

Jean-Louis Valentin

La charpente, mode d'emploi

Troisième tirage 2012 avec nouvelle présentation

© Groupe Eyrolles, 2008, 2012

À l'occasion de son troisième tirage cet ouvrage bénéficie d'une nouvelle couverture. Le texte et les illustrations restent inchangés.

ISBN : 978-2-212-13454-4

EYROLLES



Les bois de charpente

On ne doit jamais oublier que derrière les éléments façonnés qui composent une charpente, il y a des arbres qui, par leur nature, leur structure, leurs blessures, leurs qualités et défauts, relatent — comme tout être vivant — une histoire. De même qu'un animal ou un homme racontent, dans leur corps, les plaisirs et les tourments de leur vie.

Un arbre peut avoir un tronc droit ou tordu, être fait d'un bois dense ou léger, dur ou tendre. Il peut avoir subi les rigueurs d'un climat froid ou s'être accommodé de périodes de grande sécheresse, avoir eu une croissance rapide ou très lente et avoir été abattu jeune ou vieux.

De ces particularités mêmes découle son aptitude à être débité, façonné et mis en œuvre pour jouer un rôle précis à un endroit déterminé de la construction.

À l'heure où l'on décime, sans état d'âme, des régions entières pour transformer des arbres vénérables en cagettes ou en contreplaqué, il est bon de retrouver ce jugement sain sur le bois et d'apprécier comme un privilège la chance que nous avons de pouvoir vivre dans des maisons où la forêt est encore présente !

Les essences utilisées

Les professionnels du bois, charpentiers, menuisiers et ébénistes, connaissent, bien sûr, les données fondamentales pour faire le choix des bois qu'ils vont travailler. Mais le public les ignore le plus souvent et n' imagine pas le parcours qui, de la forêt à la charpente d'un toit, conduit l'arbre à la place qu'il occupe dans la maison. Comprendre cette évidence permet de porter un autre regard sur la charpente d'un toit, de la respecter, de ne pas exiger d'elle plus qu'elle ne peut donner.

Le choix des arbres locaux

Par nécessité, on a longtemps fait appel aux seuls bois des forêts locales pour édifier les charpentes. En cause, les faibles moyens des constructeurs, une technologie de transport rudimentaire et souvent la mauvaise qualité du réseau routier...

Si cela pouvait poser un problème de qualité des matériaux, par contre les bois mis en œuvre étaient toujours parfaitement adaptés aux conditions climatiques locales. Aujourd'hui où l'on va souvent chercher très loin les bois de construction, on prend le risque de les voir se révéler fragiles face à des conditions d'exposition à la pluie, au froid et aux fortes chaleurs que l'arbre n'a pas connues au cours de sa vie. Utiliser en plaine le bois d'un arbre poussé en haute altitude ne posera aucun problème, mais il en va tout autrement si un bois rond, empilé, peu apte à supporter des conditions extrêmes, est mis en œuvre en zone humide de plaine car les niveaux des strates du sol (chauds ou humides) favorisent le développement des lichens, des champignons et les attaques des insectes xylophages. Sans une baisse de température significative (entre -15 et -20°C , voire plus), il faut s'attendre à de sérieux dommages !

Un arbre situé en bordure de forêt est soumis à l'action directe du vent dominant qui, en exerçant une poussée sur les branches, amène le tronc à « vriller ».



La nature de la couverture forestière, son abondance ou sa rareté, la pousse des arbres soumis au contexte local (avec un rôle important joué par le vent) ont amené à mettre en œuvre des essences diverses et des bois plus ou moins rectilignes.

On peut dire qu'en la matière l'homme a su utiliser tout ce que l'environnement lui offrait, avec, pour «seul» problème, l'obligation de donner à la charpente une solidité et une longévité suffisantes pour jouer son rôle durant plusieurs dizaines, voire plusieurs centaines d'années.

Écorce, aubier et duramen

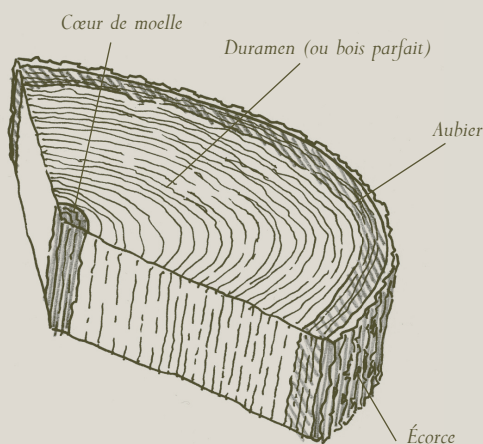
Tout arbre est constitué de trois parties de valeur inégale qui évoluent au cours de sa vie. Un tronc découpé laisse parfaitement apparaître cette structure : l'écorce, l'aubier, le duramen ou bois parfait.

L'aubier a une épaisseur variable. La croissance de l'arbre est liée à l'épaisseur d'aubier qu'il peut faire en une saison. C'est dans l'aubier que la sève circule. Plus un arbre est vieux, plus son aubier est mince. Par exemple, un chêne de 80 cm de diamètre n'a que 2 cm d'aubier, tandis qu'un chêne de 10 cm de diamètre peut avoir 6 cm d'aubier. Un très vieil arbre peut ne plus avoir d'aubier.

Partie tendre de l'arbre, l'aubier en est aussi la partie la plus fragile, attaquée par les insectes. Dans la mise en œuvre d'un bois de charpente, on minimisera autant que possible la présence de l'aubier dans les pièces travaillées.

À l'inverse, le cœur de l'arbre, le duramen, est la partie la plus dure, la plus résistante de l'arbre, et échappe à l'action des insectes. On lui donne le nom de «bois parfait».

C'est la densité du bois et la façon dont les fibres sont liées qui donnent au matériau ses performances par rapport à la flexion et à la compression.



