

Marie-France et Thierry
HOUDART



**techniques de
construction en
bois bruts**



**l'art
de
la
fuste**

Cahier n° 1 - Découvrir la construction en bois bruts



CHAPITRE I 9

Comment l'idée vint aux hommes d'ajuster des troncs d'arbres... ?

- I. EMPILER DES TRONCS : L'ENTAILLE RONDE** 9
- II. AJUSTER LES FÛTS : L'ENTAILLE LONGUE** 18



CHAPITRE II 26

Quelques règles de base...

- I. LE TASSEMENT RETRAIT** 26
- II. LE TASSEMENT COMPRESSION** 34
- III. LES CONSÉQUENCES TECHNIQUES DU TASSEMENT** 38



CHAPITRE III 46

Une maison durable

- I. SELON QUELS CRITÈRES CHOISIR LES BOIS D'UNE FUSTE ?** 46
- II. QUEL TRAITEMENT POUR LES RONDINS ?** 57



CHAPITRE IV 69

Bois brut, santé et environnement

- I. UN MATÉRIAU RENOUVELABLE...** 69
- II. ... ÉCONOMIQUE...** 70
- III. ... QUI PROTÈGE DU FROID ET DU CHAUD** 71
- IV. ... APPORTE LE BIEN-ÊTRE THERMIQUE** 71
- V. TEMPÉRATURE ET HYGROMÉTRIE** 73
- VI. ... PRÉSERVER L'ENVIRONNEMENT** 74



CHAPITRE V 76

Le patrimoine des fustes en France

- I. QUELQUES CONDITIONS...** 78
- II. ... À TRAVERS LES RÉGIONS ET L'HISTOIRE** 79
- III. DES MAISONS OU DES GRANGES ?** 84
- IV. LES MAISONS EN BOIS EMPILÉES ANCIENNES** 89
- V. VERS UNE ÉVOLUTION ...** 90

Pour être tenu
informé de nos
publications,
mises à jour et
pour toutes
informations,
consultez

boisbrut.org

www.boisbrut.org

Marie-France et Thierry
HOUDART

l'art de la fuste



techniques
de construction
en bois bruts

Cahier n° 1 - Découvrir la construction en bois bruts

Principes de base

| | |
|--|-----|
| Avant-Propos | 3 |
| Deux mots d'introduction | 7 |
| Chapitre I | |
| Comment l'idée vint aux hommes d'ajuster des troncs d'arbre pour en faire leurs maisons | 9 |
| Chapitre II | |
| Quelques règles de base pour la construction d'une maison en rondins bruts ajustés | 26 |
| Chapitre III | |
| Une maison durable : choix du bois et traitement | 46 |
| Chapitre IV | |
| Bois brut, santé et environnement | 69 |
| Chapitre V | |
| Le patrimoine des fustes en France et leur évolution architecturale actuelle | 76 |
| En conclusion | 95 |
| Pour en savoir plus | 99 |
| Table des matières | 100 |

Fustis :

en latin, bâton, pieux

Fût :

partie de tronc d'un arbre comprise entre
le sol et les rameaux (*le Robert*)

Futaie :

groupe d'arbres de haut fût dans une forêt

Futaille :

réceptacle de bois pour mettre le vin

Futé :

vif et malin, à force d'esquiver... les
coups de bâton !

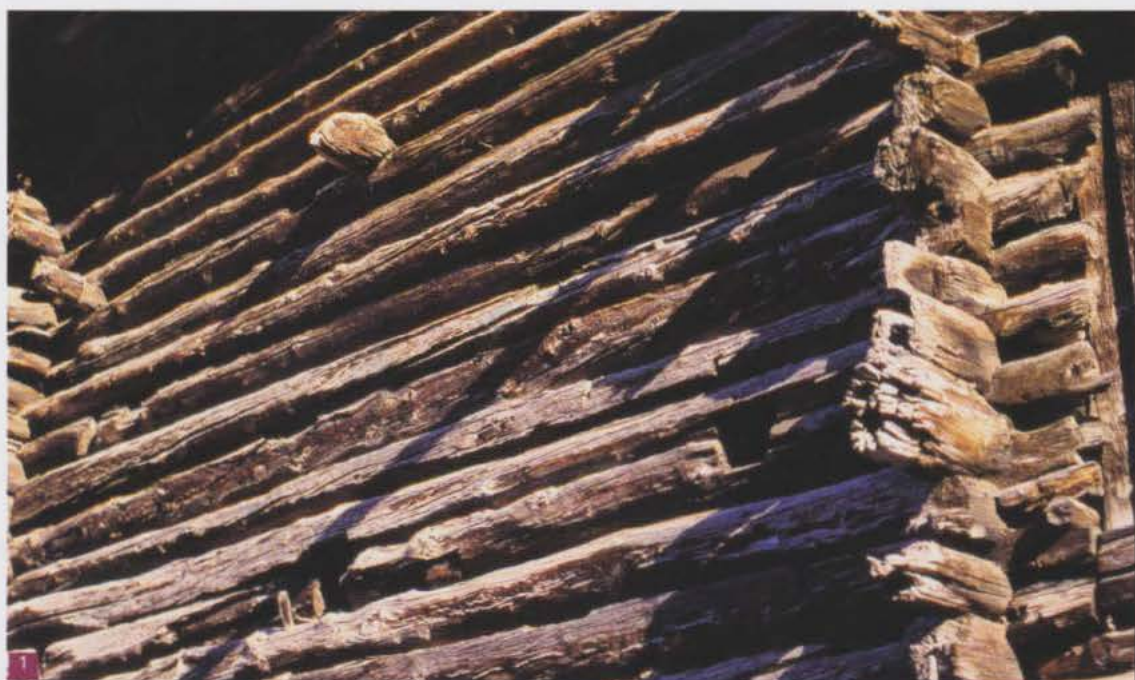
Fuste :

• nom que l'on donne, dans le Queyras
(Alpes du sud), aux grandes constructions
faites de fûts de mélèze entrecroisés et
entaillés aux angles

• navires longs et légers, de bas bord,
sortis des chantiers navals de Venise,
naviguant à la voile ou à la rame,
et faits de fûts

Fustier :

nom que l'on donnait, que l'on donne
encore, dans le sud de la France, à celui
qui sait travailler le bois, les fûts, bien sûr
à l'origine...



Une «fuste» : construction en rondins bruts empilés dans le Queyras (Hautes-Alpes)

A V A N T - P R O P O S

Dès lors nous nous sommes rendu compte - peut-être n'est-ce pas encore trop tard - que notre vie demande aussi du vivant. C'est pourquoi nous avons besoin du bois.

Josef Wiedermann.

Les rêves se déplacent. Aux siècles derniers, nos ancêtres, en majorité des paysans, rêvaient de pouvoir construire, sur une terre enfin à eux, couronnement de bien des générations de misère, une maison de pierre, pour y fixer leur lignée. Vers le milieu du ^{xx}e siècle, les contemporains de nos parents qui, en grand nombre, abandonnèrent la campagne pour les banlieues, rêvaient de pouvoir s'offrir un pavillon de brique ou de béton crépi.

A l'orée du ^{xxi}e siècle, les hommes qui vivent leurs angoisses quotidiennes dans un univers de béton, de parpaings, d'acier, de verre, ceux pour qui espaces, volumes, lignes et matériaux contemporains sont bien plus les symboles du monde du travail et de la compétitivité que de la créativité et de l'innovation, ces hommes-là rêveraient, pour leur maison, de bien autre chose: ils rêveraient d'une maison toute en bois, pas bien grande mais faite à leur mesure, d'une maison qui porterait encore la marque vivante de l'arbre des forêts et la trace de la main de l'homme qui l'a construite, la maison des contes de leur enfance ou celle des pionniers des grands espaces, d'une maison en rondins bruts, une *fuste*.

