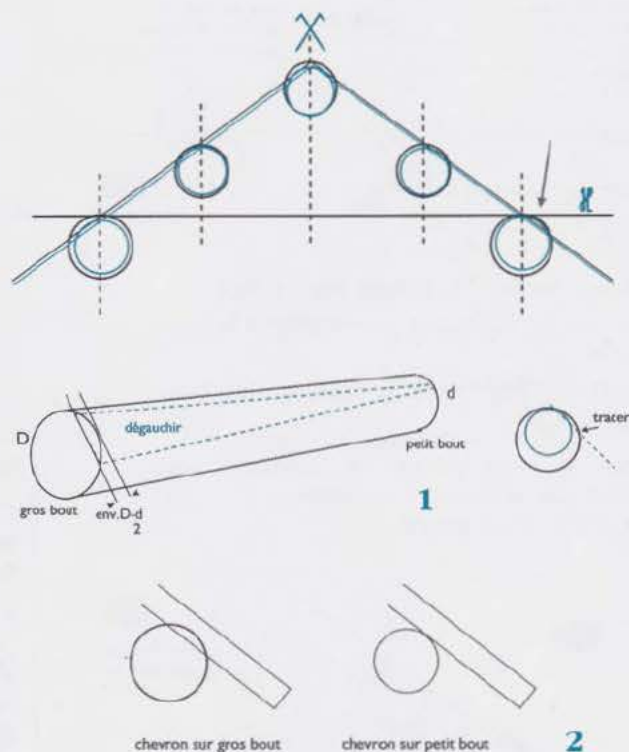
a/ Dégauchir les pannes de façon décroissante, du gros bout vers ce petit bout /364.1/

On reportera sur le gros bout la pente à une distance de la moitié de la décroissance de la panne. Le tracé se fera au cordeau bleu. Découper à la tronçonneuse (cf. p. 116)

Cette opération peut faciliter l'ajustage des chevrons, si elle est faite avec précision.

b/ En tenir compte plus tard, en encastrant les chevrons sur les gros bouts des pannes /364.2/

c / On peut aussi ne pas en tenir compte, si la décroissance est peu élevée : l'œil pourra difficilement percevoir l'écart sur les pignons gros et petit bout.

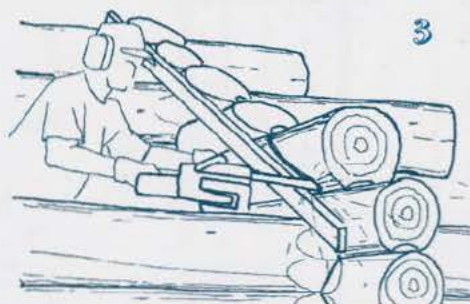


Le pignon peut être recoupé au moment de la préfabrication ou une fois l'ossature remontée.

En général, les pignons viennent affleurer le dessus des chevrons.

- Fixez une planche de la hauteur du chevron le long de la ligne pour vous guider /1/.

- Découper avec une chaîne affûtée à $\pm 90^\circ$, comme pour scier en long /2, 3/.



La recoupe des pignons



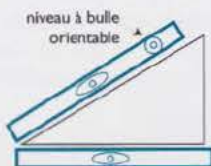
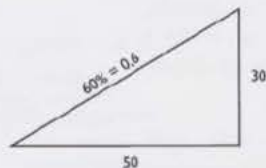
365

Pour reporter la pente : le niveau miracle

On a souvent besoin de reporter la pente, soit en bout d'une panne, soit pour contrôler ou vérifier niveaux et écartements des pannes et poteaux. Pour cela on peut :

- utiliser un gabarit reproduisant cette pente
- utiliser un niveau à bulle orientable ou bien un niveau électronique indiquant la pente précise en % ou $^\circ$: réglez-le à la bonne pente avant de commencer votre charpente.

Il existe un niveau de chantier qui donne une lecture directe de la pente en degrés ou en pourcentage. Il peut même signaler l'horizontale par un bip bip. C'est commode dans bien des cas pour régler une charpente...



366

Niveau à bulle orientable



Niveau électronique Bosch DNM 60 L



367



368

Deux charpentes pignon faites au sol

4. Problèmes et solutions : un exemple

La réalisation d'une charpente-pignon fait souvent peur aux débutants. Mais, si le travail est bien pensé et préparé à l'avance, c'est-à-dire si la charpente est bien conçue et dessinée à l'échelle, elle ne posera pas de difficultés.

1. La conception de la charpente

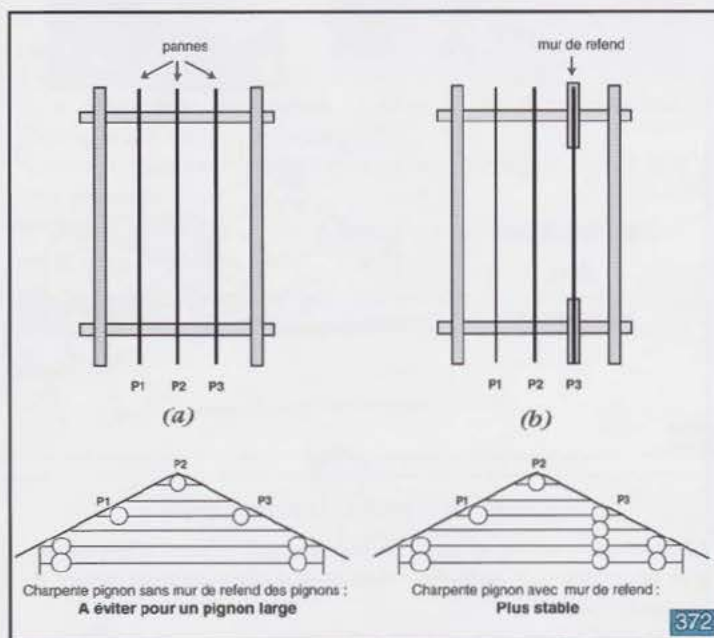
Outre les problèmes de tassement et de coulissage des chevrons qu'elles peuvent poser, on reproche souvent aux charpentes pignons, pour les grandes maisons notamment, d'être peu stables aux poussées latérales du vent : c'est vrai si la charpente est mal conçue, c'est-à-dire si elle n'est pas raidie par des pannes intermédiaires et un ou plusieurs murs de refend.

- En aucun cas, à l'exception d'une petite maison avec pente faible, on ne peut envisager de bâtir une charpente pignon sans pannes intermédiaires /369/. Et plus les pannes seront rapprochées, plus le pignon sera stable.

- Pour une grande maison, on évitera d'avoir une charpente constituée uniquement de pannes et de pignons /372/. Car il est certain qu'une charpente-pignon ne sera vraiment stable que si elle est conçue avec des murs "de refend" qui viennent contreventer l'ensemble et éviter toute déformation. Ces murs seront porteurs de pannes, au moins sur une partie



Charpente-pignon avec murs de refend



Un mur de refend du pignon stabilise la charpente



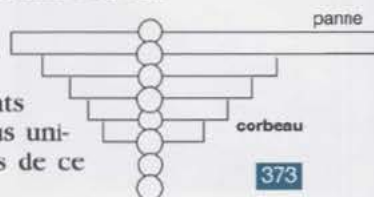
Même sur une petite construction, les pannes intermédiaires sont nécessaires.

du pignon, par exemple jusqu'aux pannes intermédiaires supérieures.

Si aucun mur de refend n'est envisageable, il est possible de placer un corbeau /373/, qui est destiné normalement à réduire la portée d'une panne : il est réalisé par une série de 3 ou 4 rondins placés transversalement en dégradé.

Si un mur de refend est situé sous une panne, on dira que la panne est portée. Dans le cas de toitures asymétriques, on aura souvent des pannes "portées" /374 à 378/. Une panne "portée" devra bien sûr être horizontale, et compte tenu des encastresments de gorge, c'est une fois de plus uniquement par le choix des bois de ce mur que l'on pourra y parvenir.

Réalisation d'un "corbeau" pour supporter une panne intermédiaire



2. De l'utilité de faire une épure de la charpente à l'échelle

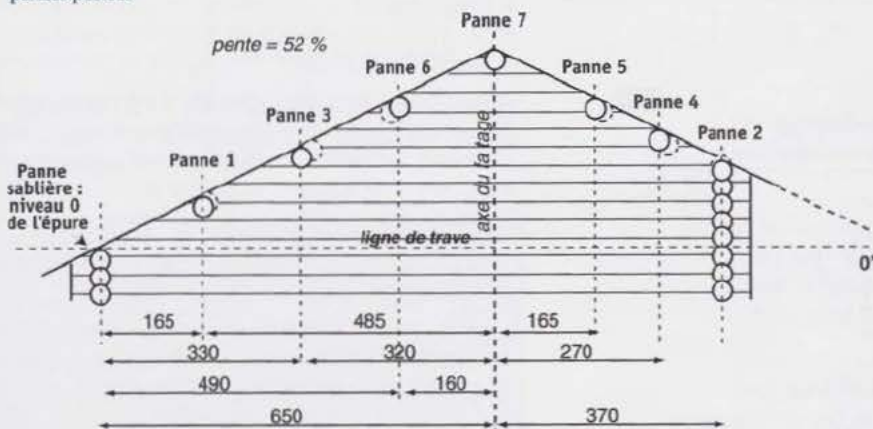
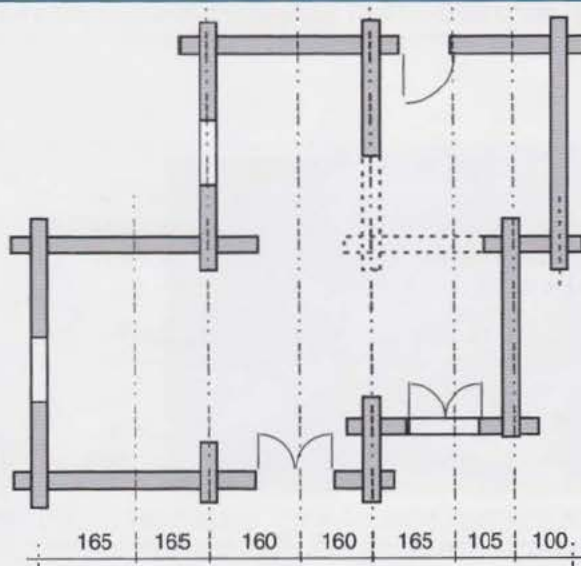
L'exemple ci-dessous est un plan de charpente pignon assez complexe (réalisé avec des bois de diamètre 32 cm moyen) car il comporte des pannes portées et qui n'a pas été dessiné à l'échelle lors de sa conception. Ce plan imposera au fustier de modifier l'emplacement des pannes pour tenir compte du diamètre moyen des bois. Pour la panne portée P2 dont la cote d'écartement ne peut être modifiée, on sera obligé de la dégauchir (ou d'encastrer les chevrons pour parvenir au niveau de l'épure)



374

L'ossature en perspective : pannes intermédiaires et pannes portées

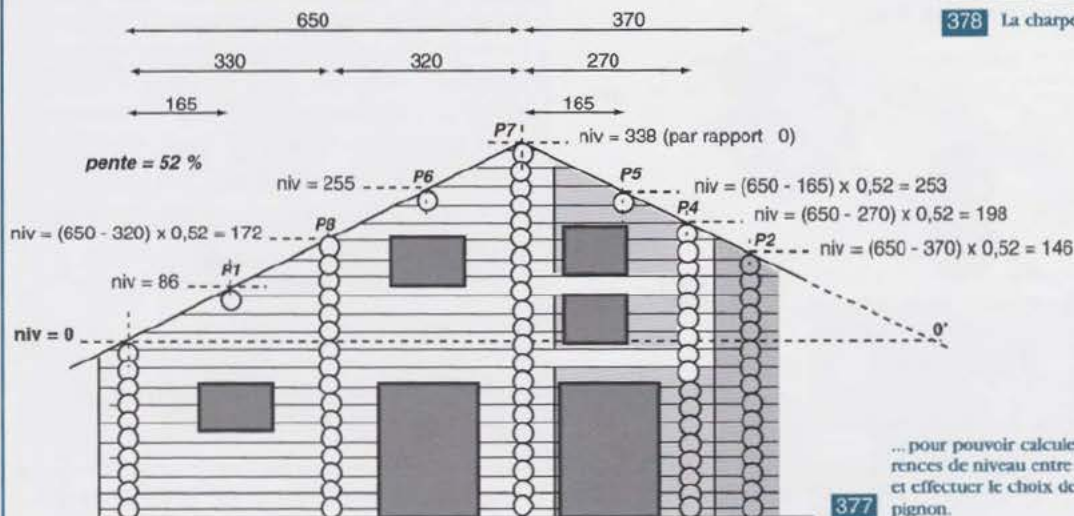
375
Plan de l'ossature avec indication de l'emplacement des murs de refend et pannes.