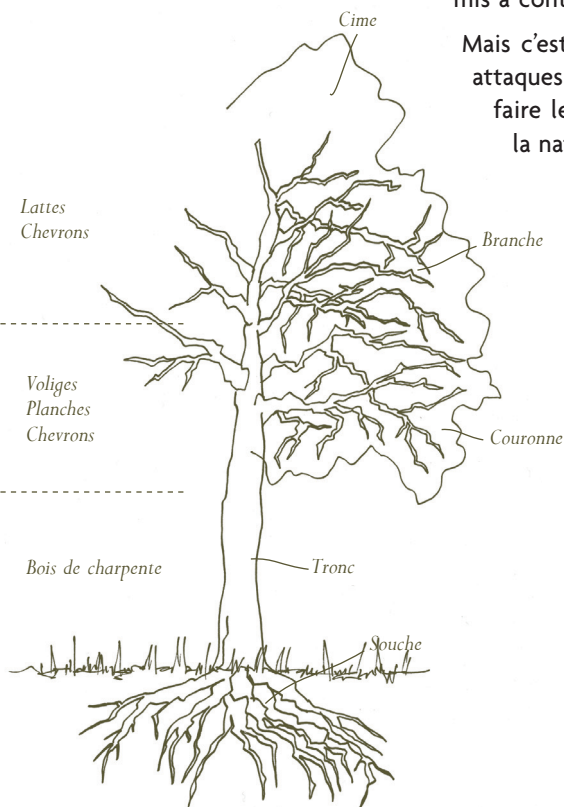
Les principales essences

Bien évidemment, dès que cela était possible, on utilisait **le chêne**, matériau idéal pour sa dureté, sa résistance aux insectes, la longueur de ses fûts. On employa aussi **le châtaignier**, abattu jeune, pour les pièces secondaires de faible section (chevrons ou lattes) car l'arbre a une fâcheuse tendance à se creuser lorsqu'il arrive à maturité.

L'aulne des vallées humides, **le peuplier**, **le grisard**, **l'orme**, ont été, de même, mis en œuvre dans les charpentes, ou encore **le frêne**, plutôt réservé aux pannes et aux jambes de force.

Les sapins de moyenne montagne (**épicéa**, **mélèze**), les pins maritimes (**pins des landes** de Gascogne) furent également mis à contribution.

Mais c'est, avant tout, la capacité du bois à résister aux attaques des insectes xylophages¹, qui était retenue pour faire le choix des bois de charpente, pour autant que la nature environnante le permette.

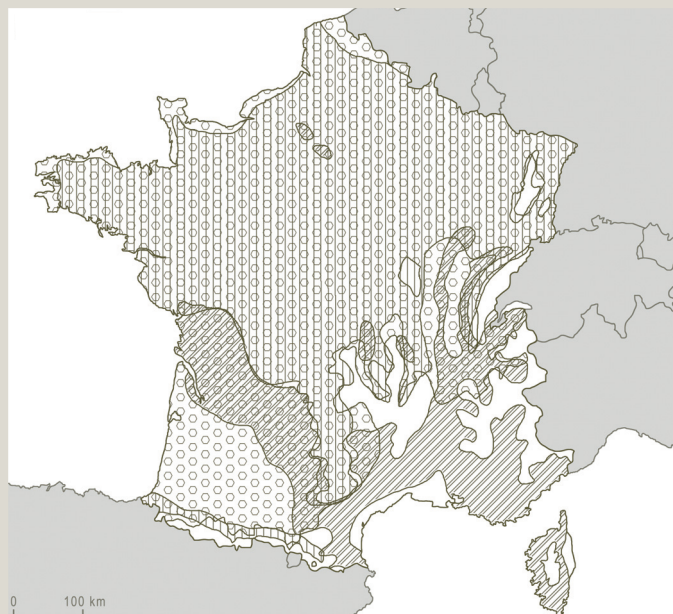


Quel bois pour quel usage ?

Ouvrage	Essences utilisées
Charpente	Chêne, peuplier, châtaignier, orme, pin laricio, pin sylvestre, pin maritime, sapin, douglas, mélèze, épicéa
Cheville	Acacia, frêne, chêne
Chevronnage	Chêne, châtaignier, peuplier, sapin
Solivage	Chêne, châtaignier, peuplier, sapin
Voligeage	Chêne, châtaignier, peuplier, épicéa, sapin
Lattis	Sapin, peuplier, bouleau

1. Voir chap. III, p. 52 à 55.

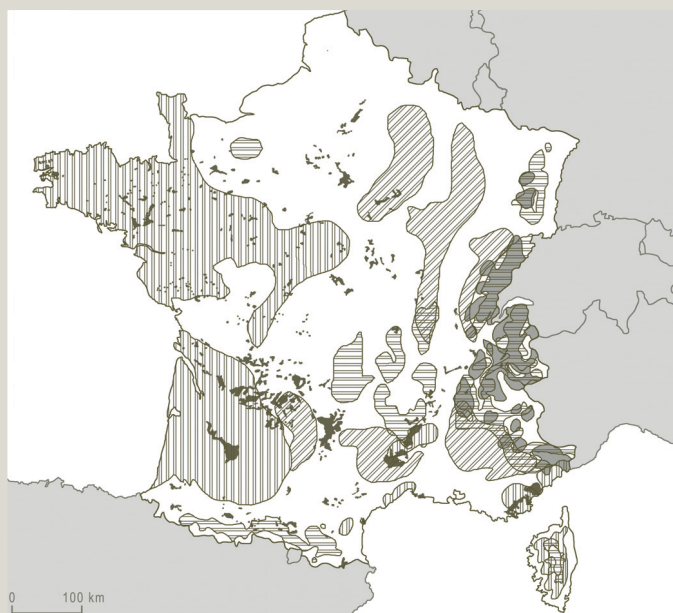
Les principaux bois de charpente dans la forêt française



 Chêne pédonculé

 Chêne rouvre

 Chêne pubescent



 Châtaignier

 Pin Laricio

 Sapin

 Épicéa

 Pin maritime



Chêne pédonculé.



Pin maritime.



Frêne.



Pin.



Douglas.



Mélèze.



Châtaignier.



Grisard.



Chêne pubescent.



Aulne.



Orme.



Peuplier.



Épicéa.

Chêne et peuplier de charpente

Les bois de charpente proviennent souvent de surbilles (la bille de pied étant réservée à la menuiserie, l'ébénisterie, le tranchage) ou de billes entières, pied compris. C'est souvent le cas du chêne pubescent qui est un chêne de bordure de bois, avec des branches, donc des nœuds, et souvent vrillé.