C'est une maison faite d'arbres, pas des arbres sciés, équarris et rabotés, mais des arbres encore arbres, avec leur forme d'arbre même si elle est tordue, avec leurs nœuds d'arbres qui ne sont ni défauts ni malformation, mais le simple rappel qu'ils donnèrent naissance à une branche.



A Ceilhac, Hautes-Alpes

En fait, ces maisons représentent plus qu'un rêve: elles correspondent presque à un besoin vital, celui de savoir que des hommes, au seuil du troisième millénaire, sont encore capables d'en faire et en font. Cette seule idée réconforte et réconcilie avec l'humanité.

Qu'est-ce donc qui explique l'émotion et l'immense bien-être que chacun ressent lorsqu'il franchit le seuil d'une maison faite d'arbres? Est-ce la masse des troncs, les formes et la force de la nature, la présence encore sensible de la forêt? Est-ce l'odeur du bois, la chaleur enveloppante ou, selon la saison, la fraîcheur tempérée dégagée par les bois? Est-ce la perception douce et claire de la musique et des sons? Ou bien est-ce encore l'apaisante horizontalité des lignes? Tout cela à la fois sans doute. Chacun de nos sens s'y complaît et s'y repose. Et quand le moment vient de sortir, ce n'est

jamais sans regret, quelles que soient les circonstances, que l'on ferme derrière soi la porte d'une maison de rondins bruts.

Mais dira-t-on, ces maisons ont-elles bien leur place en France? Sans doute peut-il se rencontrer dans notre pays des commissions d'urbanisme ou de défense du patrimoine pour affirmer « qu'elles ne sont pas le style de la région » (est-ce à croire alors que 50 ans ont suffi pour que les pavillons de parpaings crépis, qu'on dit aujourd'hui « traditionnels » et qui ceinturent la moindre bourgade, soient devenus la référence en la matière?) ou encore qu'il s'agit d'une architecture étrangère.

D'après I.BILIBINE - Illustration pour les Contes Russes



Pas si étrangère que ça pourtant... Certes, si les maisons de rondins sont illustrées surtout par l'architecture de Russie ou de Scandinavie et par l'épopée pionnière nord-américaine, on a oublié que de nombreuses régions de France possèdent, depuis des siècles, une tradition de construction en bois bruts empilés et entrecroisés aux angles. On en trouve dans les Alpes bien sûr, au nord comme au sud, où l'on connaît bien les « fustes » du Queyras, du nom des troncs ou « fûts » qui les composent, chalets d'alpages ou granges (ill.1-3 et p. 80-81); mais aussi dans les Landes (ill.5), l'Agenais, l'Allier, le Périgord, la Franche-Comté, le Morvan, les Vosges (ill.21 et p. 80, 82, 84, 85), où des hommes, les travailleurs des forêts particulièrement, vivaient encore à la fin du XIX^e siècle, dans des « baraques » de perches superposées. On a oublié aussi que les premiers pionniers du nouveau monde étaient des Français. Cette tradition, toutes les conditions semblent aujourd'hui réunies pour la voir renaître.

En effet, les formes que prend l'habitat à un moment donné sont le résultat de la combinaison de multiples facteurs: les matériaux disponibles et les coûts de construction, l'évolution des techniques, les modes de vie, les ambitions et mutations sociales... C'est ce qui fait le charme et la diversité, imprévisible, changeante, évolutive, de chaque région.

En ce sens, l'histoire de la construction en bois en France est celle du recul de la forêt au fur et à mesure de la multiplication des hommes et du développement industriel du XVII^e au XX^e siècle, celle de l'aspiration paysanne à concrétiser par une maison de pierre faite pour durer la pérennité d'une famille sur un bien, celle de l'ascension sociale d'une population aspirant à calquer son mode de vie sur celui de la bourgeoisie citadine, celle du paraître pour montrer ce que l'on a.



Photo T. Houdart

Fustes du Queyras (Hautes-Alpes) aujourd'hui

3

Or, depuis la fin du XX^e siècle, toutes ces conditions ont changé. Urbains dans leur très grande majorité, dissociant, bien plus qu'auparavant, le temps du travail, toujours plus court, du temps privé, appelé à s'allonger, les hommes souhaiteraient bien souvent se rapprocher d'une nature longtemps méprisée. Ayant dépassé le « paraître », ils veulent plus simplement « être », vivre leur vie privée dans un lieu où ils se sentent bien, protégés, réconfortés, apaisés: la maison en bois a tout, semble-t-il, pour combler ces nouveaux désirs.

Quant à la forêt, plantée ou spontanée sur des terres agricoles abandonnées à la friche ou aux reboi-

La maison de rondins dans l'imaginaire,

c'est la maison des biquets, bien en sécurité contre le loup quand maman chèvre n'est pas là,



c'est la maison des contes de Noël sous la neige, celle de l'ours Michka ou de Boucle d'Or,



c'est la maison des pionniers qui dansent au son du violon quand la charpente est posée.



III. de *La chèvre et les biquets*, Michka et *La petite maison dans la prairie* (Ed. Flammarion)

4



Village dans les Landes en 1808 : la plupart des maisons sont en rondins.
(Lit. de G.Engelmann, Bibliothèque des Arts Décoratifs, Paris, Collection Maciet)

5

seurs, sa superficie a doublé depuis le début du siècle. Le matériau est donc là aussi, abondant, à portée, « de pays ».

Pourtant on dit beaucoup que les bois français, les résineux en particulier, sont de piètre qualité, et l'on continue à faire venir des pays nordiques une grande partie des bois de construction, dont on tire chevrons, bois de chalets, sciages et autres produits cali-

brés, normalisés, de forts rendements, pour laisser aux bois français le sort de terminer pâte en à papier ou palettes de manutention.

« Quel gaspillage! » s'exclament néanmoins certains doctes devant une maison de rondins bruts. Et pourtant! La première économie est réalisée sur l'énergie (car sa construction ne demande guère que de l'énergie solaire d'abord, humaine ensuite); la seconde sur tous les produits d'isolation, doublage, parement, revêtement (de bois ou autres matériaux) qui n'ont pas lieu d'être; la troisième sur les pertes de bois qu'entraînerait le sciage: les calculs montrent, en effet, qu'une maison à ossature-bois (c'est-à-dire faite d'une ossature de pièces de bois sciées et revêtues) n'en consomme pas beaucoup moins qu'une maison de rondins bruts. Enfin, est-ce gaspillage qu'utiliser une ressource française souvent très mal valorisée, la construction en rondins bruts s'accommodant fort bien de bois moins droits, plus décroissants et moins denses que les bois du nord?

Reste la technique de construction. On n'en est certes plus au temps où il fallait, avant chaque hiver, calfeutrer de mousse les joints entre les bois. Le grand renouveau dans le monde de la construction en troncs bruts, à l'origine duquel se trouve le Canadien Allan Mackie qui, vers les années 1970, lança en Colombie Britannique, son école de *log building*, amena une modernisation totale de l'outillage, de la technique et de la conception de ces maisons. De nos jours, la construction en arbres entiers est un travail spécialisé de très haute technicité, et le système d'entaille et de jointage des bois d'une précision parfaite: de cabane de pionnier ou de baraque provisoire, la *log home* nord-américaine est devenue demeure luxueuse, dont on vante les qualités de confort et d'isolation.

Ça peut être aussi un rêve qui se réalise :
l'ossature de la fuste est finie...



De très gros bois pour une petite maison...



Réalisations "Les Bois de la Combe Noire"

6

Sous la neige comme dans les contes...



Qu'en est-il en France? Avouons que la technique, même rudimentaire, s'y était bien perdue, jusqu'au jour où, après quelques tentatives dispersées et sans lendemain, un certain sens de l'air du temps et la connaissance des expériences nordiques et américaines aboutirent à la création, dans les vingt dernières années, d'une, puis de trois ou quatre petites entreprises saines

de construction en rondins bruts. Pour commencer, elles eurent tout à apprendre: tenter, tester, faire des erreurs, s'adapter aux bois, aux besoins français, innover, se perfectionner, faire leurs preuves.