376 Il faut réaliser le plan de la charpente à l'échelle (ici une charpente à deux pans de toit asymétriques)...



378 La charpente réalisée



... pour pouvoir calculer les différences de niveau entre chaque panne et effectuer le choix des bois du pignon.

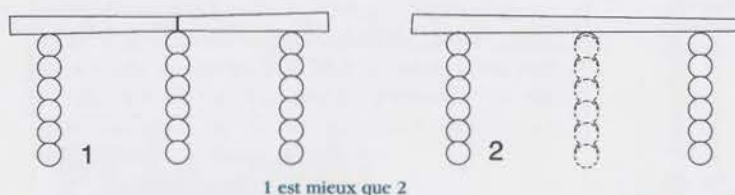
377

3. Abouter les pannes

Il est toujours préférable d'abouter les pannes sur un mur de refend en rondins empilés que d'avoir des pannes de trop grande longueur.

L'aboutage crée une articulation qui facilitera le tassement différentiel des murs extérieurs et du refend.

De plus, il permet d'avoir uniquement des gros bouts en débord de toiture.

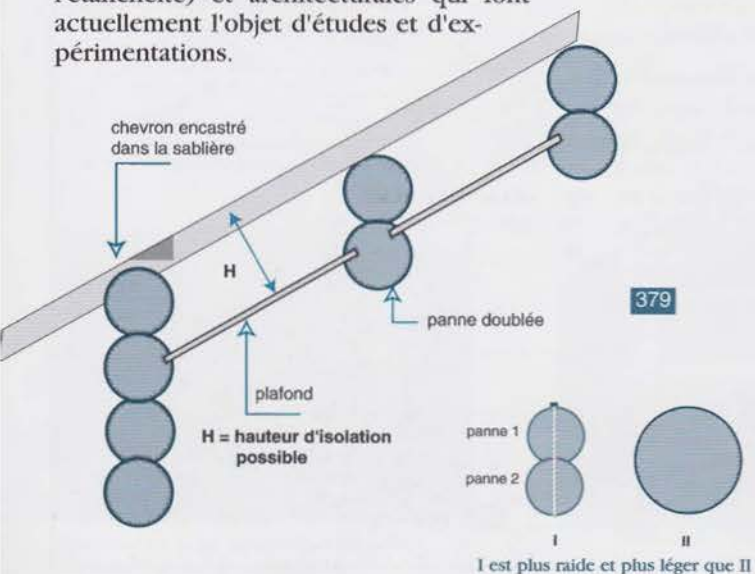


1 est mieux que 2

4. La charpente de la fuste-éco-énergie et les nouvelles exigences de réglementation thermique.

A partir de 2013, sera mise en application la nouvelle réglementation thermique qui rend obligatoire un niveau de consommation énergétique qualifié de "basse consommation" (environ 50 KW/m² et par an).

Les premières enquêtes effectuées à ce jour montrent que la fuste, correctement conçue et construite, est en mesure de répondre à ces exigences moyennant quelques améliorations techniques (renforcement de l'isolation et de l'étanchéité) et architecturales qui font actuellement l'objet d'études et d'expérimentations.



378

L'objectif est d'atteindre ces normes de haut niveau tout en gardant l'esprit naturel des constructions en bois brut, en améliorant encore et toujours la qualité d'isolation et d'étanchéité des fustes et tout en évitant le recours aux ventilations mécaniques imposées par un excès d'étanchéité et qui sont à la fois coûteuses, encombrantes et sources de problèmes sanitaires.

Comme pour les autres bâtiments, la toiture doit être en premier lieu la source d'amélioration thermique des fustes.

Présentons ici deux techniques liées à la réalisation de la charpente et qui permettent d'accroître l'isolation et l'étanchéité de la toiture à faible coût.

1) Doubler les pannes

La réalisation de caissons d'isolation épais est une des solutions économiques ; elle demande de doubler les pannes et présente de nombreux avantages (épaisseur des caissons d'isolation et résistance mécanique).

- Les pannes seront facées et ajustées plat sur plat, gros et petit bout alternés.

La hauteur du caisson sous les chevrons est automatiquement augmentée de la hauteur moyenne d'un rondin, ce qui permet d'obtenir une hauteur d'isolation sous chevron de plus de 30 cm, ce qui est le minimum pour obtenir une toiture haute isolation.

Chaque double-panne supportant les charges de toiture devient une poutre composée de grande hauteur supportant des charges considérables en flexion.

2 rondins de diamètre 20 ajustés plat sur plat (et boulonnés) seront plus raides et plus légers qu'un gros rondin de 40cm.

Par ailleurs le doublage des pannes renforce efficacement le contreventement de la charpente.

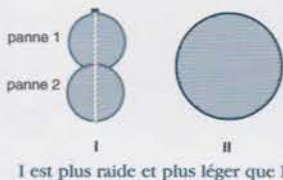
- L'ajustage de la double panne :

Les diamètres seront soigneusement choisis en fonction de l'épure de la charpente.

La panne 1 sera facée avant d'être emboîtée sur les murs (entaille au carré).

La panne 2 pourra être facée avant ou après emboîtement en fonction de la hauteur d'ouverture du compas.

379



- Quelles entailles d'angle pour la panne 2 ?

La panne emboîtée au dessus d'une panne facée ne peut recevoir une entaille au carré.

Une entaille "creuse" classique peut convenir (comme par exemple une tête de béliet ou tête de cheval), mais il est préférable de bloquer la panne par une entaille à épaulement (renard).

2) Encastrer les chevrons dans la sablière

La technique de l'encastrement des chevrons dans la panne sablière (détaillée dans le Carnet de la fuste N° 1 "la pose de chevrons") permet d'améliorer l'étanchéité toiture-sablière qui est un des points faible de beaucoup de fustes, mais aussi de faciliter le coulissage des chevrons, renforcer le contreventement de la charpente et supprimer les cache-moineaux.

L'épure de la charpente doit être modifiée en tenant compte de la pente du toit et de l'épaisseur des chevrons.

Exemple

On veut encastrer dans la sablière des chevrons de 9cm de hauteur.

La pente du toit est de 40%

L'encastrement sera de 9 - 1 cm = 8cm

(1 cm étant le jeu de ventilation de l'isolation entre chevrons)

Pour une pente de 40%, $K = 1,08$

La ligne horizontale de l'épure devra donc être déplacée de 0 vers 0' :

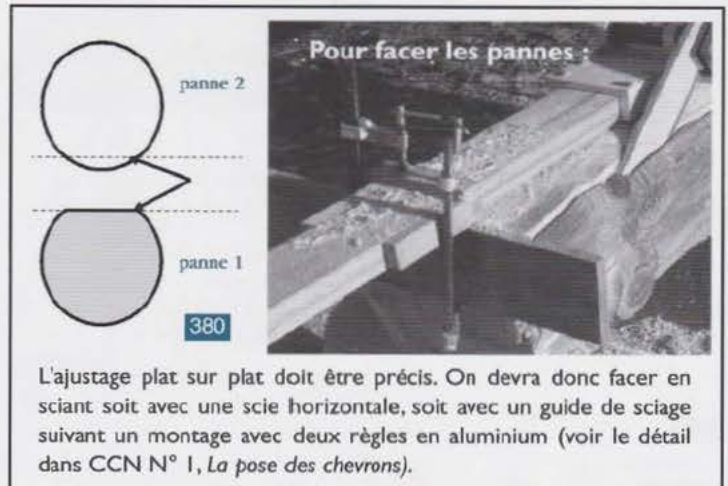
$C = 1,08 \times 8 = 8,6 \text{ cm}$

Après modification de la charpente, les chevrons seront encastrés à la pente prévue :

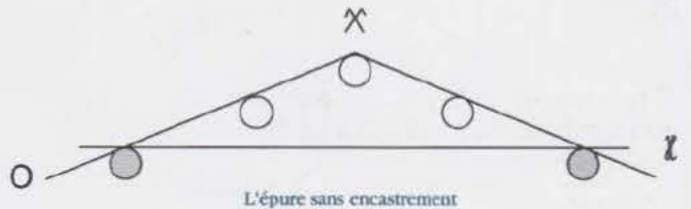
On commencera par poser 2 chevrons de rive qui seront encastrés au niveau prévu, puis on tablettera l'encastrement des autres chevrons en s'aidant d'une règle en alu et du trusquin.



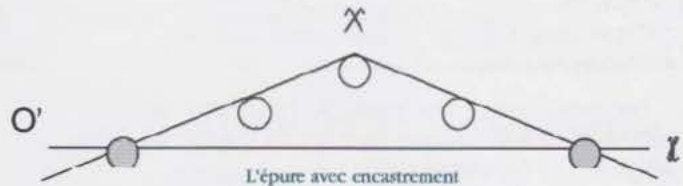
382



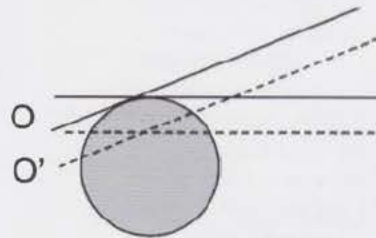
L'ajustage plat sur plat doit être précis. On devra donc facer en sciant soit avec une scie horizontale, soit avec un guide de sciage suivant un montage avec deux règles en aluminium (voir le détail dans CCN N° 1, La pose des chevrons).



L'épure sans encastrement



L'épure avec encastrement



L'épure devra être modifiée : la ligne horizontale est abaissée de O à O' d'une valeur égale à l'épaisseur des chevrons multipliée par le coefficient k qui dépend de la pente de la toiture

381

Chevron encastré dans la sablière : facilite le coulissage et supprime les cache-moineaux.



383

Pente du toit en %	30	40	50	60	70	80
K	1,04	1,08	1,12	1,17	1,22	1,28

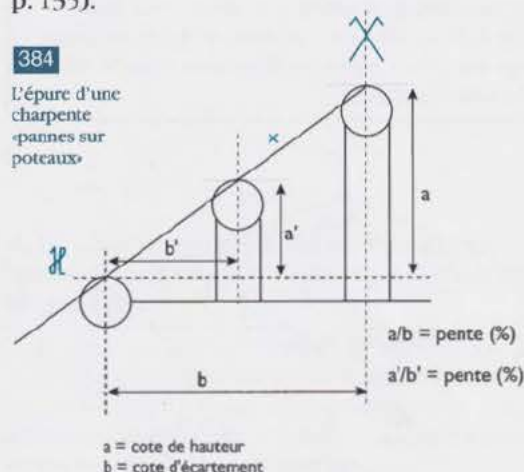
II. LA CHARPENTE «PANNES SUR POTEAUX» AVEC PIGNON EN SYSTÈME OSSATURE-BOIS

Cette méthode sera choisie pour les toits à forte pente. Elle évite tout problème de tassement-retrait (cf.AF1, p. 38-39).

On dessinera l'épure de cette charpente avec la ligne horizontale au niveau du dessus des pannes sablières (niveau 0) /384/ (ci-dessus p. 135).

384

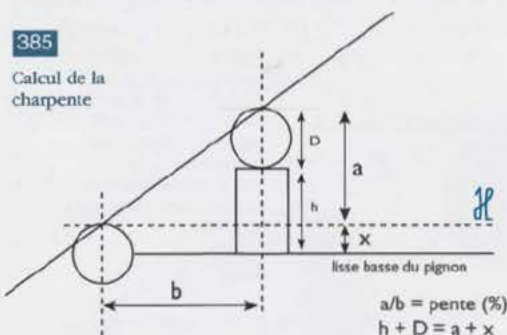
L'épure d'une charpente «pannes sur poteaux»



On peut procéder pour la bâtir par la méthode visuelle. Mais il vaut mieux utiliser la méthode par le calcul /385/.

385

Calcul de la charpente



Une charpente «pannes sur poteaux» vitrée

1. La préparation du travail

1/ **Dégauchir** (rendre horizontale) la lisse basse du pignon. Ce travail facilitera la construction du système ossature-bois.

2/ **Prendre les niveaux** (avec laser ou règle + niveau alu) /387/.

3/ **Mesurer les diamètres des pannes** au niveau de leur emboîtement sur le poteau. Marquer les emplacements des poteaux, les numérotés.

4/ **Reporter sur le plan** les diamètres des pannes, dessinées à l'échelle et mesurer les hauteurs des poteaux encastrées.

5/ **Choisir des poteaux** d'une longueur h + surcote de 20 cm environ (pour le traçage) : les poteaux doivent être choisis de diamètre légèrement inférieur à celui de la panne /388/. Les numérotés. Les équarrir sur deux faces (si la charpente doit être bardée ou vitrée).

6/ **Planter l'axe des poteaux** sur les lisses (avec le décamètre).