Il n'est pas nécessaire de soumettre les bois de charpente à un séchage particulier. Ils peuvent être employés après avoir été « ressuyés » (lorsque leur surface est plus ou moins sèche, et qu'il ne coule ni sève ni résine) à l'air pendant deux ans. Il faut savoir que le bois ne connaît pas de variation dimensionnelle longitudinale. Pour preuve, on fait des étalons de mesure en bois (mètre, double mètre, pige, etc.). Ses variations se font dans le sens transversal, mais elles importent peu puisque

dans une ferme, l'arbalétrier, la jambe de force ou le blochet ont leurs quatre faces à l'air libre et peuvent donc varier dimensionnellement sans dommage.

En effet, le charpentier travaille principalement en assemblage par abouts et triangulation. Le bois a un sens, et la qualité de ses défauts ! Les fentes et les nœuds ne l'impressionnent guère car il sait, au contraire, les mettre à profit.

Le chêne de charpente

Le chêne de charpente, ou chêne « à charpenter », est représenté par le chêne pédonculé (*Quercus pedunculata*), le chêne rouvre (*Quercus sessiflora*), et le chêne pubescent ou chêne champêtre (*Quercus pubescens*), tous trois de la famille des fagacées. Ces variétés sont le plus souvent confondues une fois les arbres débités.

Les bois de chêne ont toujours été recherchés par les charpentiers qui ont su en utiliser toutes les particularités. Un chêne de bordure de forêt (souvent pubescent), qui a subi de plein fouet les intempéries, a une texture plus résistante qu'un chêne de milieu de forêt, lequel, avec l'aspect régulier de ses fibres tout en longueur, convient mieux aux travaux de menuiserie.

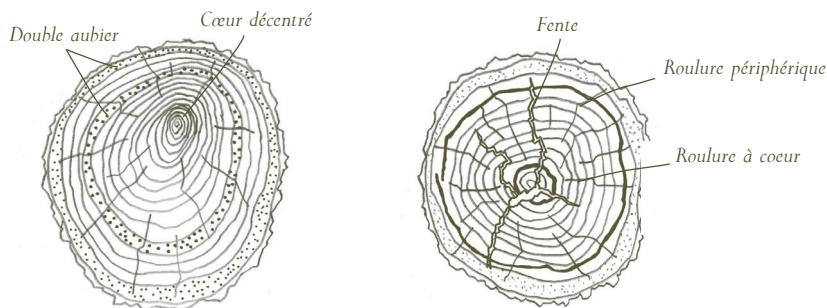


Dans un atelier de charpentier, tous les bois sont rangés par essences pour faciliter leur utilisation.

De plus, un chêne de bordure a un cœur excentré, avec des cernes annuels plus serrés du côté exposé au nord. Il a «du raide» et cette partie doit être opposée à l'effort du bois en œuvre².

Les fentes ne sont pas non plus considérées par un charpentier comme un défaut si elles se présentent dans le sens longitudinal de la pièce de bois. Elles indiquent au contraire le séchage du bois massif.

2. On sait aussi utiliser les nœuds du côté des fibres comprimées dans la flexion du solivage. Ces nœuds ne nuisent pas plus à l'esthétique qu'à la solidité des poteaux qui travaillent principalement en compression.



Les défauts du bois.

La fente longitudinale et le nœud présents dans cette pièce de bois n'interfèrent en rien avec sa solidité.

Le peuplier de charpente

Il fait partie, avec le tremble (*Populus tremulus*) et le grisard (hybride entre tremble et peuplier blanc), de la famille des salicacées. Longtemps employé et encore présent dans de nombreux bâtiments d'habitation et d'exploitation, il est aujourd'hui banni de la construction pour des raisons d'économie, de réglementation arbitraire mais surtout de par son utilisation par l'industrie de la caisserie, de l'emballage et de la pâte à papier.



Les petits peupliers étaient autrefois coupés à un diamètre moyen de 90 / 130 mm pour 6 à 8 m de longueur. Ils donnaient des bois nerveux, fibreux, souvent torsés. Dans les charpentes de toit, ils servaient avant tout à fabriquer les chevrons (mais ils constituent aussi, notamment en Champagne, l'ossature des murs de nombreuses granges et maisons plusieurs fois centenaires).

Formes et sections des bois mis en œuvre

Sections carrées ou sections rectangulaires ?

Le charpentier définit lui-même les sections des bois qu'il mettra en œuvre. Ces sections sont le plus souvent carrées, bien que l'inertie d'une section rectangulaire soit plus forte. Une section carrée a en effet l'avantage d'offrir au charpentier deux choix de position ou d'orientation, suivant le raide, sur les deux faces de sa pièce de bois. La section rectangulaire n'offre, elle, qu'un choix «raide dessus».

Profils et sections

Un charpentier peut s'accommoder de bois dont la forme n'est pas rectiligne pour faire une charpente. Dans certains cas, il mettra même à profit la courbe d'un fût ou d'une branche pour réaliser arbalétriers (cas des charpentes «à cruck») ou jambes de force.

Le plus souvent, ce sont des bois droits qui sont recherchés mais l'important est surtout la section qu'ils présentent par rapport à

leur destination dans la charpente. Au tout début de l'histoire de la charpente, on utilisait des bois de brin, qui n'avaient pas de forte section mais qui, coupés jeunes, étaient droits (c'est quand l'arbre vieillit et qu'il grossit qu'il se déforme). Ils étaient simplement équarris à la hache (parfois même seul l'emplacement des assemblages était équarri).

Les façonnages plus ou moins élaborés de la charpente révèlent des époques historiques ou des savoir-faire particuliers. Ci-dessous, un chevronnage réalisé en bois de brin, en bas, les entrails ont été équarris au droit des assemblages pour le premier et en totalité pour le second.



L'usage de ces bois de faible section se retrouve dans les charpentes à « chevrons formant fermes » où, en l'absence de véritables arbalétriers et de pannes, des chevrons peu espacés les uns des autres portent directement le lattis qui, de fait, les contrevente. Ce type de charpente a persisté jusqu'au ^{XIV}^e siècle.