Aujourd'hui, exemple rare, des maisons totalement artisanales, taillées manuellement, viennent concurrencer sur leur prix et pour une qualité et un confort qui souffrent facilement la comparaison, des maisons faites en série à base de matériaux industriels.

Le mode de construction en rondins bruts est aujourd'hui en train de se développer: le bois est là, la demande aussi, de plus en plus pressante. Et s'il est un temps pour expérimenter et produire, il en est un autre pour transmettre à d'autres connaissances, gestes et tours de main, pour former les nouveaux constructeurs dont la forêt et le pays ont besoin. Il ne s'agit pas de créer une concurrence aux entreprises existantes, bien au contraire car, c'était déjà l'idée d'Allan Mackie « Plus les gens connaîtront le principe de construction d'une maison en rondins, plus ils seront nombreux à en vouloir une » (*Building with logs*, p. 91).

Il ne s'agit certainement pas non plus d'édicter des règles. En notre époque de normalisation universelle, toutes les techniques de construction en bois massif empilé sont considérées par le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (C.S.T.B.)



7

Une maison de bois bruts aujourd'hui
Réalisation "Les Bois de la Combe Noire" (B.C.N.)

dans le métier et de la confrontation régulière avec la pratique et les innovations apportées par ses collègues européens et américains.



8

Les outils du fustier - Extrait du catalogue
de Lee Valley Tools

tion de « fustiers » et d'architectes innovateurs, c'est tout l'objet de cette collection.

La fuste, la maison d'arbres bruts, représente le point de rencontre entre la force de la nature et l'art de l'homme. La nature sait ce qu'elle fait. Aidons les hommes à construire dans l'Art. Aidons-les à devenir de vrais Artisans.

comme « traditionnelles », c'est-à-dire ne relevant pas de règles codifiées mais de savoir-faire transmis par l'expérience des artisans-constructeurs. C'est justement l'intention de l'un d'entre eux (un des premiers à avoir réintroduit en France cette vieille technique) de mettre par écrit les fruits de cette expérience, née de vingt ans de travail

Que ces « cahiers d'un constructeur » soit, pour les débutants, un guide de travail; qu'ils apportent aux plus chevronnés des éléments de comparaison, de remise en question, de discussion; aux concepteurs des bases techniques à leur travail de création; aux acquéreurs potentiels des éléments d'appréciation et de choix; et aux décideurs des moyens d'évaluation et de reconnaissance.

Apprendre à l'ensemble du public ce qu'est, aujourd'hui, une maison de bois bruts, une « fuste » moderne, et comment elle est faite; apprendre à ceux, amateurs ou professionnels, qui veulent construire pour eux ou pour d'autres, comment faire dans toutes les règles de l'art une maison de fûts, inciter des jeunes à se lancer dans le métier, dans « l'art de la fuste », susciter une génération



Deux mots d'introduction

Construire en rondins bruts, c'est-à-dire en troncs d'arbres, ou encore, à proprement parler, en « fûts », est plus qu'une technique : c'est un art. Car, d'un matériau naturel irrégulier dont seul le temps stabilisera les dimensions, il faut faire une maison qui soit belle, certes, mais aussi solide, étanche, et qui devra le rester.

« Alors, fustier, ça va ce matin ? »

Le constructeur est là depuis quelques jours. Les gros troncs de mélèze entaillés sont déjà remontés, la charpente est posée. Les voisins passent, commentent, admirent, critiquent, s'interrogent, interrogent... La technique est nouvelle par ici. Mais il faut croire qu'elle renvoie à un vieil archétype, à des souvenirs enfouis dans la mémoire du pays, puisqu'on retrouve le mot, spontanément : « Eh le fustier, comment ça va ce matin ? » demande un vieux qui aime venir traîner sur le chantier. « Fustier » bien sûr, puisque la maison est faite de fûts, puisque dans certaines régions de France comme le Queyras on appelle « fustes » les constructions-granges faites de fûts entrecroisés selon la technique du fustier.

Décidément, les fustes et les fustiers sont bien français, puisque les mots existent toujours pour les désigner.

Les fustiers construisent des fustes. Les fustes sont les maisons faites de fûts, et les fûts poussent dans les futaies...

Il est temps d'en parler.



Le métier de fustier : apprendre à maîtriser la force des troncs bruts dans le respect des lois du bois.

Ce cahier est donc le premier de l'Art de la fuste. Il sera consacré, dans un premier temps, à l'histoire et à l'évolution, de par le monde, de la technique de construction des maisons qui, de la préhistoire à nos jours, ont été et sont faites d'arbres bruts ou « fûts », et sont plus connues aujourd'hui sous le nom de « maisons en rondins », emprunté au monde des contes d'Europe et de Russie ou aux récits des pionniers américains.

Ce survol aidera à mieux comprendre les principes de base du mode d'entaillage et de jointage de troncs d'arbres bruts et permettra d'abor-

der, dans un deuxième temps, les problèmes liés aux caractéristiques biologiques de ce matériau qu'est le bois : un matériau vivant, instable, contraignant, exigeant, un matériau pourtant « qui aura beaucoup à donner si nous acceptons ses lois internes »¹. De ces lois, ce premier cahier en abordera deux, qui sont fondamentales.

La première de ces lois internes, s'agissant de construction en bois empilés horizontalement, est le **retrait du bois au séchage** : il provoquera des changements de dimensions des murs de rondins, ce dont il faudra tenir

1. J. Wiedermann, *Construire en bois*, t.2, Presses polytechniques et universitaires romandes, p. 10

Photo B.C.N.



Le confort d'une maison d'aujourd'hui dans des bois bruts.

compte, tant dans le mode d'entailage que dans la mise en œuvre des différents éléments constitutifs de la maison (pignon, toiture, portes et fenêtres, cloisons intérieures...)

Seconde de ces lois internes : le bois doit être protégé, de l'eau qui le ferait pourrir et des insectes qui aiment s'en nourrir. Si le fût, non scié, garde sa protection naturelle contre les agents extérieurs, il faut pourtant observer des règles de base pour **assurer sa longévité**.

Il existe, certes, de nombreux ouvrages, écrits notamment par des constructeurs canadiens et nord-américains de renom, qui ont largement contribué à diffuser la technique de construction en rondins ajustés. Mais avec un recul de vingt ans dans la pratique de cette technique en France, nous avons été conduits à penser que ces ouvrages, écrits pour le continent américain, s'appliquaient mal à la construction en rondins bruts telle qu'on peut la concevoir en France et en Europe, tant en raison des caractéristiques de nos bois (conformation, mode d'exploitation, essences, propriétés physiques et mécaniques...), que

de l'architecture traditionnelle, des modes de vie et des normes de construction qui sont propres à nos régions. C'est pourquoi nous avons jugé utile de livrer le fruit de notre expérience de constructeur français et européen.

Par ailleurs, ce premier cahier de l'*Art de la fuste* n'abordera que les principes de base. Chacun des points qui y seront exposés (et bien d'autres) sera largement développé dans les numéros suivants, et en particulier tous les aspects pratiques et techniques de la fabrication.

Puisse donc ce cahier contribuer seulement :

- à mieux faire connaître au public les grands principes et les points les plus délicats des maisons en rondins bruts ;

- à faire prendre conscience aux constructeurs, néophytes ou expérimentés, par ce petit détour historique et biologique, les raisons des règles de construction et les aider à démarrer sur de bonnes bases ou à réfléchir, le cas échéant, sur leur façon de faire ;

- à mieux faire comprendre à tous, et aux représentants des pouvoirs publics en particulier, que la maison de bois brut, qui correspond actuellement à un besoin si fort, est de tout temps et de tous pays, qu'elle peut s'intégrer à tout environnement comme un arbre s'intègre dans un jardin, un pré, une ville, et que la technique actuelle peut en faire une demeure aussi confortable, sinon plus, que les plus confortables des demeures d'aujourd'hui.