387

Prendre les niveaux de la lisse basse et des sablières



La charpente peut être préfabriquée (photo) ou montée directement en place

388



Le \varnothing du poteau doit être légèrement inférieur à celui de la panne



2. Méthode de construction

1/ Tracer les deux lignes horizontales sur la lisse (ou la panne)

1/ Présenter chaque poteau sur son emplacement. Mettre d'aplomb (utilisez des étrépillons réglables) /390.1, 392/.

2/ Tracez (ouverture du compas au choix) /390.2/.

Découpez l'entaille.

On fera de préférence des entailles tenonnées au pied du poteau (le tenon devra être rigoureusement dans l'axe du poteau).

3/ Mesurer la hauteur h du poteau sur le plan /390.3/; ajouter 5 cm pour le traçage; couper le poteau à la longueur $h + 5$.

4/ Poser les poteaux et contreventez les solidement dans deux directions perpendiculaires /390.4/.

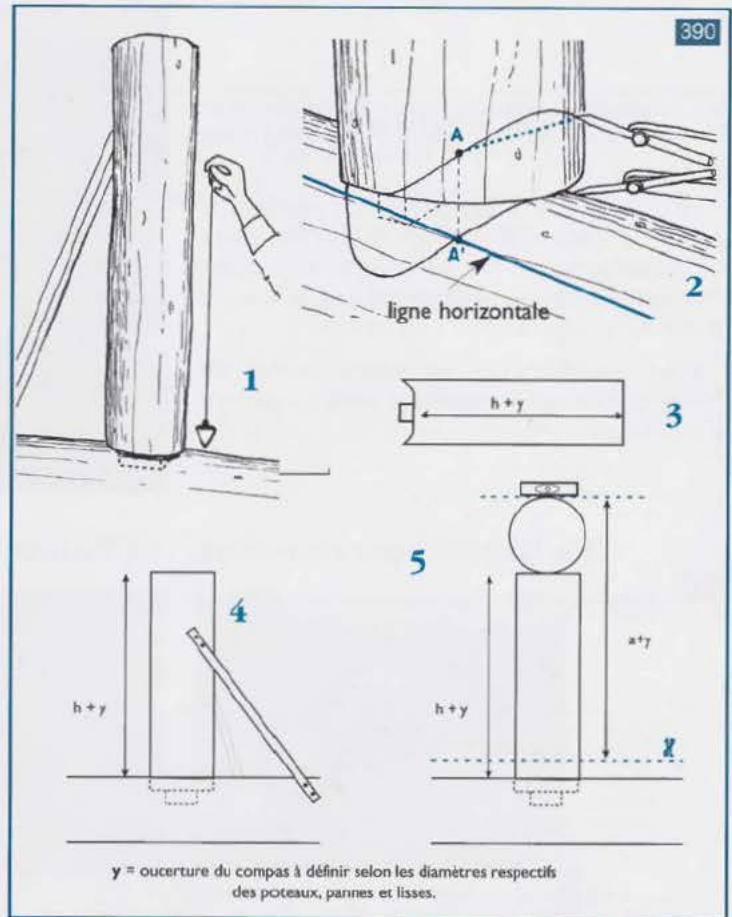
5/ Présentez la panne sur les poteaux /390.5/.

Vérifiez les hauteurs sur l'épure et contrôlez le niveau réel de la panne. Le dessus de la panne doit se trouver à $(a + 5)$ de la ligne de trave.



Etrépillons réglables

Pour faciliter le réglage des poteaux d'aplomb, fixer au milieu de l'étrépillon un ridoir à œil.



y = ouverture du compas à définir selon les diamètres respectifs des poteaux, pannes et lisses.

3. Les entailles des poteaux porteurs

En pied et tête de poteau, les assemblages doivent tenir compte de la différence de résistance mécanique du bois dans le sens axial et dans le sens transversal. Dans le sens axial un bois est environ 4 à 5 fois plus résistant en compression que dans le sens transversal. Plus la surface de contact entre le poteau et la lisse est élevée, plus l'assemblage sera résistant. Il faut donc, bien évidemment, éviter les entailles de type "creuse" ne portant que sur les arêtes, et réaliser un assemblage "plat sur plat", de surface portante maximale.

L'assemblage le plus adapté du poteau porteur sur les lisses hautes et basses est donc une entaille de type "au carré"

On utilisera la méthode simplifiée de l'entaille au carré (DLDT, voir p. 68). De part et d'autre de la lisse, on trace 2 lignes horizontales qui définiront le plan de contact de l'assemblage.

Un double traçage permettra de reporter les 2 lignes horizontales de la lisse ou de la panne

sur le poteau. Comme pour l'entaille au carré classique, on rejoindra ensuite les points obtenus 2 à 2.

Le niveau des 2 lignes tracées permet de définir la surface de contact. Il sera judicieux de définir le niveau des lignes en mesurant, sur une rondelle de même diamètre que la lisse ou la panne, la longueur de l'arc obtenu.

Cette entaille peut être renforcée par un tenon de blocage, notamment pour les pannes sur poteaux.



La liaison poteau-panne

395



Définir et tracer 2 lignes horizontales de part et d'autre de la panne.



Une double ligne est tracée de part et d'autre du poteau.

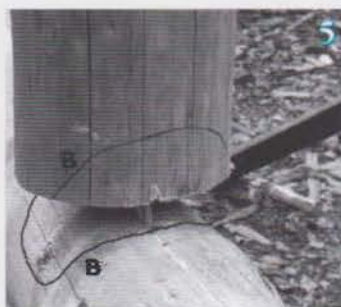
Double traçage
DLDT



La liaison poteau-lisse



Un contreplaqué de 12 mm facilite la mise en place du poteau pour le traçage sur la lisse



Double ligne sur la lisse et double traçage

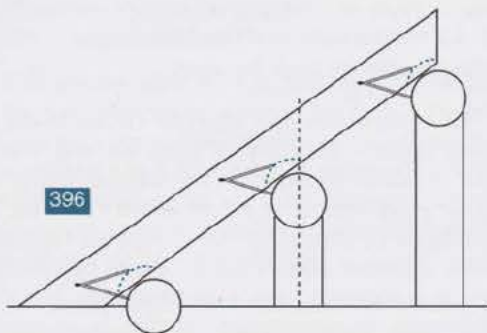


L'emboîtement du poteau «plat sur plat» renforcé par un tenon.

La liaison entre pannes : le faux arbalétrier.

Cette liaison peut être assurée soit par un gros chevron de largeur égale à celle de l'ossature du pignon, soit par un rondin /397, 398/.

Le rôle de ce faux arbalétrier est d'assurer la triangulation du pignon, donc sa stabilité. Les caissons ossature-bois viendront confirmer ce contreventement au remontage /400/.



Tracé des faux arbalétriers en rondin

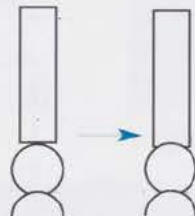


Le faux arbalétrier en rondin devra être rainuré pour l'encastrement de l'ossature des pignons et des planches de plafond.

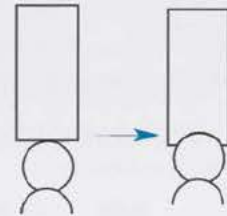


Quelle profondeur pour l'encastrement du poteau ?

La profondeur devra tenir compte des diamètres relatifs du poteau et de la lisse.

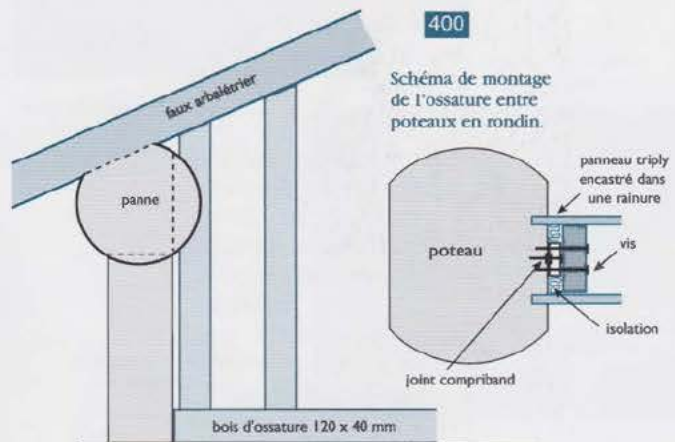


Poteau moins large que la lisse

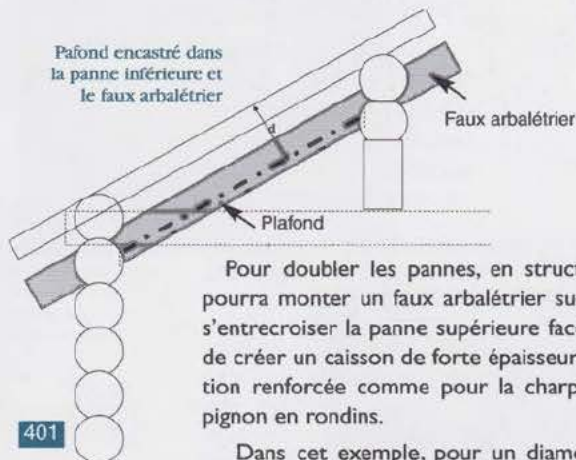


Poteau plus large que la lisse

399



Plafond encastré dans la panne inférieure et le faux arbalétrier



Pour doubler les pannes, en structure poteau, on pourra monter un faux arbalétrier sur lequel viendra s'entrecroiser la panne supérieure facée. Cela permet de créer un caisson de forte épaisseur pour une isolation renforcée comme pour la charpente panne sur pignons.

Dans cet exemple, pour un diamètre moyen des pannes de 30 cm, l'espace d à isoler sera de 40 cm environ.

d dépend de la pente, de l'épaisseur de chevrons et du diamètre des pannes.

III. LA FERME

« La ferme est un assemblage de pièces destinées à porter le faîtage, les pannes et les chevrons d'un comble. »

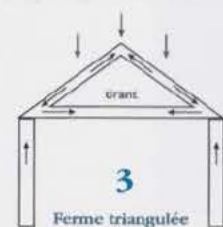
L'architecture a connu une évolution importante avec l'utilisation des fermes. La solidité et la stabilité d'une ferme dépendent de l'assemblage de 3 pièces de bois qui forment un triangle. Ce triangle est une figure géométrique indéformable.



La ferme élémentaire primitive - ferme chevron avec ou sans tirant /402.1, 2/ entraînait une poussée oblique sur les murs (on en retrouve des vestiges dans les maisons en bois en Pologne).



Un pas important fut franchi par le déplacement du tirant (l'entrait), qui vient former avec les deux pièces obliques un triangle porté directement par les murs. Les poussées deviennent alors verticales, et le bâtiment est de ce fait, beaucoup plus stable /402.3/.

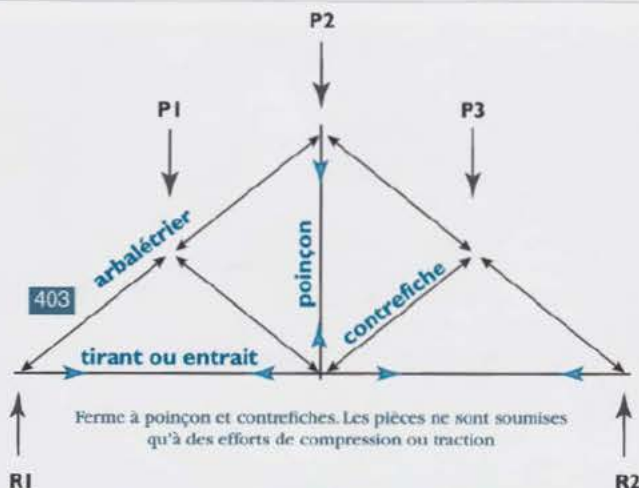


Mais les arbalétriers restent soumis à des efforts de flexion, ce qui oblige à utiliser des sections de bois relativement importantes.

L'évolution décisive vint de l'utilisation du poinçon et des contrefiches, qui viennent soulager les arbalétriers.

La ferme à poinçon et contrefiches est alors bien triangulée et ses pièces ne sont plus soumises qu'à des efforts de compression ou traction dans le sens du fil du bois ; il devient possible de diminuer les sections de bois utilisées.

On attribue aux Romains le plus ancien vestige de ferme trouvé au Panthéon, datant du II^e siècle après J.-C.



1. La construction d'une ferme de charpente en bois équarri

Le charpentier qui dispose de sections de bois équarri commence toujours son travail par le dessin (échelle 1/10^e). L'épure tracée en vraie grandeur sur le sol lui servira de base de travail /404/. L'épure d'une charpente traditionnelle équarrie comprend les lignes essentielles et les sections exactes obtenues par les méthodes de rabattement de plan de géométrie descriptive (voir *Notes de lecture*, p. 165-166).