Lorsque, pour des raisons d'économie, et pour faciliter l'utilisation des combles, on a réduit le nombre des fermes à quelques-unes seulement, on a introduit des pièces horizontales, les pannes, s'appuyant sur des arbalétriers, et sur lesquelles reposaient les chevrons. On a alors dû donner aux bois mis en œuvre de plus fortes sections : c'est le principe que l'on retrouve dans la ferme latine.

Traces d'histoire



Plus le temps passe, plus le chêne se fend longitudinalement en séchant, et plus il devient résistant, jusqu'à acquérir, au cours des siècles, une dureté quasi minérale. Il peut donc être réemployé indéfiniment. On trouve nombre de pièces de bois de récupération dans des constructions très anciennes comportant des fentes, des nœuds et des trous d'anciennes mortaises, qui remplissent encore parfaitement leur fonction. Pour le spécialiste comme pour l'esthète ces charpentes sont un livre qui raconte le passé, des témoins de l'histoire d'un métier. Sur la photo ci-contre, l'arbalétrier laisse ainsi apparaître une mortaise et des encoches, traces d'un usage antérieur.



Dans une charpente en place, un charpentier sait toujours reconnaître la position qu'occupait la pièce de bois dans l'arbre (dans le pied, dans la tête), mise en œuvre en fonction des nœuds et des fibres visibles, mais aussi en fonction des sections. Ici, l'entrait de cette ferme, dont les extrémités sont de sections différentes, indique bien la tête et le pied de l'arbre mis en œuvre.



SAVOIR SÉLECTIONNER UN BOIS

Un bon charpentier repère tout de suite, dans un stock de bois, les coulées de sève et les champignons qui prouvent que l'arbre n'a pas été abattu dans de bonnes conditions.



Au cours de l'année, la sève circule de manière différente dans l'arbre, de ses racines jusqu'à ses feuilles où se fait la fonction chlorophyllienne. De mars à octobre, à gauche, la sève brute monte et la sève élaborée descend. De novembre à février, la sève élaborée (débarassée de ses nutriments) redescend.

Abattage et préparation des bois

L'abattage

La période d'abattage de l'arbre est primordiale pour sa conservation. Ainsi, un chêne abattu en pleine montée de sève sera très rapidement «échauffé» et sujet à l'action de champignons et d'insectes divers. Dans la tradition, on abattait un arbre en période d'hivernage, pendant sa descente de sève : de novembre à mi ou fin février selon les régions. La lune avait aussi son importance : la lune descendante «crispe» les végétaux, ce qui donne un bois plus nerveux, plus homogène.

Lorsqu'il y avait un redoux en période de descente de sève, on arrêtrait l'abattage jusqu'à ce que le froid revienne.

Une fois coupé, l'arbre a été durant des siècles équarri sur place. On façonnait donc directement la poutre en forêt. À partir du milieu du ^{XIV} siècle, le sciage du bois s'est fait, de la même manière, en forêt ou en bordure de forêt. Le transport était ainsi facilité car il est plus simple et moins dangereux de transporter du bois carré que du bois rond.



Le séchage

En charpente, il n'y a pas vraiment de période de séchage du bois, mais l'exécution de toutes ces phases préparatoires prenait 2 ou 3 ans, car équarrir à la main prend du temps !

Le bois était donc employé «ressuyé», non pas sec mais plutôt tendre et se travaillant bien sans avoir à affûter les outils. Aujourd'hui encore le charpentier ne recherche jamais un bois sec, pour des questions de facilité de façonnage et de mise en œuvre.

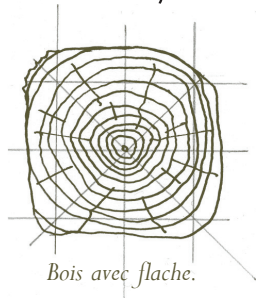
Lors de son séchage, le bois varie dans ses dimensions périphériques **mais il ne perd jamais en longueur**, ce qui assure l'indéformabilité du triangle des fermes; il n'y a donc pas de problème.

Selon sa destination dans la charpente, une poutre peut ou non présenter certains défauts. Ainsi, si l'on ne peut en aucun cas accepter pour un entrait un bois présentant des fentes ou des nœuds, on peut, sans danger, l'utiliser pour des arbalétriers. De même, une jambe de force doit être massive mais peut être courbe. Enfin, la présence de «flache» (reste d'écorce sur le bois sommairement équarri) n'est en rien dommageable à des bois de charpente. Dans sa commande de bois, un charpentier précise toujours son degré de tolérance de flache, ordinairement 1/5 de la section du bois.

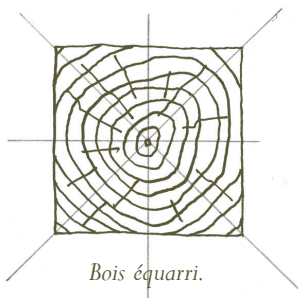
Autrefois, le charpentier travaillait en atelier des troncs livrés bruts ; aujourd'hui il reçoit des pièces de bois déjà travaillées en fonction de leur destination dans la charpente (c'est ce qu'on appelle le «débit sur liste»).



Dans cette charpente sont mis en œuvre des bois comportant un faible pourcentage de flache. Ce caractère rustique ne nuit en rien à l'esthétique de l'ouvrage.



Bois avec flache.



Bois équarri.

Le travail du charpentier

Qu'il s'agisse d'un travail de restauration ou de création de charpente, le charpentier applique toujours la même méthode qui, du tracé de l'épure au levage, conduit progressivement une pièce (ou un ensemble de fermes) à la place qu'elle occupera définitivement.

L'étude de l'épure

L'étude de l'épure précède toujours l'épure proprement dite, elle en constitue le préalable indispensable pour définir les bois dont on aura besoin et leurs sections. Le premier travail du charpentier consiste donc à faire le dessin, généralement au 1/20, de toutes les pièces. À partir de cette étude, qui donne les mesures réelles de la future charpente, il établit son «débit sur liste» pour sa commande de bois.