La première édition de cet ouvrage date de 1996. Depuis la construction en bois brut s'est développée en France, en Suisse, en Belgique... Plus d'une trentaine d'entreprises se sont créées. Nos jeunes artisans, nos architectes font preuve d'innovations et une architecture nouvelle est en train de naître, plus respectueuse de l'environnement.

La maison de bois brut est la vraie maison saine d'aujourd'hui.

Quand on a une bonne hache, quantité d'arbres abattus dans une clairière défrichée et qu'on doit rapidement élever une maison solide, la solution la plus simple, utilisée de l'âge du bronze au ^{xx}e siècle : croiser quatre fûts deux à deux, les bloquer dans des entailles sommaires, monter plusieurs tours de rondins l'un sur l'autre et combler les joints de terre et de mousse... en attendant de savoir ajuster les bois.

CHAPITRE I

Comment vint l'idée d'ajuster des troncs d'arbres pour en faire des maisons

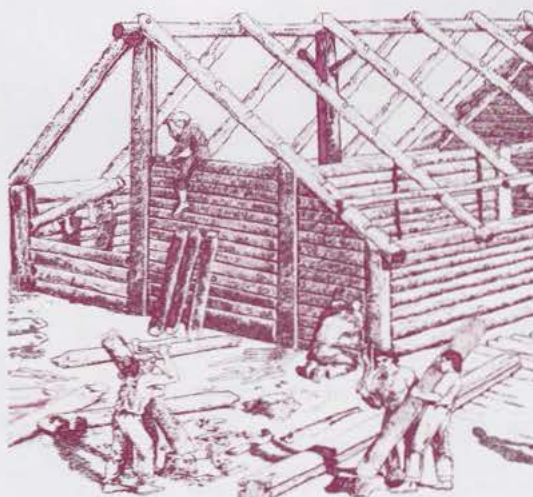
1ère ETAPE - EMPILER DES TRONCS : L'ENTAILLE RONDE

Le principe de base ? Il est vraiment très ancien. Quand les hommes ne disposaient que de haches de pierre polie, ils ne pouvaient guère couper, quand ils défrichaient, que du taillis ; aussi leurs maisons étaient-elles généralement faites de perches d'assez faible section, 10 à 15 cm de diamètre, rarement plus de 20 cm, plantées dans le sol, et de clayonnages de branchages et de torchis ¹.

Mais quand, dix siècles avant Jésus-Christ, la hache de bronze, ce métal révolutionnaire que l'on vient d'inventer, vient remplacer, chez les peuples venus des grandes forêts de résineux de l'est de l'Europe, la hache de pierre, il devient alors possible d'abattre des arbres de fortes sections, de défricher complètement de vastes espaces et de conquérir de nouvelles terres. Seulement, avec le bronze, on fabrique aussi des armes ; si bien que l'homme devient aussi redoutable pour ses voisins que pour son milieu : la forêt recule devant les besoins agricoles, des différences sociales apparaissent et l'insécurité grandit. Les hommes en viennent à se battre pour le contrôle des terres, ils doivent s'organiser, se protéger derrière des murs solides. C'est de

1. Pierre PETREQUIN, *"Cultivateurs néolithiques en ambiance forestière"*, p. 14-24.

Aimé BOQUET, *"L'architecture d'un village néolithique à Charavines dans l'Isère"*, p. 25-33.



11

Au VIII^e s. av. J.-C., à Biskupin (actuelle Pologne), les hommes empilaient les troncs pour faire leurs maisons (d'après Grégoire SOBERSKI, *Une cité fortifiée à l'Age du fer, Biskupin*, éd. Albin Michel Jeunesse).

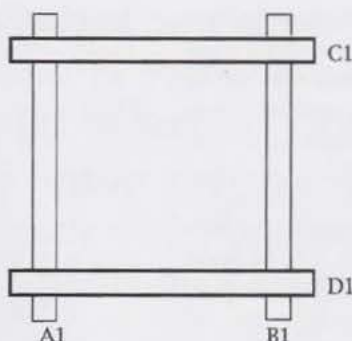
I. Comment vint l'idée d'ajuster des troncs d'arbres...

cette époque troublée, vers le VIII^e s. av. J.-C., que datent les premières maisons faites d'arbres empilés², une technique qui sera réinventée à chaque fois que des hommes devront se protéger rapidement contre un milieu froid et bien souvent dangereux, voire hostile, en ayant comme seule ressource abondante des troncs d'arbres.

1. La cellule de base

Essayons de reconstituer le cheminement technique et les avancées progressives de tous les « fustiers » qui, au cours des âges, ont imaginé de construire en fûts empilés³.

Qu'il se nomme Iann, Ivan, Jean ou John, qu'il vive au VIII^e siècle avant Jésus-Christ ou au XX^e siècle après, dans l'Ancien Monde ou le Nouveau : il a une bonne hache et quantité d'arbres abattus dans une clairière défrichée, et il doit élever rapidement une maison solide et chaude pour passer l'hiver. Il n'est pas même besoin de creuser la terre pour la fixer au sol. Il prend quatre grosses pierres un peu plates qu'il dépose en carré, à peu près écar-



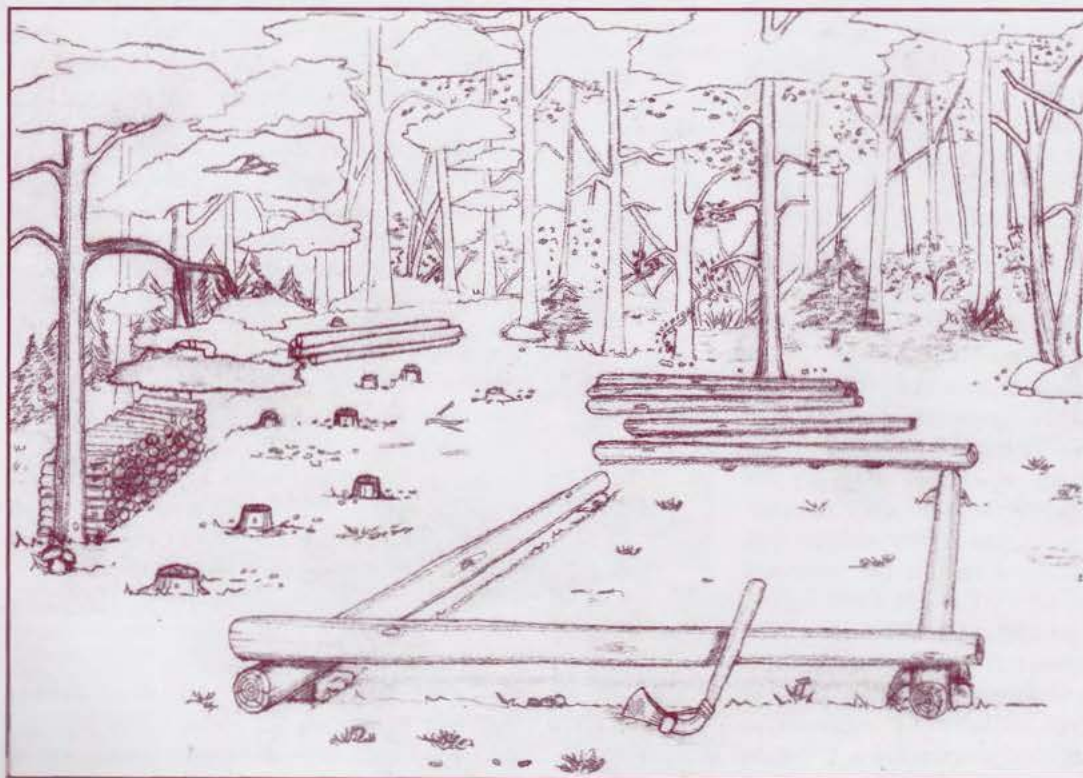
12

La cellule de base :
4 arbres abattus et
entrecroisés

tées à la longueur des fûts abattus. Avec l'aide de son fils ou de son frère (dans ce genre d'entreprise, on se lance généralement en famille...), il dispose parallèlement deux fûts sur les quatre pierres. Et puis il prend deux autres fûts qu'il pose parallèlement aussi et perpendiculairement par rapport aux deux premiers. Voilà : le carré de sa maison est délimité (ill.12). Les Russes l'appellent le « sroub » car le verbe « roubit' » veut dire « abattre », et que cette cellule de base est faite d'arbres juste abattus, de fûts bruts⁴.