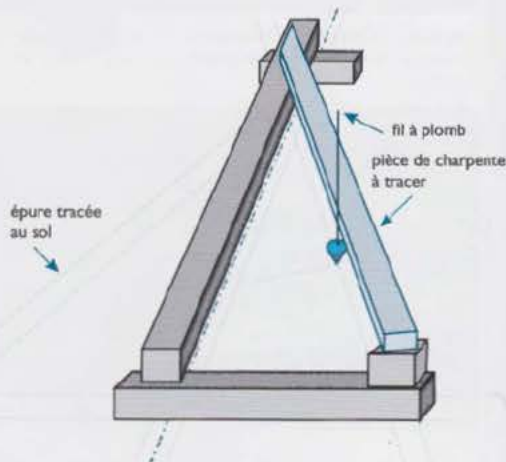
Le charpentier commencera par **ligner ses bois** ; c'est-à-dire qu'il tracera une ligne de référence sur une face de référence mise d'aplomb.

Les bois lignés sont ensuite superposés à l'aplomb des lignes d'épure, en position, avant traçage des assemblages par report vertical.

Il se servira pour cela d'un fil à plomb et d'un compas pour reporter les dimensions.

404

Le traçage de la charpente à partir de l'épure en charpente traditionnelle



2. La charpente en bois brut : le principe de fabrication d'une ferme

La réalisation d'une ferme, qu'elle soit en bois équarri ou en bois rond, commence par une étude de résistance mécanique. Il convient de définir : la charge qui s'exerce sur une bande de chargement de 1 ml linéaire de toiture et la longueur de panne supportée par chaque ferme. On reportera alors les charges verticales s'exerçant à chaque « nœud » de la ferme.

Plusieurs méthodes permettent alors de calculer les efforts subis par les barres.

Ces calculs sont indispensables pour mener à bien le dimensionnement des bois à choisir et surtout pour concevoir correctement les assemblages qui devront supporter des efforts de compression et de cisaillement, notamment dans le pied d'arbalétrier qui supportera les efforts les plus importants.

La technique d'assemblage se fera par « embrèvement avec tenon inversé », à l'exception de la liaison poinçon-entrait (tenon simple)

a) Le choix des bois

À la différence de la charpente équarrie, les pièces de bois utilisées sont coniques et les pièces conserveront leur forme ronde au niveau des assemblages. Le choix du bois devra donc être très méticuleux pour marier des diamètres légèrement différents. Bien entendu on n'utilisera que des bois de haute qualité, sains et le plus secs possible (inférieur à 20 % d'humidité).

L'entrait sera choisi le plus cylindrique possible ; il pourra être bombé.

Le poinçon devra avoir un diamètre au pied, très légèrement supérieur au diamètre milieu de l'entrait.

Dans la charpente en bois brut :

- On n'utilisera que des assemblages résistants
- On évitera d'équarrir les bouts
- On évitera les pièces métalliques visibles
- On évitera les fermes moisées (trop lourdes)



Ferme à poinçon et contrefiches. Les pièces ne sont soumises qu'à des efforts de compression ou traction. Entre le poinçon et l'entrait, un jeu de quelques cm



L'aire de traçage : plusieurs caissons à ossature-bois de 2,50 m x 1,25 m qui seront calés et assemblés.



Chaque pièce est présentée sur l'aire de traçage avant épure définitive.



On trace entrait et poinçon assemblés.



Traçage des embrèvements avec la guillotine et le trusquin.

Les pièces suivantes, arbalétriers et contre-fiches, devront être choisies de façon à ce que leur diamètre au niveau de l'assemblage soit les $7/8$ à $8/10^e$ de la pièce sur laquelle elle vient s'embrancher, en fonction du "pas" (profondeur) de l'embranchement.

b) Les différentes étapes

Comme la ferme est posée sur une fuste, on commencera par choisir et pré-assembler l'entrait avec entaille au carré de façon à ne pas affaiblir cette pièce. La longueur du débord de l'entrait (le talon) conditionne la résistance au cisaillement longitudinal de l'embranchement de l'arbalétrier sur l'entrait.

Le poinçon pourra également être choisi puis tracé et pré-assemblé sur l'entrait en place. Avant montage de la ferme on donnera un jeu de 2 à 3 cm à l'assemblage poinçon-entrait, pour éviter que le poinçon ne mette l'entrait en flexion.

• Ligner chaque bois

Avec des bois mal conformés, il convient alors de centrer le lignage au moyen du pied à coulisse, placé au niveau des embrèvements. Si un bois est mal ligné, les embrèvements pourront être légèrement déboîtés.

• L'épure et la présentation des bois

L'épure principale d'une ferme triangulée est un triangle dont la base est appelée base horizontale, et les 2 autres cotés sont les lignes obliques qui représentent le dessous des chevrons. Sous ces deux lignes obliques, on commencera par tracer à l'échelle les diamètres des pannes qui viennent donc les affleurer tangentiellement.

• Pour poursuivre l'épure et tracer les embrèvements, on doit maintenant présenter chaque pièce de la charpente et reporter sa forme au niveau de l'assemblage.

Chaque pièce sera positionnée couchée (lignée latérale) sur des supports permettant un réglage facile en hauteur et latéralement - on peut se servir de crics posés sur roulettes ou de glissières en bois - de façon à ce que chaque ligne de chaque côté du rondin soit à la même distance de l'aire de traçage et on reportera sa forme sur l'épure en utilisant une équerre ou un fil à plomb.



Les ajustages d'embranchement demandent beaucoup de précision.



Embranchement en about en tête de poinçon (pente forte)



Le choix des bois devra être méticuleux.

L'entrait et le poinçon seront présentés assemblés dans leur position définitive, en respectant les cotes de niveau de l'entrait par rapport à la ligne horizontale

Après traçage des formes de chaque pièce sur l'épure, il est possible de dessiner les embrèvements en respectant les règles traditionnelles de charpente.



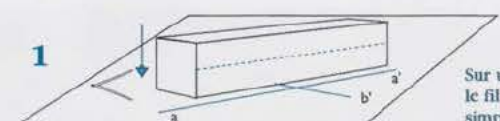
Embranchement en gorge (pente faible)

La méthode des plans fictifs : la technique de la « guillotine »

Soit l'épure de deux droites situées dans le plan horizontal, que l'on souhaite reporter verticalement sur une pièce de bois de section ronde. A partir de chaque ligne d'épure, on crée un plan vertical « creux », qui va servir de guide de traçage /414.2/. Ce plan fictif pourra être un gabarit en contreplaqué ou métallique.

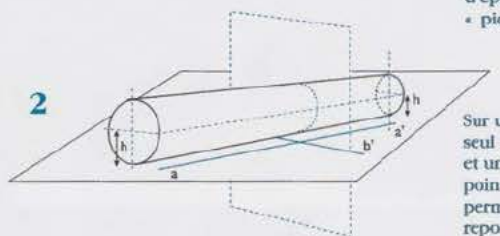
Si l'on fait glisser une règle sur les côtés de chaque plan, on reporte le tracé de l'épure. Le tracé se fait donc point par point avec une règle. Pour apporter de la précision, on tracera au moyen d'une scie à guichet à denture fixe.

On obtient ainsi un report précis des lignes d'épure sur une pièce de section ronde. Cette méthode, proposée par Ed.Shure, permet des assemblages par embrèvements « plat sur plat ».

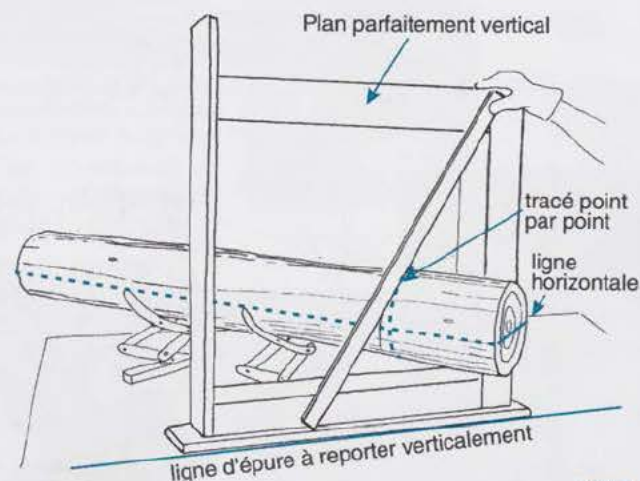
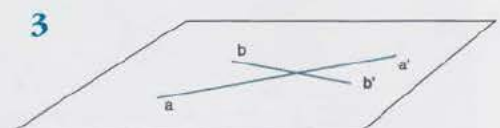


414

Sur un bois équarri, le fil à plomb et un simple compas pour reporter les lignes d'épure (c'est le « piquage » des bois)



Sur un bois rond, seul un plan fictif et un traçage point par point permettent de reporter l'épure



415

La « guillotine » pour reporter le tracé d'une épure sur un bois rond.



Le traçage final est effectué en utilisant la méthode du plan fictif (guillotine). Le trusquin permet de faire un tracé précis.

Avant de découper les embrèvements, on reportera les tenons et mortaises prévus. La découpe des embrèvements à tenon inversé demande une extrême précision pour obtenir un contact plat sur plat assurant le report correct des efforts. La longueur des tenons et mortaises sera définie en fonction des efforts de compression et cisaillement à chaque embrèvement.



L'assemblage de la ferme



La fuste est maintenant debout, la faîtière est posée. Mais avant de démonter les bois, il reste encore beaucoup à faire : tout un travail un peu fastidieux de nettoyage, ponçage, perçage, marquage..., dernière étape pour donner une belle finition à la fuste et pour lui assurer ensuite un parfait remontage sur son site et dans son cadre définitif.

CHAPITRE VI

Finitions et remontage

Quand vous aurez réalisé toutes les opérations décrites dans ce dernier chapitre, votre fuste sera « hors-d'eau - hors-d'air » : l'essentiel sera fait. Vous pourrez ensuite l'aménager tout à loisir, à l'abri, et bientôt l'habiter...



1. LES DIFFÉRENTES ETAPES DES FINITIONS

1. Finir les feuillures et linteaux

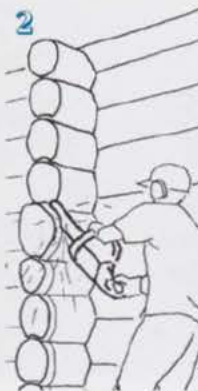
On terminera les découpes des feuillures d'encastrement des menuiseries, les rainures de coulissage : on tracera les contours de l'espace de tassement sur le linteau (que l'on découpera au sol, au démontage).



Feuillure d'encastrement, linteau et seuil (ou tablette) d'une porte et d'une fenêtre

2. Découper les bouts débordants, arches, arrondis...

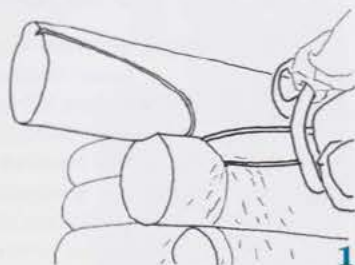
On recoupera les bouts débordants si ce travail n'a pas été fait en cours de préfabrication, ainsi que les arches... /421, 422/



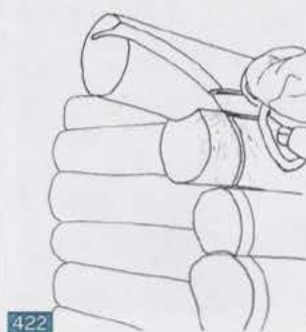
La découpe des débords 421



- Tracer,
- Faire une première incision /1/.
- Découper une langue de bois pour faciliter le passage du guide /2/.
- Scier en suivant le trait /3, 4, 5/.



La découpe des arches



3. Laver les bois

Le lavage des bois à l'eau sous pression (sans utiliser aucun adjuvant chimique) donne d'excellents résultats, à condition d'utiliser une pression suffisante (150 bars) et d'opérer avec une buse rotative. Le jet d'eau tourne sous l'effet de la pression et nettoie les bois avec efficacité /423, 424/.



Le nettoyage à l'eau sous pression au « Kärcher »



Ce lavage rafraîchira la couleur du cambium, enlèvera les traces de liber, apportera une patine discrète. Une pression trop élevée ou un jet d'eau pointu peuvent abîmer le bois. On évitera le sablage trop agressif pour l'aubier.

4. Poncer



Le ponçage des arches

Il ne s'agit pas de poncer tous les bois et de les rendre blancs (il faut conserver le cambium et la patine naturelle du bois) mais d'apporter une touche de finition discrète et élégante.

Utilisez votre ponceuse avec discernement. On peut poncer :

- les bouts intérieurs de la maison, les arches,
- les nœuds (plutôt que de les trancher à la

tronçonneuse, poncez-les pour les rendre doux au toucher),

- les blessures occasionnées par le débardage ou le transport.

5. Numéroté et marquer

Numérotez et marquez les bois par temps sec.