Le tracé de l'épure

Il se fait à l'aide d'un cordeau, au sol et de niveau. Il peut être réalisé sur le sol de l'atelier, dans un champ préparé avec piquets et planches posées à plat, ou encore, dans le meilleur des cas, sur un plancher dressé à cet effet. Une fois l'épure tracée (au crayon ou à la craie), on recherche dans le stock les pièces de bois commandées dans le débit sur liste.

La mise sur ligne

À l'étape suivante, on effectue la «mise sur ligne», dite aussi «lignage» ou encore «jaugeage», où les lignes de niveau sont tracées sur les pièces (le «contre-jaugeage» désignant la même opération sur la face opposée de la pièce de bois). La mise sur ligne se fait à l'aide du cordeau et de la rainette. On cherche alors le centre de gravité du bois mis de niveau et d'aplomb.

Pour mettre le bois sur ligne, on se sert d'un niveau pour marquer sa plumée de dévers en travers du bois, au milieu de la pièce. Le fil de plomb doit tangenter l'arête du haut et l'arête du bas : ce sont les lignes de jaugage. Seul le poinçon exige 4 lignes de jaugage, car toutes ses faces sont importantes. Quand la pièce de bois est lignée et contre-jaugée sur épure, elle est complètement équilibrée, comme elle le sera dans l'espace.



Le charpentier contrôle la ligne de niveau sur la pièce de bois mise sur épure, par une plumée de dévers.

La mise sur épure

Il s'agit maintenant de positionner sur le plan d'épure les pièces de bois brutes à leur futur emplacement, avant de les « piquer » puis de les marquer pour que leur place définitive soit établie. Dans cette opération, on commence toujours par les fermes, dans l'ordre qu'elles occuperont dans la charpente. L'entrait est tout d'abord placé, puis le poinçon, enfin les arbalétriers.

Le piquage des assemblages

Une fois les pièces de bois lignées, le charpentier doit tracer les futurs assemblages. Cette opération, faite à l'aide du fil à plomb, s'appelle le « piquage ». Pour faire correspondre au mieux les pièces qui se raccorderont, on observe la « polène », c'est-à-dire le dévers des bois, car ceux-ci peuvent être un peu gauches. Quand un bois a du « flache » (ce qui peut contrarier l'adhérence des pièces), on fait une « barbe » pour que les pièces s'emboîtent sans jeu.

Le marquage des bois

Les marques de charpente donnent la position des pièces dans l'espace : le haut, le bas, la gauche, la droite. Elles sont tracées à la rainette, au plus près de l'assemblage et en pied de chaque bois, avant d'effectuer tout taillage. Une fois marquée la pièce est « rembarrée » (retournée), pour être marquée sur l'autre face.

Le charpentier trace ici sur un plancher son épure de détail d'assemblage.



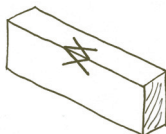
Les marques d'épure, d'établissage et de taillage



Rameneret



Double rameneret



Signe de raide



Trait de coupe



Trait biffé



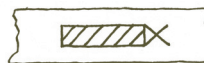
Ligne d'axe



Ligne de trave



Plumée de dévers



Hachures (mortaise à réaliser)



Croix (partie à conserver)
Rond (partie à retirer)

Le traçage du chevillage et le percement des enlâçures

Pour tracer le chevillage, on prend la jauge, on trace l'axe du trou et, les pièces étant encore à l'horizontale, les trous de chevilles sont positionnés au $\frac{1}{3}$ de la longueur de l'assemblage. On peut alors percer les enlâçures selon la règle : «L'enlâçure = la couture» (le diamètre du trou est égal à la distance restante au bord du bois.

Le taillage et la vérification des assemblages

Les pièces sont sorties de l'épure pour le taillage des assemblages. Quand tous les tenons et mortaises sont taillés, on les teste, pièce par pièce : c'est ce qu'on appelle «tâter la tire». Quand le raccordement des pièces se fait de manière satisfaisante, on perce les tenons pour la «tire».

Une scie circulaire permet au charpentier de tailler l'about de la pièce qui s'assemblera à d'autres éléments de charpente.



À l'aide de la mortaiseuse, le charpentier creuse les mortaises qui accueilleront, ultérieurement, des tenons.

La mise dedans sur épure

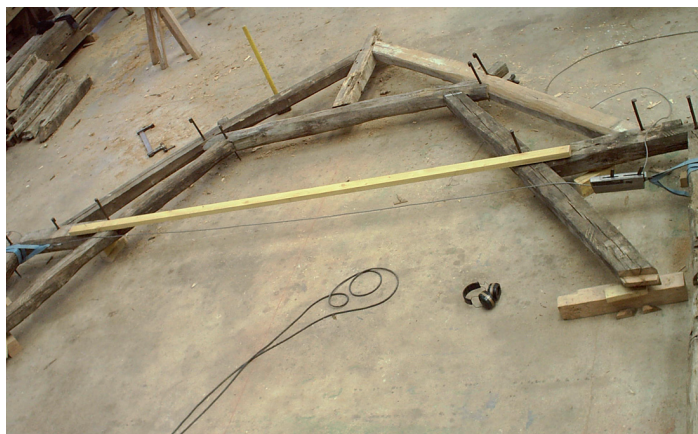
Les pièces de bois sont ensuite ramenées sur l'épure, pour procéder à leur «mise dedans» à l'aide de chevilles métalliques. Le moment venu, toutes les pièces ainsi préparées seront transportées sur le chantier.

Le levage

Le «levage» d'une charpente est sa reconstitution au sommet d'un édifice en chantier. La mise en place des fermes successives se fait selon un ordre précis : on dit que le levage est «orienté». Il s'effectue toujours de l'orient vers le levant, pour qu'on n'ait pas le soleil dans les yeux.



Selon le type de chantier, la charpente est levée manuellement ou mécaniquement. Ici, c'est un bras télescopique qui facilite la manœuvre.



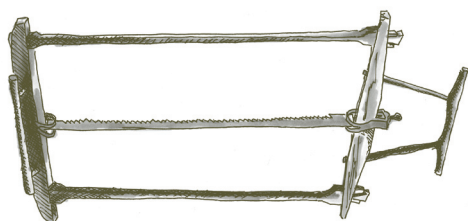
Ultime vérification pour une ferme dont tous les éléments sont assemblés et chevillés de manière provisoire.