2. P. PETREQUIN,
*Gens de l'eau, gens
de la terre*,
p. 257-278.
G. SOBERSKI, *Une
cité fortifiée à l'Âge
du fer, Biskupin*.

3. Il ne s'agit
nullement ici de
reconstituer l'histoire,
mais d'essayer
d'imaginer et de
mieux comprendre
les tâtonnements et
avancées succes-
sives de cette tech-
nique, pour tout
homme ou tout
groupe humain
soumis, quelle que
soit l'époque, à des
conditions dans
lesquelles il doit
tout inventer, le
degré de perfection
de ce type de
construction dépend-
ant bien davantage
de l'état d'esprit
et des besoins de
ceux qui le prati-
quent que d'une
quelconque évolu-
tion historique.

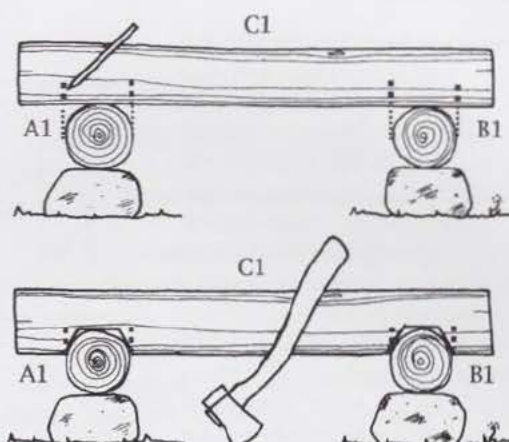


13

De la forêt à la mai-
son, chez les pion-
niers défricheurs et
les travailleurs des
bois...

Mais, premier problème : posez deux cylindres en croix l'un sur l'autre : ils roulent. Le constructeur-fustier va donc, de sa hache, faire une entaille rudimentaire dans les deux fûts supérieurs (C1 et D1) pour les bloquer à l'écartement des deux fûts de la base, A1 et B1, après avoir soigneusement marqué ses repères, **bien verticalement**, avec un outil pointu (selon les époques, une pierre affûtée, un bout d'os taillé, une pointe en métal, un bâtonnet durci et noirci au feu, un crayon...) (ill.14).

Certes, par souci de facilité, il aurait très bien pu faire une entaille en forme de cuvette dans les rondins inférieurs - bien d'autres l'ont fait avant lui -, pour recevoir et bloquer les fûts supérieurs qui viendront s'y encastrer. Mais il s'est dit que l'eau de pluie risquerait de s'infiltrer et de stagner dans cette cuvette ; aussi préféra-t-il ne pas ménager sa peine pour que sa maison dure plus longtemps. L'entaille sur le rondin supérieur demande, certes, plus de précision et de travail, mais c'est bien elle qui a prévalu à peu près partout.



14

Le constructeur fait quatre marques sur le dessous du fût supérieur, C1, bien à l'aplomb de chacun des deux fûts inférieurs (A1 et B1)...

...y creuse deux entailles rudimentaires, et met ses bois en place.

4. Igor BARTNEV, Boris FEDOROV, *Architecture de la Russie Septentrionale*, p. 6



DANS LES CARPATHES, AU 1er s. AV.J.C. : « Au royaume de Pont, dans la Colchide (actuelle Géorgie), où les forêts fournissent le bois en grande abondance, voici la manière dont on s'y prend pour bâtir : Après avoir couché par terre, à droite et à gauche, des arbres dans toute leur longueur, en laissant autant d'espace entre eux qu'il est nécessaire pour placer d'autres arbres en travers, on assemble ceux-ci avec les premiers, par les extrémités, de manière qu'ils enferment tout l'espace destiné pour l'habitation ; ensuite, en posant des quatre côtés d'autres arbres qui portent les uns sur les autres au droit des angles et en les mettant à plomb de ceux d'en bas, on élève ainsi les murailles et les tours, en ayant le soin de remplir les intervalles entre les arbres avec des échelas et de la terre grasse. »

VITRUVI, *Les dix livres d'Architecture*, éd. Balland

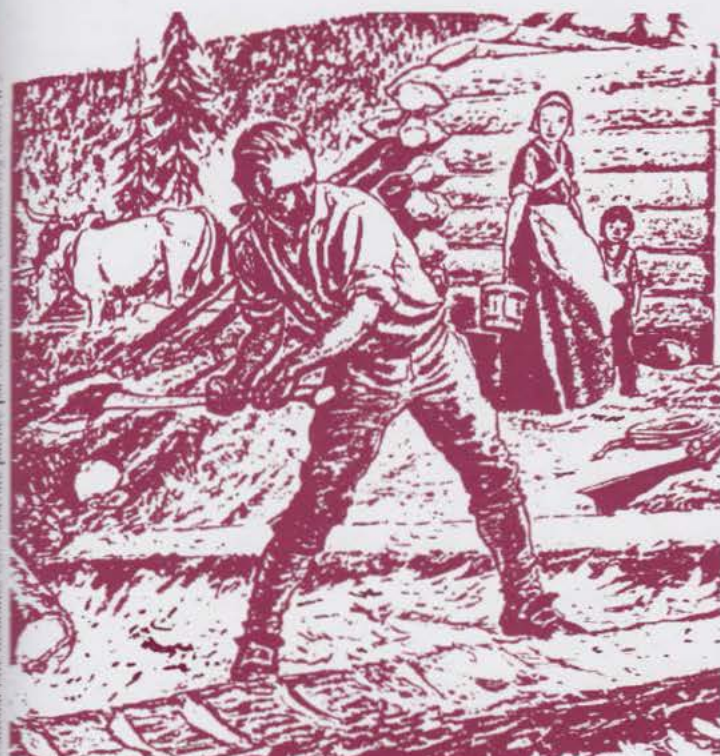


AUX ETATS-UNIS AU XIXe s. : « Papa fit rouler deux de ses plus grands rondins. C'étaient de solides troncs d'arbres... Papa leur donnait le nom de traverses. Papa apporta ensuite deux autres robustes troncs d'arbres et les fit rouler jusqu'aux extrémités des traverses, de façon à dessiner un carré sur le sol. Il fit alors, à la hache, une large et profonde entaille près de chacune des extrémités de ces troncs. Il creusa ces entailles sur le dessus de chaque tronc, mais, de l'œil, il ne cessait de jauger les traverses, de façon à ce que les troncs encachés viennent bien s'emboîter par-dessus la moitié de chacune d'elles. Quand il eut fini de le découper, il fit rouler chaque tronc sur lui-même : ses entailles s'ajustèrent exactement sur les traverses... Aux angles, là où les deux pièces se croisaient, les entailles avaient permis de si bien les assembler qu'ils n'avaient, une fois réunis, que l'épaisseur d'un seul tronc. »

Laura INGALLS WILDER, *La petite maison dans la prairie*, éd. Flammarion, t.1, p. 65-66

15

Pour parer au plus pressé, pour se protéger du froid et des "sauvages" (le fusil reste à portée de la main), le pionnier canadien se presse d'achever sa maison de "logs".