On utilisera des stylos feutres indélébiles pour marquer la trace des têtes sur les gueules /426/. Faites un maximum de repères pour faciliter le remontage des bois, en particulier pour les rondins sans tête (entre portes et fenêtres). Vérifiez le marquage des axes en bout des bois /428/.



426 Marquer la trace des têtes



427 Numérotage des bois avec tube marqueur à peinture



428 Et bien marquer les axes

Pour numéroté, on peut utiliser des étiquettes en carton, contreplaqué fin, ou plus simplement écrire en bout sur les bois avec un tube marqueur à peinture /427/. C'est indélébile et cela tient plusieurs mois. Il faudra même poncer pour effacer les numéros (sur le mode de numérotation, voir AF 2 et ci-dessus p. 39).

On marquera aussi les emplacements précis des interrupteurs et prises électriques, et la trace des percages verticaux à effectuer.

6. Traiter

Le traitement insecticide et fongicide des fûts ne peut se faire que sur des bois dont l'humidité est proche de 20 %. Si vos bois sont frais de coupe, vous ferez le traitement ultérieurement après remontage.

Si vos bois sont suffisamment secs, le traite-

Quelles ponceuses utiliser ?



La ponceuse la plus pratique et la plus efficace pour le fustier, est la petite meuleuse d'angle électrique (diamètre 125 mm, puissance 750 watts minimum) équipée d'un plateau caoutchouc de ponçage /430/.

On utilisera des disques à poncer de grain 36 pour le... métal. Ils sont plus solides et efficaces que les disques pour le bois. En travaillant lentement ces disques ne laissent pas de traces.

Pour poncer de grandes surfaces, utiliser une meuleuse de gros calibre (diamètre 225 mm) /429/.



Meuleuse 225 mm



Ponceuse-meuleuse 125 mm

Attention ! protégez vos yeux, et portez un masque à poussières.

Rappel

Le traitement de rondins ne peut se faire que sur des bois dont le taux d'humidité extérieure est proche de 20 %.

ment peut se faire avant démontage, si l'on dispose de quelques jours de beau temps. Sinon on fera ce travail après remontage.

La technique de traitement utilisée est l'aspersion ; elle consiste à faire couler un produit sur les bois. Il ne s'agit pas d'une pulvérisation. Utilisez une pompe à débit lent et régulier (env. 2 litres par minute). Si l'on ne dispose pas de pompe, on peut se servir de la gravité (placer le bidon au-dessus de la maison et laisser couler lentement).

7. Démonté

Au cours du démontage s'effectuent les percages électriques, certaines découpes de finition et le rangement des bois.

a) Le rangement des rondins

Les bois seront rangés par catégorie de longueur et par numéros, de manière à charger le camion de façon rationnelle (pensez à la méthode de déchargement, pour éviter que le premier bois dont vous aurez besoin ne soit sous la pile !).

Le travail de transport et remontage sera facilité si l'on élingue les bois (2 élingues pour chaque bois long, et une ou deux élingues pour chaque paquet de bois courts (3 à 5 pièces maximum) /431,432/. Les élingues peuvent être faites dans du cordage en polypropylène en faisant une boucle à chaque extrémité..



b) Les découpes

Faire les découpe des lin-teaux, des rainures pour pla-fonds (au-dessus des solives et sur les pannes), pour palines de balcon... /433/.



Les rainures des pannes, pignons et solives pour encastrer les plafonds sont découpées au démontage

c) Le perçage électrique

Au fur et à mesure du démontage, on fera au sol tous les perçages et découpes voulus.



Pour les réservations de prises et interrupteurs, on utilisera une scie cloche et un ciseau. Pour les perçages de passage de gaine, une mèche à bois longue (40 ou 50 cm) de diamètre 30 mm /434/. Le trou de perçage doit être largement surdimensionné par rapport au diamètre de la gaine (20 mm environ) pour faciliter sa mise en place. Si le perçage débouche en biais dans la gorge, dégagez le trou au ciseau ou à la tronçonneuse /435/.

435
Réservations pour prises découpées à la scie cloche et finies au ciseau



8. Niveaux et diagonales du 1er tour

Avant de démonter le premier tour, repérez les niveaux sur le dessus de chaque rondin, tous les 3 ou 4 mètres (utilisez un laser ou une lunette de chantier).



Prenez les diagonales à partir de 2, voire même de 3 ou 4 points, situés sur le même demi-rondin (en principe c'est le rondin A, le premier que vous poserez sur la dalle).

436
Au dernier tour du démontage, prendre scrupuleusement les niveaux et les diagonales

9. Enduire de goudron

C'est le moment d'enduire de goudron (*flinkote*) la face inférieure des fûts du premier tour. Laissez-le sécher avant de charger le camion.

10. Elinguer et charger un camion

Le chargement du camion doit être méthodique. Charger les bois dans un ordre logique : les bois longs à l'extérieur, au contact des rangers, les bois courts rangés à l'intérieur du camion pour éviter toute perte. Les bois écorcés sont très glissants ; vérifiez bien le chargement ; sanglez-le tous les mètres.

Le camion est chargé



II. REMONTAGE DE LA FUSTE ET DE LA CHARPENTE

1. Remontage des bois de la fuste

a) Implantation sur la dalle

Avant de poser le premier bois, implantez les axes des murs sur la dalle. Comme pour une préfabrication, tracez les axes au cordex bleu. Cela permettra de déceler une erreur éventuelle d'équerrage de la dalle et d'y remédier. Vérifier aussi les niveaux de la dalle sur les lignes d'axes.



Remontage des premiers tours : en zone de montagne, il n'y a pas toujours beaucoup de place pour ranger les bois.

b) Calage et diagonales

Posez le premier bois (en principe, il s'appelle A) sur l'axe tracé et fixez deux ou plusieurs décamètres aux points marqués sur les bois au démontage. Poser les bois en vérifiant les diagonales (mesures marquées sur les bois).

c) Ancrage sur les fondations

La nouvelle réglementation parasismique en France impose des mesures parasismiques à toutes les constructions neuves à partir de Mai 2011 et étend cette obligation à 58% des communes française classées en zone d'alea II (faible), III (modérée), et moyenne (IV).

Les études et tests réalisés montrent la nécessité de prévoir un ancrage efficace pour les fustes, de façon à éviter les glissements et soulèvements possibles, en particulier dans les zones III et IV du plan séisme (Différentes méthode d'ancrage sont décrites dans le CCN N°5 ainsi que des solutions pour renforcer le chaînage des rondins, et le contreventement de la structure)

d) Isolant entre les bois

Différents matériaux sont utilisés, depuis la laine de verre, laine de roche, laine de mouton traitée ou brute, filasse de lin, chanvre, fibre de bois et même mousse des bois.



Garnir d'isolant la gorge et la gueule (mais pas la goulotte)

e) Joints de gorge et gueule

Des joints destinés à renforcer l'étanchéité des murs peuvent être mis en place lors du remontage. Certains exigent un profil de gorge adapté qui devra être réalisé lors de la préfabrication



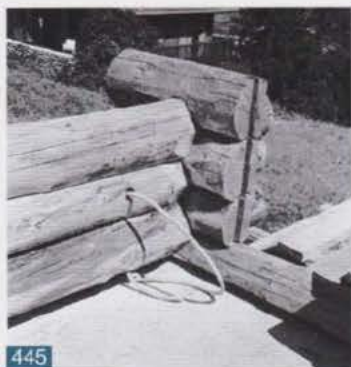
Le fût entaillé, rempli d'isolant, est prêt à être posé



Joint P. Gasket agrafé (doc. Logworks.ca, voir Carnet d'adresses)



Remontage de l'ossature : on approche des linteaux, le moment critique



Les gaines électriques sont passées dans les cavités percées dans chaque bois au démontage

445

f) L'électricité

Passer les gaines dans les bois au fur et à mesure de la pose des bois, en vérifiant bien que la gaine est libre. Elle doit facilement glisser /444/.

g) Les difficultés

La principale difficulté peut apparaître aux linteaux /446/, si une légère erreur de calage ou d'équerrage a été commise, ou si l'aplomb d'un mur n'a pas été contrôlé au remontage, sur des pièces courtes en particulier. Sanglez les bois /447/.



446

Un bon coup de masse pour mettre le linteau à sa place précise...



447

...c'est là que pourraient apparaître les décalages dus à des erreurs de calage ou d'équerrage. Sangler les bois.



448

La faitière va être mise en place, tandis que le plafond est posé en partie basse du toit.



449

On fixe solidement les sablières

2. La charpente

Avant de commencer la charpente, ancrez solidement les pannes sablières /449/ (on peut

utiliser des pointes de 300 mm cannelées.

Toutes les pièces de charpentes (pignons, poteaux, pannes, doivent être solidement contreventées (utiliser des chevrons de section 40 x 100). Ces contrevents ne seront démontés qu'à l'achèvement du toit et de toutes les cloisons qui participent au contreventement.



450

La charpente est finie : le fustier a posé le bouquet et le propriétaire a accroché le jambon pour les travailleurs !



451

III. LE TOIT

Il ne s'agit pas ici de rentrer dans le détail de la pose d'un toit, mais d'exposer les différentes étapes spécifiques à la toiture d'une fuste. Pour plus de détails, on peut se reporter au *Carnet de la Combe Noire* n°1 : "La pose des chevrons".

1. L'ordre des tâches

On posera successivement : le plafond à encaster dans les rainures des pannes, les chevrons, les cache-moineaux, l'isolation, la volige, l'étanchéité..., puis la couverture proprement dite avec son support (litesaux, lattes...) /455/.

2. L'exécution

1/ Les chevrons

Leur section doit être déterminée par le calcul en fonction des charges et portées (voir *Notes de lecture* p. 165-166). C'est souvent le porte-à-faux des débords qui conditionnera la section à utiliser.

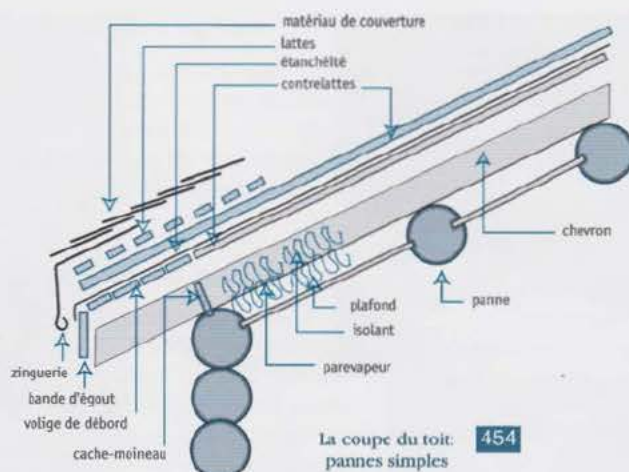
Si les chevrons restent apparents, il est important de tenir compte de l'aspect qu'ils offriront ; des chevrons de 6 x 12 cm ou de 6 x 15 cm pourront paraître petits par rapport à la dimension des fûts, même si leur section est suffisante. N'hésitez pas à poser des chevrons larges (8 x 12, 10 x 12, voire même 10 x 14).

b) Les cache-moineaux

Posés entre chevrons, ils doivent assurer la ventilation de l'isolant de toiture uniquement /454, 455/. On pourra éviter les cache-moineaux si les chevrons sont encastés dans la sablière.

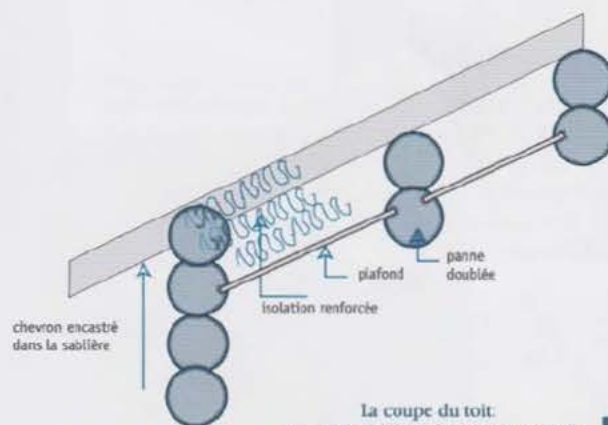
c) L'isolation

L'isolation la plus écono-



La coupe du toit : pannes simples

454



La coupe du toit : pannes doubles et chevrons encastés pour une isolation renforcée

455



452



En débord, les chevrons resteront visibles (voir photo 457)

453

mique consiste à réaliser un caisson qui sera rempli de laine minérale, de chanvre ou de cellulose insufflée entre panne et entre chevrons. Doubler les pannes permet d'améliorer l'isolation de la toiture et de dépasser les 30 cm d'isolant.

Les chevrons encastés dans la sablière faciliteront la pose de produits d'étanchéité à la jonction chevrons-sablière, et le coulissage des chevrons tout en évitant les cache-moineaux.