Les outils de la tradition

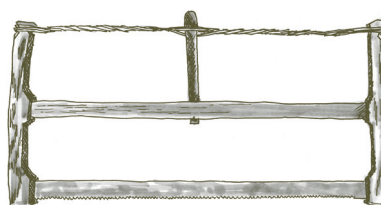
Le profane est toujours étonné par le grand nombre d'outils dont se sert le charpentier à tous les stades de l'exécution d'un ouvrage. Malgré l'apparente similitude, à quelques détails près, de certains d'entre



Doloire. Herminette. Piochon. Hache. Épaule de mouton. Hachette. Arrache-clou. Masse. Maillet.

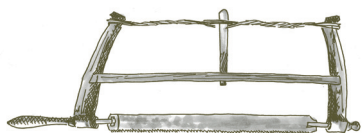


Scie de long.

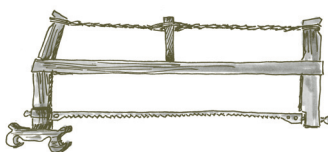


Scie à taille.

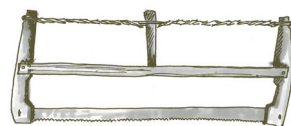
eux, chacun répond précisément à une intervention particulière dans le débitage, le sciage, la préparation des assemblages, le marquage des pièces. Ne sont présentés ici qu'une partie d'entre eux.



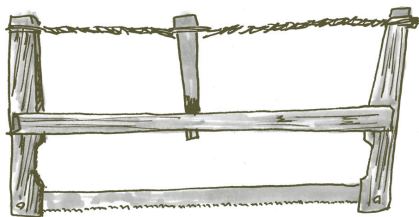
Scie à refendre.



Scie à chantourner.



Scie à tenons.



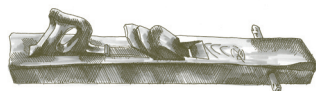
Scie à araser.



Passe-partout.



Scie égoïne.



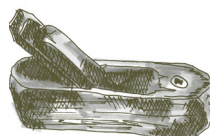
Galère.



Varlope.



Guillaume.



Rabot.



Bisaiguë.



Plane.



*Tarière
torsadée.*

*Tarière
à cuillère.*

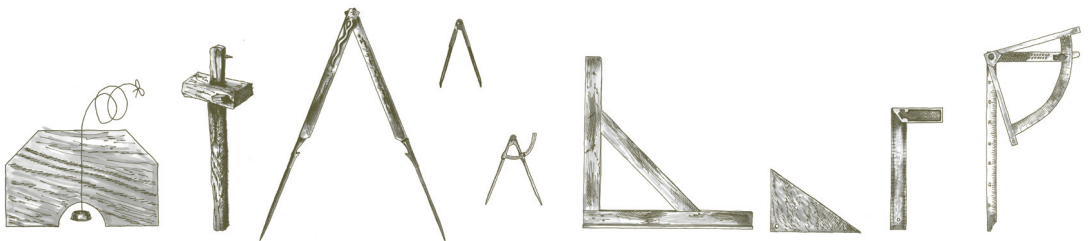
Vilebrequin.

*Laceret
torsadé.*

*Laceret
à cuillère.*



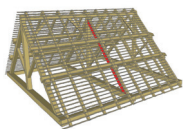
Râpe. Ciseau. Bédane. Gouge. Lapin. Rainette à marquer. Rainette à tracer.



Niveau de dévers et fil à plomb. Trusquin. Grand compas. Petit compas. Petit compas à secteur. Grande équerre. Pièce carrée. Équerre à dossier métallique. Équerre allemande.

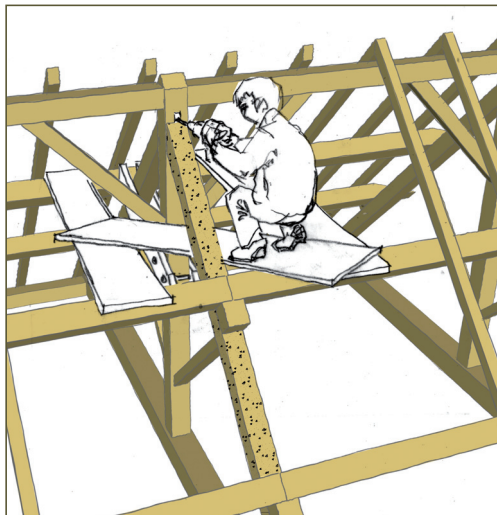


Grande sauterelle. Sauterelle coulissante. Fausse équerre. Niveau de maçon.