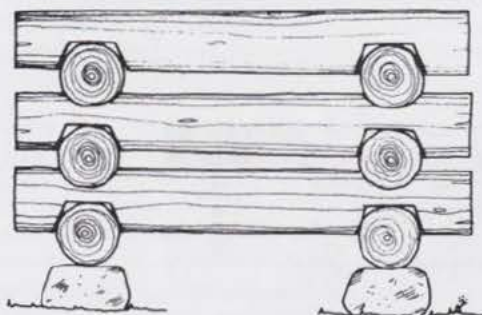


I. Comment vint l'idée d'ajuster des troncs d'arbres...

2. Comment rapprocher les bois? Le premier gabarit.

Passons au tour suivant. Le fustier va vite se rendre compte que cette petite encoche ne suffit pas: l'espace reste beaucoup trop important entre deux rondins pour que la maison soit facile à calfeutrer (ill.16). Comme il construit demi-tour par demi-tour, il comprend que, si à chaque demi-tour il pratique une entaille « à mi-bois », les deux rondins superposés viendront se toucher. La hauteur de l'entaille à pratiquer équivaut donc à la hauteur du rayon (ou 1/2 diamètre) du rondin qu'il faut venir recouvrir (ill. 17).

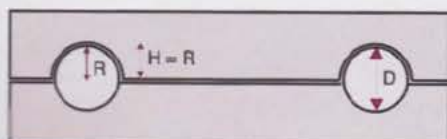
Seulement cette hauteur n'est pas la même pour les deux entailles car les ron-



16

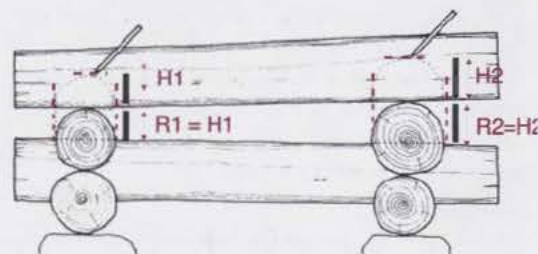
Les rondins sont trop espacés: l'entaille doit être plus ajustée.

dins sont irréguliers. Si Charles, le père de Laura, dans « *La petite maison dans la prairie* » procède « au jugé » (cf. encadré p. 11), on imagine que certains fustiers ont eu l'idée, par exemple, de se servir d'un bâtonnet coupé à la bonne dimension comme d'une jauge, pour reporter le plus précisément possible, et à la verticale, la largeur et surtout la hauteur de l'entaille à pratiquer. On a donc maintenant trois repères, deux



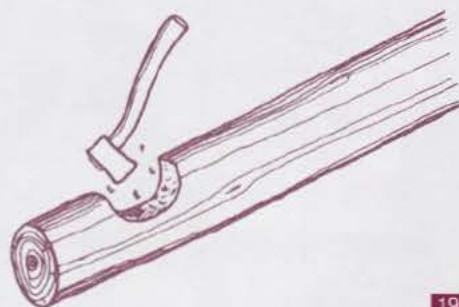
17

▲ Si les bois étaient réguliers, de même diamètre et parfaitement cylindriques: hauteur d'entaille = $\frac{\text{diamètre}}{2}$ = rayon



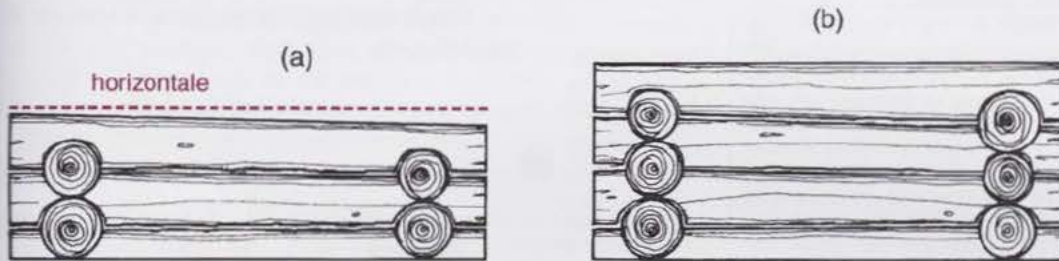
18

Un bâtonnet-gabarit permet de reporter sur le bois supérieur les hauteurs d'entaille, H1 et H2, c'est-à-dire la dimension du rayon de chaque bois inférieur. Chaque entaille à pratiquer est donc délimitée par trois marques...



19

...qui serviront de repères pour creuser, à la hache, une entaille à peu près ronde. On n'imagine pas ce que l'on peut faire, avec un peu d'expérience et d'habileté, avec une hache bien affûtée.



20

La difficulté est d'alterner correctement "gros bouts" et "petits bouts" pour que, 1 tour sur 2, les bois se retrouvent horizontaux.

fine (ill.20a). Il rectifiera s'il en est temps aux tours suivants, de façon à ce que, un tour sur deux, la construction soit à peu près de niveau (ill.20b).

Tour sur tour, la fuste monte jusqu'à une hauteur de 2 m - 2,50 m. Au bout de quelques jours, surtout avec de l'aide, elle peut être terminée. Il faudra alors poser une charpente et découper les ouvertures.

Certes, comme les bois sont irréguliers, et comme ils sont seulement tangents l'un sur l'autre, il faudra bien calfeutrer la maison, *mousser les coustières*, comme on disait en Franche-Comté, avec de la terre, de la mousse, des sphaignes⁵, des copeaux, des papiers, des chiffons..., et revoir l'étanchéité avant chaque hiver. Et pour savoir où il y a des fuites d'air, c'est tout simple : on allume un feu dans la maison, et là où sort la fumée, on sait qu'il faudra bourrer...!

5. Comme aussi Youza le lithuanien dans *La saga de Youza*, par Y.Baltouchis, p. 40



21

Maison de bûcherons dans les Vosges (*Le Tour du Monde* XLVIII, 1884, p. 161): "... des baraques quadrilatérales faites avec des arbres en billes couchées les unes sur les autres..."

1. Comment vint l'idée d'ajuster des troncs d'arbres...



ET EN FRANCE AU XIX^e S. ENCORE... : « Les charbonniers construisent leurs baraques avec des perches de bois, plus ou moins grosses, plus ou moins longues, suivant les dimensions qu'ils veulent donner à leur habitation. Ces perches sont les plus belles, les plus droites de la forêt, en chêne, hêtre, tremble, frêne. On les superpose les unes sur les autres en carré ou rectangle. Aux angles, on les assujettit, de manière à ce qu'elles ne s'écartent pas, dans des mortaises faites à grands coups de hache, de manière que les deux extrémités de la perche supérieure soient encadrées dans les deux extrémités de la perche inférieure. On comprend que les perches du bas, les plus près du sol, doivent avoir un certain diamètre, afin qu'elles puissent supporter les autres, toujours d'aplomb, autant que possible. Celles qui sont placées dessus vont, à mesure qu'on s'élève, en diminuant de grosseur, jusqu'à la hauteur de 6 à 8 pieds, hauteur ordinaire de la chambre à habiter... (Après avoir fait les pignons et le toit) la baraque est à jour. Il s'agit de revêtir les quatre côtés, qu'on appelle les coustières, et les deux pignons, de boucher les ouvertures qui se trouvent entre les perches rondes superposées. Pour cela, on se sert de mousse, d'énormes quantités de mousse, serrée par poignées, introduite de force dans les interstices. C'est ce qu'on appelle « mousser les coustières ».

Abbé Eugène BOUCHEY, *Charbonnier dans les bois*, p. 53, écrit en 1874 par le fils d'un charbonnier en Franche-Comté

Bien des peuples se sont contentés de cette maison vite faite, et finalement très chaude une fois que les fûts, souvent verts à la construction, avaient un peu séché : depuis les hommes des forêts de l'âge du bronze jusqu'à ceux d'aujourd'hui, des Thraces décrits par l'ingénieur architecte romain Vitruve au I^{er} siècle avant Jésus-Christ, aux pionniers du Canada ou de l'ouest américain, aux charbonniers et bûcherons français du XIX^e siècle, qui construisaient leurs « baraques » pour un an ou deux, quelquefois plus, le temps que pouvait durer leur chantier dans la forêt ⁶ (ill.21).