Il est également possible d'isoler par-dessus les chevrons ou d'avoir recours à des pan-

neaux sandwichs préfabriqués, mais ces solutions sont très coûteuses.

d) Le voligeage

e) L'étanchéité primaire

f) La couverture et son support (panneaux, lattes, liteaux...).



Cloueur et agrafeur pneumatiques : un investissement utile pour les professionnels



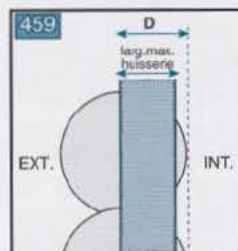
La scie sauteuse : un petit outil utile à tout moment, et qui servira aussi aux découpes décoratives des couvre-joints, palines, planches de rive...



IV. LA POSE DES MENUISERIES

On peut adapter tous types de menuiseries ; les seules différences pourront provenir des cotes parfois variables, du mode de montage des appuis de fenêtre, de la largeur des montants.

1. Le montage des cadres-huisseries



La largeur de l' huisserie

La largeur du cadre dépend du diamètre des rondins /459, 460/. En général on prendra une largeur égale à la moitié du diamètre moyen des bois diminuée de 1 à 2 cm (pour des rondins de 25 cm, un cadre de 11 cm de

large, pour des rondins de 30 cm, un cadre de 13 cm de large). Un cadre étroit permettra de mieux encastrier les couvre-joints.

2. Préparation du montage

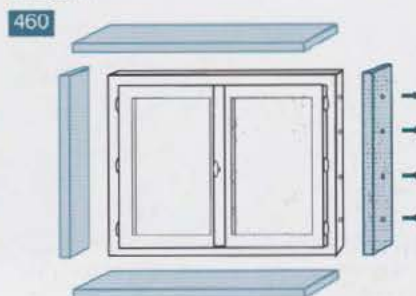
Rectifier le tableau (appui et côtés) en utilisant la disqueuse.

Fixer les coulissex de tassement dans les rainures /297, p. 112/, rejoiner (à la mousse polyuréthane) les bouts des gorges ; laisser sécher, poncer le tableau à la disqueuse.

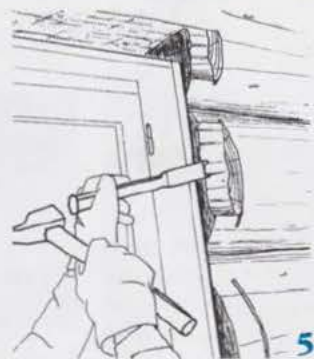
3. Le montage (étanchéité, pose, fixation...)

Poser le joint de type *compriband* (joint mousse compressible). Poser la fenêtre, caler /461/, vérifier les aplombs. Fixer (collage et vissage). Les menuiseries seront rendues solidaires des coulissex par vissage (vis traversant le cadre, l' huisserie, et fixées aux coulissex).

Le montage des huisseries



1. Tracer l'encastrement du couvre-joint
2. Inciser
3. 4. Découper
5. Faire sauter le bois au ciseau
6. Finir à la tronçonneuse
7. Clouer avec pointes tête-homme



La pose des couvre-joints

462

4. Les couvre-joints

Tracer en utilisant une équerre appuyée sur l'intérieur du cadre.

Découper l'encastrement des couvre-joints avec la tronçonneuse (trancher le fil du bois auparavant avec une égoïne) et finir au ciseau à bois. Clouer avec des pointes tête homme.

Et pour le reste de l'aménagement...

(escaliers, cloisons légères...)

une seule règle : on peut tout faire
à condition de laisser le libre jeu des bois
et de respecter les règles
du tassement

5. Les poteaux linçoirs : pour accoler deux menuiseries



Le poteau-linçoir est très fréquent dans l'architecture traditionnelle, aussi bien dans les constructions préceltiques que scandinaves ou germaniques. Il vient rigidifier le montage des menuiseries, tout en rappelant les poteaux d'encadrement ou bien les poteaux de terrasses /473, p. 163/.

Il rompt la monotonie des rondins horizontaux, et permet de remplacer des fenêtres "plus larges que hautes", mal admises parfois dans les permis de construire, par des fenêtres verticales accolées deux à deux /473, 24/ p. 163. Il permet aussi d'éviter un empilement de rondins courts peu stables entre deux menuiseries très rapprochées (deux fenêtres ou fenêtre et porte : cf. AF3, ill. 70 p. 36). Ce poteau peut également servir de point d'appui à une cloison légère intérieure (entre salle d'eau et WC par exemple, chaque pièce ayant ainsi sa fenêtre).

Dans une fuste, le linçoir, élément rigide, doit laisser coulisser librement les rondins. Il n'est pas porteur, du moins avant tassement.

La technique de découpe et de montage, que nous avons mise au point en 1989, s'est avérée efficace pour le tassement et d'une réalisation simple. Elle est d'une parfaite étanchéité et ne demande pour sa réalisation qu'un peu de méthode. Elle s'applique uniquement au montage des menuiseries "en feuillure".

Le poteau-linçoir :
comme une
flèche verticale
qui dynamise les
bois horizontaux.

On a recherché avant tout à garder la forme "ronde" du poteau à l'extérieur. A l'intérieur un couvre-joint large sera plaqué sur le poteau et pourra recevoir un décor (peint, sculpté, découpé...). On utilisera donc un rondin équarri sur 3 faces, sur lequel seront découpées 2 feuillures pour l'encastrement des menuiseries. Sur la partie ronde, une facette sera taillée sur le haut du poteau pour permettre son coulisage.

Le principe de coulisage du poteau linçoir

Le poteau est façonné ; une facette (un plat) est découpée de façon à pouvoir coulisser à l'intérieur d'une demi-mortaise dans l'espace de tassement du linteau /471/, /469/, p. 161. Il est fixé par un boulon à bois (tirefond) solidaire du linteau ; le boulon peut librement coulisser dans une lumière sur le sommet du poteau. L'ensemble de cette fixation est caché dans l'espace de tassement. En partie basse, le poteau est solidaire de la pièce d'appui qu'il vient épouser et à laquelle il est fixé solidement.

A quel moment poser le linçoir ?

On le pose lorsque le linteau est déjà en place et lorsque son espace de tassement ainsi que la pièce d'appui de la fenêtre sont découpés /469.1/ et voir ci-dessus p. 122). La préparation du linçoir peut se faire lorsque la fuste est terminée, avant ou après remontage.

Comment choisir le rondin du linçoir ?



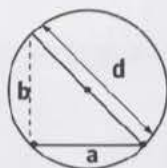
On pourra aussi monter les menuiseries sur poteau coulisant et entretoise (voir le C.C.N. n° 4).

Son diamètre doit être choisi en relation avec le diamètre moyen des bois de la fuste. Il doit être suffisant pour que l'on puisse scier 2 faces et obtenir une pièce de 20 cm minimum de largeur permettant l'encastrement des menuiseries avec leur fourrure de chaque côté du poteau. Par rapport à la dimension au tableau, la surcote minimale pour la dimension hors-tout est de 3 cm pour le dormant + 2-3 cm pour la fourrure + 0,5 cm de jeu, soit près de 6 cm. Si l'on choisit un poteau de 20 cm après équarrissage, les découpes d'encastrement des menuiseries laisseront : $20 \text{ cm} - 2 \times 6 \text{ cm} = 8 \text{ cm}$. La largeur finie sera au minimum de 20 cm mais on pourra aller jusqu'à 25 cm, surtout si l'on travaille en gros bois, car il faut veiller à équilibrer les diamètres entre bois horizontaux et bois verticaux.

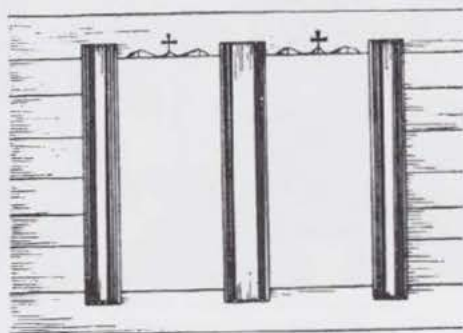
Pour obtenir un poteau équarri à 20 cm de large, le diamètre du rondin minimal est de /466,2/:

$$20 \times 1,414 = 28,5 \text{ cm}$$

Le rondin du linçoir pourra être choisi dans un rondin régulier, mais un pied de bille pourra aussi faire l'affaire, et dans ce cas la patte sera placée en bas du poteau et sera visible à l'extérieur /473,23, p. 125).



$$\begin{aligned} \text{si } R (\text{rayon}) &= 1 \\ d &= 2R \\ a^2 + b^2 &= (2R)^2 \\ a &= b \\ 2a^2 &= 4R^2 \\ R &= 1 \quad a^2 = \sqrt{2R^2} \\ \rightarrow a &= \sqrt{2} = 1,414 \end{aligned}$$



458

2. Poteau-linçoir et poteaux d'encastrement : un montage des menuiseries courant en Europe. Ici, en Suisse (H. Phleps, p. 183)

1) Avant de commencer, préparer le tableau, réviser les aplombs, retoucher et poncer si nécessaire. L'appui doit être parfaitement horizontal avant d'installer le poteau. Tracer une ligne au cordon bleu indiquant la trace sur l'appui du tableau.

2) Commencer par tracer et découper les deux plats latéraux du poteau.

Le traçage se fera comme faisaient jadis les scieurs de long (466,2).

Poser le poteau sur deux billots encochés en V. Tourner le poteau avec le tourne bille pour le mettre dans sa meilleure position, sa meilleure rectitude. Le dessus du rondin correspondra à l'extérieur.

A chaque extrémité du poteau, tracer une ligne horizontale sur le diamètre. Mesurer le diamètre et placer sur cette horizontale deux points distants de 20 cm de façon à équilibrer l'épaisseur de chaque dosse à scier (466,3).

Tracer une verticale sur chaque point.

Tracer une ligne au cordon bleu joignant les extrémités (466,2).

On peut alors découper les deux dosses en utilisant la méthode de découpe d'un rondin en deux avec la tronçonneuse (chaîne à affûtage de l'angle d'attaque à 10°) (voir AF2 p. 54)

3) Tracer et découper le plat intérieur du poteau (466,4)

Tourner le poteau de façon à ce que la face sciée soit située sur le dessus et bien horizontale ; mesurer à chaque extrémité une largeur L qui devra être soigneusement choisie en fonction de la largeur de la fourrure de la porte ou fenêtre et du rondin de l'appui de fenêtre. Cette distance L pourra être différente entre le gros et le petit bout surtout si l'on dispose d'un poteau à patte proéminente, mais L et L' pourront être de même diamètre.

Tracer à chaque extrémité une ligne verticale en vérifiant bien l'équerrage de cette verticale avec les faces déjà sciées. Joindre les deux points supérieurs et scier cette dosse comme précédemment (466,5).

4) Découper la facette de coulissage (466,6)

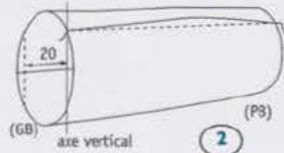
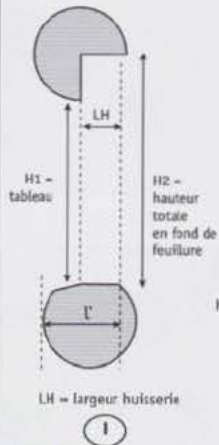
Le poteau placé toujours dans la même position, tracer la facette de coulissage de façon à ce que la distance x soit au minimum égale à la largeur de l'huissier + 5 cm. Le plat devra être bien parallèle à la face sciée intérieure, sur une hauteur égale à la profondeur de l'espace de tassement, et s'incurver progressivement pour rejoindre l'arrondi extérieur du rondin.

5) Tracer et découper la demi-mortaise de coulissage dans le linteau (469,1)

Cette mortaise devra avoir la largeur du poteau et s'ajuster précisément. Sa profondeur correspond à la surcote de 5 cm (cette dimension dépendra, elle aussi du diamètre des rondins, mais ne devra jamais être inférieure à 4 cm).

La découpe pourra se faire au moyen d'une égoïne et d'un ciseau à bois. Si l'on veut utiliser la tronçonneuse, démonter de préférence le linteau et faire cette opération au sol.