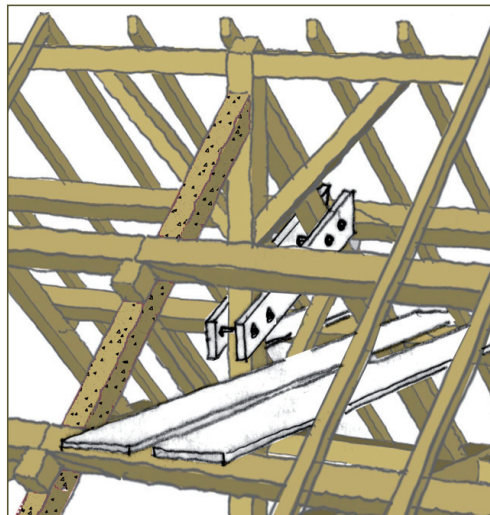


Intervenir sur un arbalétrier

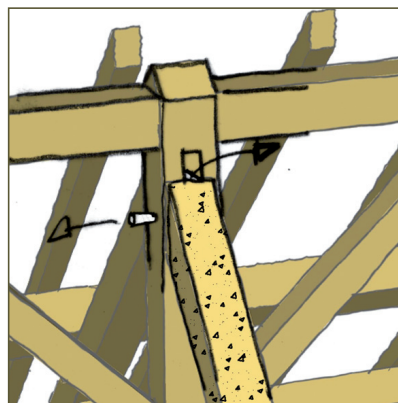
Le remplacement d'un arbalétrier



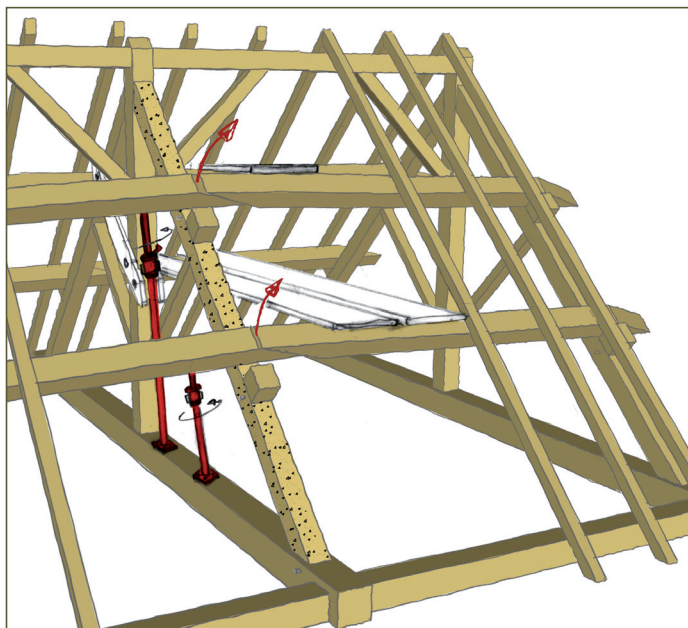
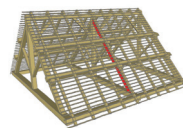
1. On travaille généralement en sous-œuvre, c'est-à-dire sans avoir à dégarnir le toit. On retire simplement les chevrons sur 2 m de part et d'autre de la ferme où l'on intervient.



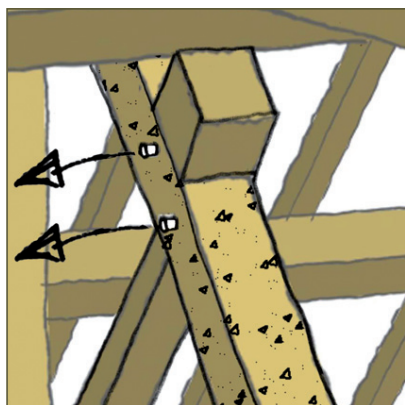
2. On reconstitue le triangle indéformable de la ferme à l'aide d'une pièce moisée reliant le poinçon à l'autre arbalétrier.



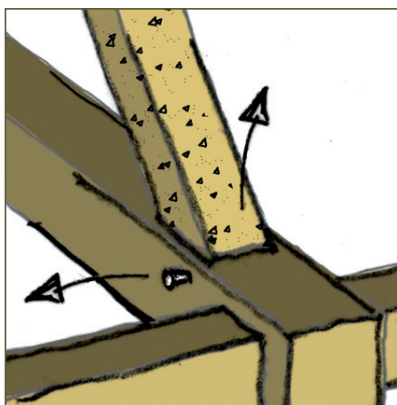
3. On va ensuite retirer l'arbalétrier en déboulant la mortaise.



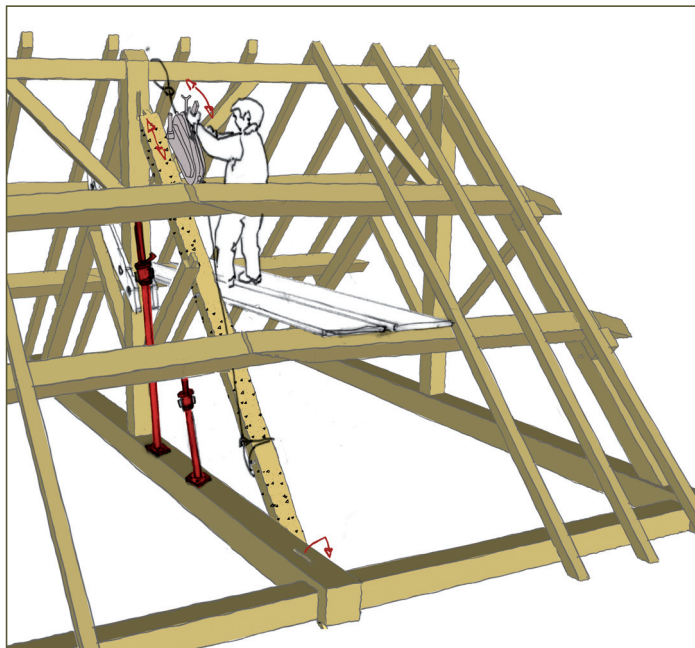
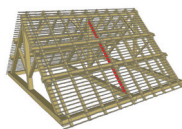
4. Les pannes sont alors soulevées à l'aide de vérins pour pouvoir dégager l'arbalétrier.



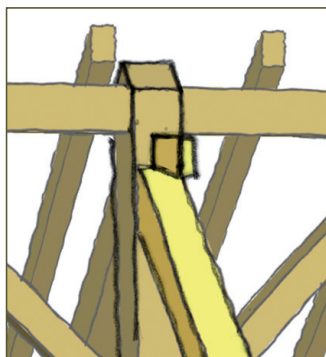
5. On peut alors décheviller la contrefiche et l'échantignole...



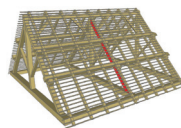
6. ... ainsi que la base de l'arbalétrier.