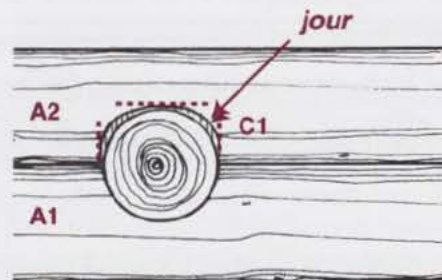
Mais quand l'urgence n'obligeait pas à parer au plus pressé, quand on pouvait prendre un peu plus son temps, réfléchir, quand on pouvait penser que la maison qu'on allait construire durerait plus si on y mettait plus de soin, alors on ne se contentait plus de cette entaille approximative, et, quel que soit le pays ou l'époque, on trouvait l'outil, tout simple, dans la nature sans doute, pour tracer des entailles bien ajustées.

6. Sur les baraques de charbonniers et bûcherons : Eugène BOUCHEY, *Charbonnier dans les bois*, Besançon. PPETREQUIN, « Une architecture liée à l'exploitation de la forêt : la baraque de charbonnier » Charles GRAD, « Voyage à travers l'Alsace et la Lorraine », *Le Tour du Monde*, 1884

3. Premiers tracés : une histoire de translation.

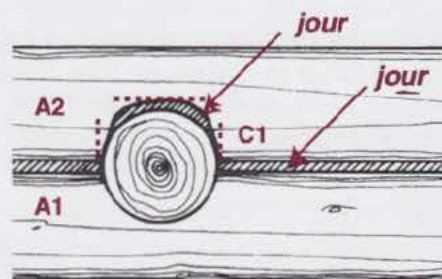
22

Les trois repères ne suffisent pas. L'entaille est trop large, et l'air passe...



23

...ou trop étroite, et le rondin ne peut « descendre » : il faudra combler les jours.



Revenons en arrière. Le fustier a déjà fait deux ou trois tours de rondins et il contemple ses entailles. Elles ne s'adaptent pas parfaitement : elles sont soit trop larges, et l'air passera (ill.22), soit trop étroites, et dans ce cas le fût de dessus, qui reste suspendu, ne peut venir toucher celui de dessous (ill.23) ; le joint ne se fait pas, il faudra combler l'espace entre les bois.

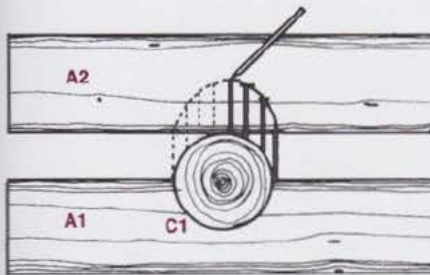
Et puis le fustier songe que, si au lieu de reporter un gabarit seulement sur la partie la plus haute du rondin supérieur (A2), pour marquer la hauteur maxima correspondant au rayon du bois inférieur (C1) (ill.18), il le promenait verticalement en suivant le profil de ce rondin C1 de point en point, il pourrait reporter parfaitement sa forme sur le rondin A2 (ill.24) : en mathématiques, cela s'appelle faire une « translation ».

Il teste son système sur une entaille : c'est mieux, ce n'est pas encore parfait. Il faut dire que son bâtonnet n'est qu'une jauge, et que,



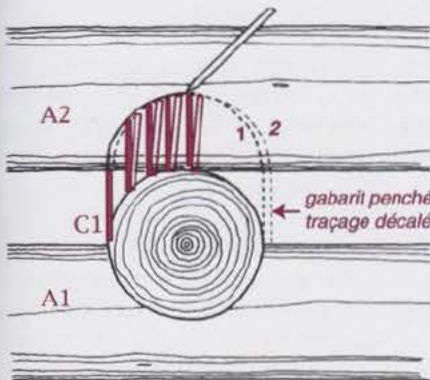
La translation en géométrie est le « *Déplacement, mouvement* (d'un corps, d'une figure) au cours desquels les positions d'une même droite liée à la figure ou au corps restent parallèles. C'est une « *transformation ponctuelle faisant correspondre à chaque point de l'espace un autre point par un vecteur fixe* » (Le Robert, p. 630)

s'il ne l'a pas tenu bien verticalement, le profil de l'entaille sera décalé sur le rondin A2 par rapport au rondin C1 (ill.25) : l'ajustement ne sera pas parfait.



24

Le tracé de l'entaille en promenant son gabarit...



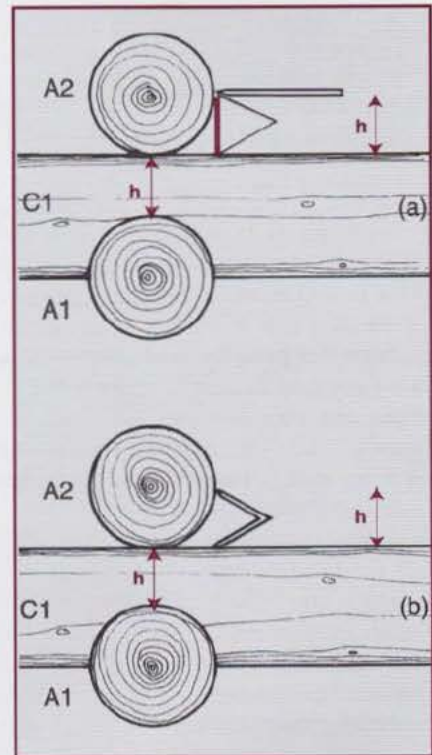
25

... et en le tenant bien vertical, sinon le tracé sera faux et l'entaille décalée.

inventé. Et avant que ne soit inventé le traceur réglable (pour régler la hauteur d'entailage h adaptée à chaque rondin), le fustier en fabrique une série de différentes dimensions correspondant à plusieurs écartements possibles. Le progrès est immense : si le fustier tient son traceur bien vertical, les entailles sont parfaitement ajustées et l'espace longitudinal (qui subsiste malgré tout entre les bois en raison de leur irrégularité) est devenu très réduit (ill.27).

26a

Et si, au lieu d'un bâtonnet gabarit de hauteur h , on utilisait 2 pointes affûtées, écartées de cette même hauteur h ...



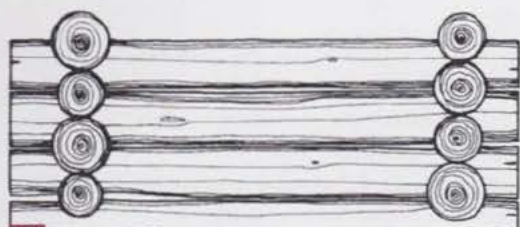
26b

...le principe du traceur-graveur à deux pointes est ainsi inventé

Il faudrait, en fait, que le bâtonnet jauge puisse lui-même tracer, ou plutôt que cette hauteur h /gabarit soit matérialisée non pas par un bâton (ill.26a) mais par deux pointes, écartées de cette même hauteur : les deux fourches d'une branchette par exemple, où même deux pointes fabriquées à cet effet, deux pointes qui marqueraient les bois (ill.26b) : le « traceur-graveur à fuste » est

Ce mode de construction, on le retrouve en de nombreux points du monde : en Europe Centrale (Slovaquie, Pologne, Roumanie...) où les joints entre les fûts sont comblés d'un torchis enduit de chaux blanche ou coloré en bleu ; dans certaines régions du Tyrol où les lignes blanches des rondins enduits signalent l'habitation du rez-de-chaussée, tandis que le grenier-grange au-dessus reste aéré (cf.p.16).