Le poteau-linçoir

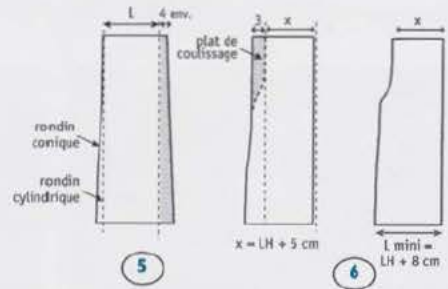
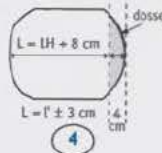
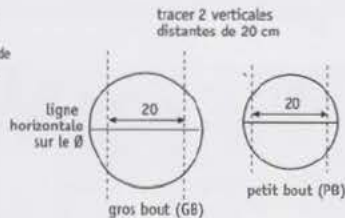


Mesurer largeur huisserie = LH
+ 5 cm (pour encastrement dans le linteau)
+ 3 cm mini (pour scier un plat de coulissage)

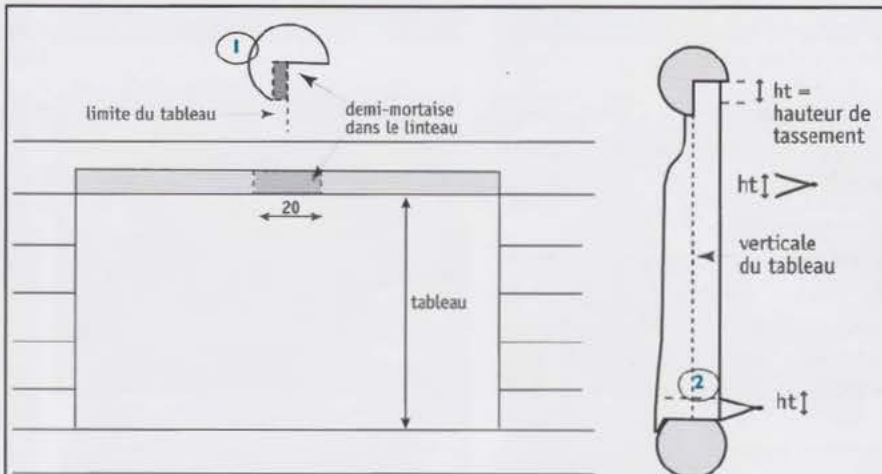
$$LH + 5 + 3 = LH + 8 = L$$

L est la largeur mini du poteau en haut (après enlèvement de la dosse)

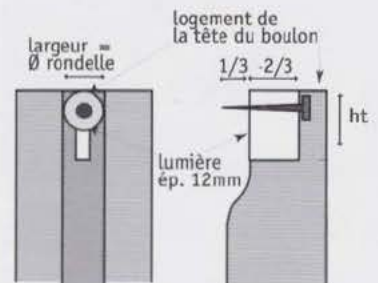
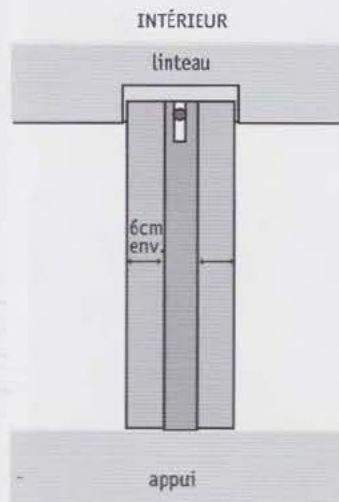
En bas, cette largeur L peut être un peu plus importante (si le poteau est conique)



Le bas du poteau-linçoir peut être de diamètre supérieur et venir en légère saillie par rapport à l'appui du tableau



3



Feuillure intérieure découpée dans le linçoir pour recevoir la menuiserie.

469

Le poteau-linçoir en roman-photo



1



2



3



4



5



6



7



8



9



10



11



12



13



14



15

470

6) Traçage et découpe de l'appui du poteau (469, 2)

Présenter le poteau et le maintenir en place provisoirement avec des serre-joints. Le poteau doit affleurer le fond de l'espace de tassement en son sommet. L'ouverture du compas doit être égale à la hauteur de tassement prévue ; pour une fenêtre de 1 m de haut cette ouverture sera de : $100 \text{ cm} \times 6\% = 6 \text{ cm}$

Faire un double traçage facilitera la remise en place du poteau après découpe. Découper en suivant le tracé après avoir ciselé le contour du tracé à la gouge pour éviter les éclats.

7) Tracer et découper les feuillures d'encastrement des menuiseries

Présenter le poteau, le maintenir avec des serre-joints, et tracer les verticales des feuillures (469, 3) : de chaque côté du poteau, la verticale suivant le tableau et la verticale de fond de feuillure (surcote par rapport au tableau : 6 cm environ).

Tracer aussi l'emplacement du tirefond de fixation et la lumière de coulissage ; ils doivent être centrés et verticaux. La hauteur de la lumière de coulissage doit être égale à la hauteur de tassement ht . Sa largeur sera l'épaisseur d'un guide de tronçonneuse, correspondant à un tirefond de $\varnothing 12 \text{ mm}$. On tracera également le logement de la tête du boulon de façon que le 1/3 du boulon soit fixé dans le linteau. La largeur de ce logement doit permettre le passage d'une rondelle de 12. La découpe des feuillures et de la lumière se fera sans difficulté au sol.

8) Finition et remontage

Poncer à la disqueuse les imperfections de sciage, et remonter le poteau après avoir posé un joint d'étanchéité (compriband + mousse polyuréthane) sur la pièce d'appui. Il sera fixé en haut par un tirefond et une rondelle de 12 x 140 (ou 12 x 180 suivant la dimension du poteau). Le tirefond sera situé en haut de la lumière.

En pied de poteau, on le fixera avec des vis de 6 x 120 ou 6 x 140 lardées.

On peut également, après traçage précis, découper 2 mortaises d'égale dimension dans la pièce d'appui et dans le pied du poteau, et placer un faux tenon assurant la liaison.

Le poteau est maintenant prêt à recevoir la fenêtre ou la porte.

La menuiserie pourra être fixée directement dans le poteau.



Une porte et une fenêtre peuvent être accolées de part et d'autre d'un poteau-linçoir.



Une série de fenêtres séparées par des poteaux sur une maison traditionnelle suisse (Musée de Ballenberg)



Les feuillures découpées



Découper l'encastrement de la tête du tirefond



Découper la lumière de coulissage



Poser le poteau...



... le boulonner en haut de la lumière



Le poteau en place..



... vu de l'extérieur...



... et les menuiseries posées.



Fin !



Voilà. La fuste est close, « hors d'eau - hors d'air », protégée par sa toiture, ses portes et fenêtres. Il reste encore beaucoup de travail avant de l'habiter, mais les arbres dont elle est faite plantent déjà toute l'ambiance et le décor, et rendent la maison si vivante et si chaude que l'on aurait bien envie de s'y installer tout-de-suite.

Cette maison sera unique et elle vous ressemblera, car vous y aurez mis beaucoup de savoir-faire, beaucoup de sueur et aussi beaucoup de votre âme...

Vous avez pris soin, tout au long de la construction, de laisser parler la nature, de la respecter dans les formes que la lutte pour la vie a données à l'arbre, courbures, torsions, nœuds ... : les arbres sont comme les hommes, plus ils ont lutté pour croître, plus ils ont de caractère et plus ils méritent respect. C'est le travail du fustier non seulement de les mettre en œuvre tels qu'ils sont, mais même d'utiliser son savoir-faire et son expérience

pour les mettre en valeur du mieux qu'il peut, tout en s'effaçant lui-même : d'abord par un travail technique irréprochable mais discret, ensuite par le choix qu'il fera des matières, des textures et des couleurs pour finir la maison.

Tous les contrastes feront chanter le bois brut : du blanc pour le souligner (cloisons, plafonds), des couleurs pour l'égayer (menuiseries, meubles, textiles...), de la terre, de la pierre pour l'accompagner ; puis tout un environnement, intérieur et extérieur, qu'il faudra créer autour de lui, que l'on choisira, selon ses goûts, raffiné, baroque ou plus contemporain (plutôt que « rustique », la nature étant déjà omniprésente), en cherchant l'inspiration dans la grande tradition des constructions de bois brut de par le monde, dans toutes les civilisations de la forêt et du bois, en France et en Europe, et dans tous les continents.



Quelques ouvrages en anglais

Building With Logs, de B.Allan Mackie, Editions Firefly Books, 1997

Cet ouvrage n'est plus à présenter. Son auteur dont nous avons souvent parlé, est sans doute l'homme à qui les fustiers du monde entier doivent le plus d'exister. Son ouvrage et son école ont fait naître la construction des fustes en Amérique du Nord dans les années 1970. Cette nouvelle édition comporte de nombreuses innovations et mises au point très instructives pour tous les fustiers. Un ouvrage à posséder dans sa bibliothèque.

Notches of all kind, de B.Allan Mackie, Edition The Canadian Log House, 1998

Ecrit en 1977 par Allan Mackie, c'est une véritable encyclopédie de toutes les entailles utiles à la construction en bois brut, aussi bien en rondins ajustés qu'en poutres équarries. Les amateurs d'entailles sophistiquées y trouveront matière à rêver et à pratiquer.

The Craft of Modular Post and Beam, de James Mitchell, Editions Hartley et Marks, 1984

Ouvrage très finement et clairement illustré sur les techniques d'utilisation des bois courts, rondins et bois équarris. La technique du pièce en pièce y est bien décrite. Mais aussi le système de montage de pignons et cloisons en ossature légère.

The Craft of log building, de Hermann Phleps, Edition algrove publishing 1982, 328 p.

Cet ouvrage du grand spécialiste de la construction en bois, l'architecte d'origine roumaine, Hermann Phleps (1877-1964), publié en allemand en 1942, est considéré comme l'ouvrage de référence de la tradition de construction en bois empilé en Europe.

Ce livre a été traduit en anglais en 1982. Ses illustrations, des dessins magnifiques et détaillés de l'auteur, sont innombrables et apporteront à tous les amateurs de maisons en bois massif, aux artisans, aux architectes, des sujets de réflexion, d'admiration et d'inspiration de toutes les régions d'Europe. C'est LE LIVRE des constructeurs et des amateurs de maisons en bois massif du monde entier !

From Log to Log house - Titre original en suédois : *Fran stock till stuga*, de Sven-Gunnar Håkansson (traduit en Anglais par Sture Carlsson), 336 p., éd. Algrove Publishing 2003.

Un livre exceptionnel, car si la technique de construction en bois massif, rondins comme madrier, a atteint un très haut niveau en Scandinavie, il existe fort peu d'ouvrages sur l'art de construire dans cette région, et encore moins dans une langue que nous pouvons comprendre. On y découvrira, parmi de nombreux schémas et photos (plus de 140) les techniques norvégiennes, finlandaises et suédoises, et notamment ces merveilleuses entailles bloquantes des constructeurs de la région du Dalarna en Suède, les techniques scandinaves de traçage, le façonnage des bois à la hache, l'art d'utiliser les produits naturels pour isoler les maisons en bois..., de nombreux plans de petites maisons, abris, saunas, maisons de vacances... et beaucoup d'autres choses passionnantes.

C'est aussi un des rares ouvrages qui détaille les techniques de construction artisanale en madrier façonné manuellement.

Log Construction Manual, de R. W. Chambers, ed. River Falls, 2002.

Les réflexions et les méthodes d'un fustier américain : un manuel pour les mordus : la méthode américaine du *banff truss* (ferme) y est bien expliquée

Autres ouvrages en français

Il n'existe pas d'ouvrage spécifique sur les charpentes en bois rond, mais on pourra étudier avec profit quelques ouvrages généraux.

Construire et rénover la charpente et la toiture de T. Margueritat (éditions Eyrolles)

Pour s'initier, c'est un petit livre très simple de vulgarisation pour les débutants qui y découvriront les techniques de base de la charpente et de la couverture.

Charpentier d'aujourd'hui de R. Demotz (diffusé en France par les éditions Vial)

Ce maître charpentier, professeur en Suisse, a écrit l'un des ouvrages les plus complets sur le sujet, à la fois sur la technologie du matériau bois, les calculs de structure, les assemblages de charpente et la réalisation (épure, traçage, taille, levage).

Initiation à la charpente - Cahier technique publié par le CTBA et la CAPEB

Un petit fascicule fort bien fait pour comprendre les principes de base de la charpente : comment fonctionne une pièce en flexion, les charges, les calculs de

solivage, de chevêtre, de chevrons..., le tableau des charges admissibles.

La charpente en bois traditionnelle et moderne de P. Labarraque, éditions J.B.Baillière

Manuel de charpente très ancien mais on le trouve encore d'occasion. C'est une mine d'information en tous genres sur la charpente traditionnelle.

L'Encyclopédie Roret - éditée en ...1825 par des artisans et savants, comporte plusieurs centaines de volumes sur les sujets les plus variés, comme le **Manuel complet du charpentier**. Certains volumes ont été réédités (éditions Inter-livres).

C'est un régal de dessins, calculs, techniques anciennes, commentaires...

La charpente en bois par Emery (éditions Vial)

Pour ceux qui veulent se perfectionner dans le tracé des charpentes traditionnelles par la méthode des rabattements de plans (géométrie descriptive), et aussi s'initier aux tracés de charpente par programmation, et aux méthodes de calculs statiques des charpentes (méthodes de crémonas, Ritter...). Ces méthodes y sont expliquées avec beaucoup de clarté.