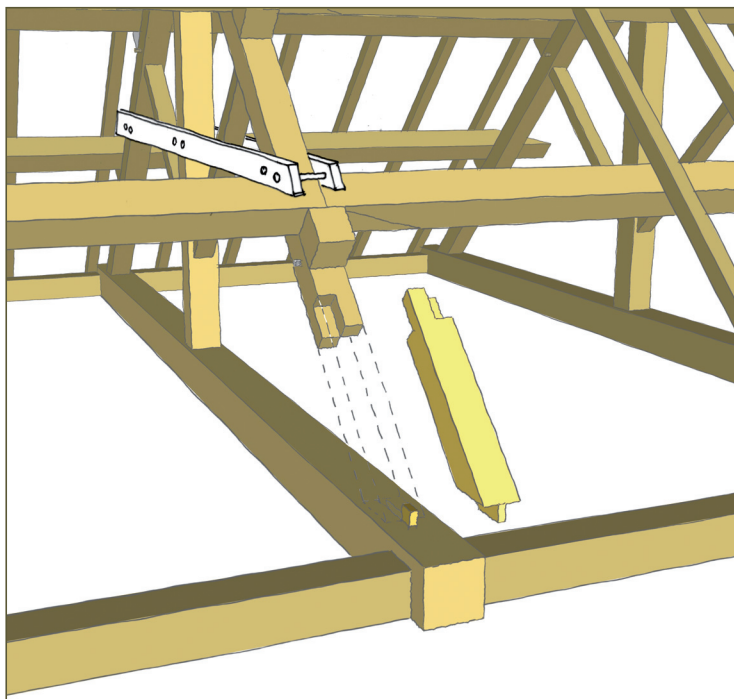
7. L'arbalétrier est finalement retiré à l'aide d'un Tirfor®.



8. Lorsqu'il sera remis en place, une clé sera entrée en force dans la mortaise débouclée pour recréer les propriétés de l'assemblage.



La réparation d'un arbalétrier



Variante d'intervention, avec remplacement du pied d'arbalétrier par une enture à bois debout dans l'arbalétrier et par tenon bloqué dans la mortaise de l'entrait. Une pièce moisée reconstitue la triangulation de la ferme pendant l'intervention.



Principe de l'enture à bois debout ; les pièces s'ajustent sans jeu.

Table des matières

<i>La charpente, un ouvrage complexe et stratégique</i>	4
---	---

Les bois de charpente	7
-----------------------------	---

Les essences utilisées	8
------------------------------	---

Le choix des arbres locaux	8
----------------------------------	---

Les principales essences	10
--------------------------------	----

Chêne et peuplier de charpente	14
--------------------------------------	----

Le chêne de charpente	14
-----------------------------	----

Le peuplier de charpente	15
--------------------------------	----

Formes et sections des bois mis en œuvre	16
--	----

Sections carrées ou sections rectangulaires	16
---	----

Profils et sections	16
---------------------------	----

Abattage et préparation des bois	18
--	----

L'abattage	18
------------------	----

Le séchage	19
------------------	----

Le travail de charpentier	20
---------------------------------	----

L'étude de l'épure	20
--------------------------	----

Le tracé de l'épure	20
---------------------------	----

La mise sur épure	20
-------------------------	----

La mise sur ligne	21
-------------------------	----

Le piquage des assemblages	21
----------------------------------	----

Le marquage des bois	21
----------------------------	----

Le traçage du chevillage	22
--------------------------------	----

et le percement des enlâçures	22
-------------------------------------	----

Le taillage et la vérification	22
--------------------------------------	----

des assemblages	22
-----------------------	----

La mise dedans sur épure	23
--------------------------------	----

Le levage	23
-----------------	----

Les outils de la tradition	24
----------------------------------	----

Lecture d'une charpente	29
-------------------------------	----

Histoire et datation d'une charpente	30
--	----

Les dates inscrites	30
---------------------------	----

Les traces de façonnage	30
-------------------------------	----

Les marques de charpentier	32
----------------------------------	----

Les analyses scientifiques	33
----------------------------------	----

Rôle et fonctionnement d'une charpente	34
--	----

La triangulation	34
------------------------	----

Le contreventement	35
--------------------------	----

Composition d'une charpente	36
-----------------------------------	----

Les pièces de charpente	36
-------------------------------	----

La charpente à croupe	40
-----------------------------	----

Les assemblages	40
-----------------------	----

Typologies particulières	44
--------------------------------	----

Charpentes à la Philibert	45
---------------------------------	----

Charpentes « à la Mansard »	45
-----------------------------------	----

Charpentes « à chandelles »	46
-----------------------------------	----

Charpentes « à chevalets »	46
----------------------------------	----

Charpentes avec arbalétriers	47
------------------------------------	----

assemblés sur des poteaux	47
---------------------------------	----

Charpentes « à hommes debout »	47
--------------------------------------	----

Diagnostic d'une charpente	49
----------------------------------	----

Le relevé de charpente	50
------------------------------	----

Le relevé d'une ferme	50
-----------------------------	----

Le relevé d'une charpente	51
---------------------------------	----

La lecture des désordres	52
--------------------------------	----

Les zones sensibles	52
---------------------------	----

L'encastrement des bois dans la maçonnerie	53
--	----

Deux causes courantes de désordres	54	Intervenir sur un entrain	72
Une humidité stagnante.....	54	Le remplacement d'un entrain	72
Une faiblesse structurelle.....	54	Le renforcement d'un entrain	
Deux désordres courants	55	au niveau d'un assemblage	75
Le fléchissement des pièces de bois	55	La reprise en sous-œuvre	
La désolidarisation des assemblages	55	d'un entrain rompu	75
Les ennemis de la charpente	56	Intervenir sur un poinçon	76
L'humidité et les attaques des insectes	56	Le remplacement d'un poinçon	76
Les insectes xylophages	56	La réparation d'un poinçon	79
La petite vrillette	56	Intervenir sur une panne	80
La grosse vrillette	57	Le remplacement	
Le lyctus	57	d'une panne intermédiaire	80
Le capricorne « des maisons »	58	La réparation d'une panne faîtière	82
L'hespérophone		Premier cas de figure	82
ou « capricorne du chêne »	58	Deuxième cas de figure.....	83
Le termite	58	Intervenir sur une croupe	84
Les champignons lignivores	60	La suppression d'une croupe	84
Le coniochore des caves	60	Créer une charpente	86
Le (ou la) mûrle	61	La création de charpente	
Intervention sur une charpente	63	en extension longitudinale	86
Le recours aux professionnels	64	La création de charpente	
Préparation du chantier	64	en extension orthogonale	88
Coût et durée des interventions	65	Protéger une charpente	90
Le type d'intervention	66	Glossaire	91
La restauration d'une charpente	66	Bibliographie	93
La modification d'une charpente	67		
Intervenir sur un arbalétrier	68		
Le remplacement d'un arbalétrier	68		
La réparation d'un arbalétrier	71		