D.T.U. - Règles de calcul et conception des charpentes en bois, édition Eyrolles, 1984.

Ce DTU (Document technique unifié) représente la réglementation française officielle (Règles C. B.71) concernant la charpente en bois.

Règles définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes, éditions Eyrolles, 1997.

Ces règles (N.V.65) sont indispensables à connaître et appliquer, pour tout calcul de charpente.

Eurocode 5 - Calcul des structures bois (Partie 1-1 : Règles générales et règles pour le bâtiment), éditions Eyrolles, 1996.

Normes européennes réglementant le calcul, la conception et la justification des structures en bois. Elles remplacent les normes françaises en vigueur.

Traité de génie civil - Construction bois, de J. Natterer, J.-L. Sandoz et M. Rey, EPFL, Lausanne, 2000.

Quand le bois devient une science. C'est le livre de chevet des ingénieurs et charpentiers du bois. On lira notamment avec attention les pages 93 et suivantes concernant les performances du bois rond.

Le Douglas, ouvrage collectif publié par l'AFOCEL sous la direction de J.de Champs.

Cet ouvrage, fruit des recherches forestières de l'AFOCEL apporte un éclairage très complet sur cette essence importée qui connaît un grand succès chez les fustiers.

Plaidoyer pour l'arbre, de Francis Hallé, éditions Acte Sud

On ne présente plus cet auteur, botaniste et biologiste, spécialiste de l'architecture des arbres et de l'écologie des forêts tropicales. Son plaidoyer pour l'arbre enrichira nos connaissances, fait le point sur les travaux et recherches en cours sur la lune, la vrille, le bois juvénile qui concernent particulièrement le fustier.

Aux origines des plantes (2 tomes), ouvrage collectif sous la direction de Francis Hallé, éditions Fayard

Ouvrage extrêmement complet qui nous éclaire sur les recherches récentes sur le règne végétal. On y lira en particulier l'article de Ernst Zürcher sur "les plantes et la Lune".

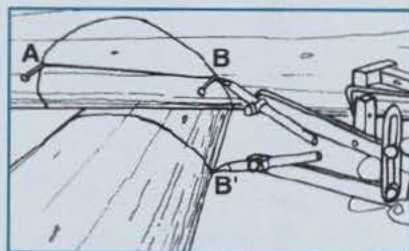
Assemblages du bois :

L'Europe et le Japon face à face, Wolfram Graubner, éd Total, 1990, 159 p.

Pour découvrir les richesses de la culture de la construction bois au Japon : Une source d'inspiration.

Les Assemblages des ossatures et charpentes en bois (traduit de l'allemand), Manfred Gerner, éd. Eyrolles, Paris 1995, 190 p.

L'auteur dresse un tableau très complet de tous les assemblages, notamment des queues d'aronde à encoches...



Documentation matériel et produits

Dans ce carnet d'adresse, certaines pages renvoient à des pages du site internet de l'Association **BSTCB** : <http://boisbrut.free.fr>

Elles seront régulièrement mises à jour. Vous y trouverez :

- des adresses de fournisseurs, les nouveautés en matériel et petit outillage.

- l'outillage mis au point et proposé par l'Association *Le Bois Sacré TCB* (Le compas-Trusquin)

- les publications (Ouvrages techniques) des éditions *Maïade* et de l'Association *Le Bois Sacré TCB*

- les vidéos pédagogiques de l'Association *Le Bois Sacré TCB*

- l'information sur les formations organisées et animées par T. Houdart, auteur de cet ouvrage

Les autres ouvrages publiés par les éditions *Maïade* : <http://maïadeeditions.free.fr/>

Crochets de manutention

<http://www.zimmersa.com/>

Produits de traitements certifiés CTB-P+

<http://www.ctba.fr>

Produits de traitement OBBIA

OBBIA, 19190 Aubazine

05 55 25 79 52

Accessoires de charpente

Charpentes Services, 3, rue de l'Eglise

67330 Neuwiller les Savernes

03 88 70 31 64

Chaînes de tronçonneuses

Kox SARL, 67118 Geispolsheim

03 90 40 30 99

(Vend la *ripping chain* (réf. RD))

Encriers pour feutres :

<http://boisbrut.free.fr/encriers.html>

Cartouches "space pen" :

<http://boisbrut.free.fr/spacepen.html>

Crayons pour tracer sur le bois humide

<http://boisbrut.free.fr/crayonscompas.html>

Altimètre électronique :

<http://boisbrut.free.fr/altimetre.html>

Inciseur vibrant

<http://boisbrut.free.fr/inciseur.html>

Les grues à montage rapide

<http://boisbrut.free.fr/grues.html>

Radio-commandes de grues

<http://boisbrut.free.fr/radiocommandes.html>

Isolation et joints de gorge

<http://boisbrut.free.fr/gorge.html>

Documentation en anglais sur internet

ILBA - The International Log Builders' Association (standards)

<http://www.logassociation.org/>

The energy performance of log homes

<http://www.logbuilding.org/EnergyPerformanceLogHomes.pdf>

Thermal properties of log homes

<http://www.logbuilding.org/RValueLogs.pdf>

Gaskets, joints de gorge

http://www.logbuilding.org/NLH_Gaskets.pdf

Preservation and maintenance of log structures (US Forest Service)

<http://www.logbuilding.org/Preserv%26MaintainLogHomes.pdf>

La technique du Ginpole (mât de levage)

<http://www.logbuilding.org/GinPoles.ch5.pdf>

Lateral Resistance of Handcrafted Log Walls

<http://www.logbuilding.org/LogWallLateralResistance.pdf>

Fire Resistance of Log Walls

http://www.logbuilding.org/fire_resistance.pdf

L'Index de L'art de la fuste

Pour rechercher plus facilement les pages traitant d'un sujet, consulter l'index de

L'art de la fuste et des

Carnets de la Combe Noire :

<http://boisbrut.free.fr/indexartfuste.html>

2 Sommaire

3 Introduction

7 CHAPITRE I

La préparation du chantier

8 I. EQUIPEMENT, OUTILLAGE, MANUTENTION

- 8 1. Equipement et outillage de base
- 11 2. Le matériel de manutention

21 II. LE BOIS

- 21 1. Quelle quantité de bois acheter ?
- 22 2. Comment estimer la qualité du bois sur pied
- 23 3. Quel bois acheter ?
- 24 4. Quand faut-il abattre les arbres ?
- 29 5. A propos du cubage des bois
- 30 6. Exploiter et transporter
- 31 7. Stocker, trier, écorcer les bois

36 III. L'ORGANISATION DU TRAVAIL ET DU CHANTIER

39 IV. LES PLANS D'EXÉCUTION

- 39 1. Pour les fondations ou le sous-sol
- 40 2. Les plans d'exécution de la fuste
- 42 3. Les plans électriques
- 43 4. Faire une maquette

44 CHAPITRE II

Les entailles de la fuste

44 I. LES ENTAILLES D'ANGLE

- 44 1. L'entaille ronde en tête de chien : retrait et recourbe
- 46 2. Les entailles d'angle à facettes

53-61 *En images :*

- La découpe des facettes des différentes entailles
- Entailles de tous styles

- 62 3. Les entailles à épaulement ("tête de renard")

64 II. ENTAILLES SPÉCIALES

- 64 1. Les entailles pour pannes et solives : l'entaille au carré
- 68 2. L'entaille au carré simplifiée ou DLD
- 70 3. L'entaille au carré modifiée
- 72 4. L'entaille au carré aveugle
- 76 5. La tête de bétier à verrous
- 80 Astuces, trucs et outils...

68-75 : *En images : l'entaille au carré*

82 III ENTAILLES D'ANGLE SANS DÉBORD : LA QUEUE D'ARONDE

- 82 Le principe
- 84 Traçage et découpe

87 IV. L'ENTAILLE LONGUE OU GORGE

- 88 1. La largeur de la gorge
- 89 2. La découpe de la gorge
- 90 3. La gorge et ses variantes
- 91 4. Les gorges : améliorations et variantes

94 V. LE SOUS-TRAÇAGE ou les méthodes de précompression des bois

99 CHAPITRE III

De la décroissance : problèmes et solutions

100 I. RÉFLEXION THÉORIQUE SUR LE CHOIX D'UN FÛT

- 100 1. Contraintes et critères de choix d'un fût
- 103 2. L'influence du diamètre moyen et de la décroissance sur la hauteur de tête

107 II. LES CONCLUSIONS PRATIQUES

- 107 1. Choisir une méthode de triage des fûts
- 107 2. Faire une simulation des diamètres utilisés

108 III. MÉTHODE DE CHOIX DES BOIS

110 CHAPITRE IV

Du 1er tour aux pannes sablières

110 I. LE CYCLE DE LA FUSTE

112 II. ÉTAPES DE LA PRÉFABRICATION

- 112 1. L'implantation
- 116 2. Monter les murs
- 120 3. Portes et fenêtres
- 121-122 *En images : la découpe des feuillures et linteaux*
- 125 4. Le solivage
- 128 5. Les pannes sablières

129 CHAPITRE V

Pignons et charpentes

132 I. LA CHARPENTE « PANNES SUR PIGNONS EN RONDINS »

- 132 1. L'emboîtement des pannes sur les pignons

- 132 2. Quel diamètre pour les rondins du pignon

- 134 3. La construction de la charpente-pignon

- 138 4. Problèmes et solutions

142 II. LA CHARPENTE « PANNES SUR POTEAUX » AVEC PIGNON EN SYSTÈME OSSATURE-BOIS

- 142 1. La préparation du travail
- 143 2. Méthode de construction
- 143 3. Les entailles des poteaux porteurs

146 III. LA FERME

- 146 1. La construction d'une ferme en bois équarri
- 147 2. La charpente en bois brut

150 CHAPITRE VI

Finitions et remontage

150 I. LES DIFFÉRENTES ÉTAPES DES FINITIONS

- 150 1. Finir les feuillures et linteaux
2. Découper les débords, les arches.
3. laver les bois
4. Poncer.
5. Numérotier et marquer
6. Traiter.
7. Démontier (Rangement, découpes, perçages, ...)
8. Prendre les niveaux, élinguer, charger

154 II. REMONTAGE DE LA FUSTE ET DE LA CHARPENTE

- 154 1. Remontage des bois de la fuste
- 155 2. La charpente

156 III. LE TOIT

157 IV. LA POSE DES MENUISERIES

161 à 163 : *En images : Le poteau-linçoir*

164 Conclusion

165 Notes de lecture

167 Carnet d'adresses

168 Table des matières



Depuis 15 ans, date de la première édition de ce cahier de ***l'Art de la fuste***, la construction en bois brut a beaucoup évolué, et les exigences thermiques également.

La technique de la fuste a depuis longtemps de nombreux atouts qui font sa réputation (habitat sain et naturel, stockage de carbone, utilisation des ressources naturelles locales...).

Mais au moment de la parution de cette nouvelle édition, la France est à la veille d'entrer dans la réglementation thermique RT 2012, qui renforcera les exigences d'économie d'énergie dans l'habitat. Notre mode constructif doit donc s'améliorer encore, tant du point de vue architectural que technique, pour répondre aux nouveaux impératifs environnementaux.

Cette nouvelle édition est ainsi l'occasion de proposer de nombreuses solutions visant à améliorer l'étanchéité et à renforcer l'isolation des fustes, qui se hisseront ainsi au niveau des modes de construction les plus écologiques et les plus solides. Cela ne dépend que des fustiers et de leur savoir-faire...





Imprimerie « La Gutenberg »
19000 TULLE

Dépôt légal : décembre 2011

T. et M.-F. HOUDART, les auteurs de *L'art de la fuste* (Photos J.-L. Gorce)



Association

«Le bois sacré TCB»

La Nouaille - 19160 - LAMAZIERE-BASSE

Créée en 1990 par T. et M.F. Houdart, l'Association «**Le bois sacré TCB**» s'est donné pour but d'étudier et de faire connaître les techniques passées et présentes des civilisations du bois, et plus particulièrement les techniques artisanales de construction en bois.

Ses membres sont des artisans et techniciens du bois au savoir-faire confirmé, qui sont à même de diffuser une technique à caractère hautement artisanale.

Elle s'adresse à la fois à de futurs artisans attirés par des techniques anciennes qui, rénovées, ont leur place dans le monde économique actuel, et à tous ceux qui souhaitent découvrir et pratiquer un savoir-faire.

Pour atteindre cet objet, l'Association «**Le bois sacré TCB**» réalise des publications (livres, vidéos) et organise des stages pratiques de construction. Elle peut fournir à la demande assistance technique et formation aux écoles, associations, artisans et particuliers.