I. Comment vint l'idée d'ajuster des troncs d'arbres...



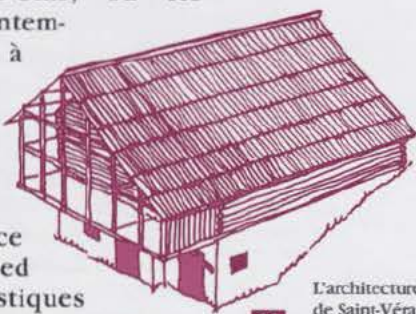
27



Détail d'un mur en bois empilé non jointés au Tyrol : la partie habitation a été calfatée de chaux

La précision du traçage de l'entaille des angles permet de réduire les jours entre les bois. Mais un faible espace subsiste, dû à l'irrégularité des fûts, qu'il faudra combler de mousse, de terre, de chaux.

C'est aussi la technique des « fustes » du Queyras, ces immenses constructions de fûts entrecroisés des Alpes du Sud (ill. 1-3, 27, 118, 122) : il n'est pas nécessaire de les joindre, puisque les fustes servaient surtout à engranger et faire sécher les récoltes (les humains vivaient eux en dessous, dans la pierre). On la retrouve toujours aujourd'hui aux Etats-Unis, où les constructeurs contemporains ont remis à la mode les vieilles maisons des pionniers, en mettant au point un joint plastique souple : ce sont les « chinked log s » caractéristiques avec leurs rayures blanches ou violettes parallèles



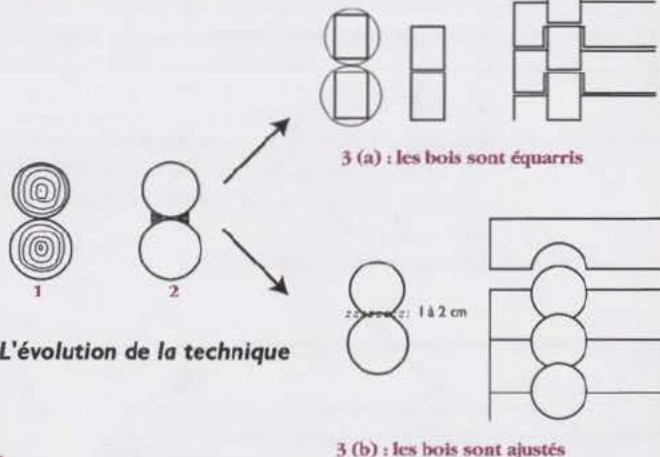
29

L'architecture type de Saint-Véran (doc. Parc naturel régional du Queyras)

4. Quand les techniques bifurquent...

La technique et l'histoire ne s'arrêtent pourtant pas là. C'est à ce stade en effet, mais à des époques différentes selon les peuples, les besoins et les circonstances historiques, sociales et économiques, que l'histoire des techniques bifurque (ill. 30).

La construction en bois empilés



L'évolution de la technique

30

Du fût brut au madrier équarri typique du « chalet » alpin : une solution au problème du jointage des bois, leur standardisation.

Le souci universel de confort et surtout de reconnaissance sociale, qui naît dès lors que l'homme a acquis le minimum pour vivre, prit des formes diverses.

Dans les vallées des montagnes d'Europe occidentale, où la force des eaux vives permit très tôt l'installation et le développement de scieries, et dans de nombreuses régions des Etats-Unis, dans toutes ces régions un peu rudes et isolées où l'on aspirait à imiter le mieux possible les modes des gens des plaines ou du vieux pays et donc les maisons de pierre, on résolut le problème de la façon la plus simple : en équarissant les fûts, à la hache, puis surtout à la scie. C'est ainsi que naquit, entre autre, le « chalet » alpin : les fûts, devenus madriers, reposent l'un sur l'autre, l'entaille d'angle est simplifiée puisque les faces sont quadrangulaires, calibrées (ill. 30) ; l'assemblage vient à se rapprocher d'un travail de menuiserie avec entailles à mi-bois ou plus rarement à queues d'aronde plus ou moins sophistiquées, précédant l'industrialisation et la standardisation du chalet au ^{xx}e siècle.

Mais dans les pays du nord, au lieu d'équarir, on ajuste...

Fustes en bois calfatés : diffusion et techniques



31 Les joints sont calfatés par un torchis

Dans la construction traditionnelle, une distinction est à établir entre les bâtiments destinés à l'habitat, qui devaient être très étanches, et ceux destinés aux récoltes, qui au contraire devaient rester aérés, comme les immenses fustes du Queyras qui étaient des granges.

Parfois, la technique utilisée était la même pour les deux types de destinations : les bois étaient seulement emboîtés aux angles. Pour rendre étanches les murs des habitations, de nombreuses méthodes ont été employées.

1) Joint placé entre les bois

- **La mousse des bois** : c'est la méthode la plus primitive et la plus évidente pour des hommes qui construisent avec les matériaux qui les entourent. Comme en Franche-Comté, on "mousse les coustières" (cf. ci-dessus p. 14). Cette méthode est très efficace ; de plus la mousse des bois est réputée posséder des vertus antifongiques et antiseptiques. Dans les Alpes cette méthode était courante dans les chalets habités, en bois équarris. Lors du montage, à chaque tour, des cales sont placées entre deux bois. Après remplissage de mousse, les cales sont retirées, et le poids des bois vient mettre en compression ce joint de calfatage. Ce système était également très courant tant dans les pays d'Europe de l'est (Pologne, Russie...) que dans l'Amérique des pionniers.

- **La paille de bois** : c'est, en Pologne, le système qui semble avoir remplacé la mousse. On trouve en effet les deux méthodes utilisées dans les



32
33 Joints de paille torsadés dans les Carpathes (région de Zakopane, Pologne)

mêmes régions : la mousse mêlée de paille sur les constructions anciennes, la paille de bois sur les maisons récentes. La technique consiste, après avoir soulevé chaque bois, à torsader de façon très serrée un "boudin" de paille de bois et à poser côte à côte chaque boudin de torsade transversalement, tout au long de l'espace séparant les rondins. Quand on retire les cales, la paille est fortement comprimée par le poids des bois ; elle est ensuite arasée à l'intérieur des murs (intérieurement, les bois sont équarris) tandis que la boudin des torsades forme à l'extérieur des frises discrètes, dont la teinte se confond avec celle des fûts. De plus ce joint de paille, qui reste souple (et peut se dilater ou se contracter), s'adapte très bien au phénomène de tassement.

- **L'étope** : comme pour le calfatage des bordées de navires, on a également utilisé l'étope, résidu du cordage de chanvre ou de lin tressé, enduite de goudron de bois ou de houille, pour rendre étanche les murs de bois empilés.

- **Le torchis** : c'est une des techniques les plus employées. Ce mortier peut être de composition variée : la terre, le sable, la mousse, la paille, la chaux hydraulique, le ciment, le plâtre, et également le crotin de cheval et la bouse de vache, peuvent entrer dans des proportions diverses, selon les époques et les régions, dans la préparation de ce mortier. Souvent il

est appliqué sur un premier "fond" de mousse. Pour assurer sa tenue, il convient d'effectuer cette opération sur des bois les plus secs possibles. La technique traditionnelle américaine est d'assurer la liaison avec le bois par un lattis de bois, de pointes, ou mieux par un grillage fin qui est posé de chaque côté des

poutres et sera ensuite enduit de mortier. Entre les 2 couches de grillage, on peut placer un isolant : mousse polyuréthane ou laine minérale.

Quels que soient les pays, ce torchis est généralement peint en blanc, parfois en bleu ou en violet. Le défaut majeur du mortier est de n'être efficace (comme pour le colombage), que sur du bois déjà bien sec à l'air. Il risque sinon de mal adhérer au bois et d'avoir une mauvaise tenue dans le temps.

2) Torchis recouvrant tout le mur

De nombreuses maisons anciennes à empilage ont été enduites ou crépies, au cours des derniers siècles. C'était là sans doute une façon d'imiter la maison en maçonnerie. Beaucoup de propriétaires de maisons à empilage peuvent ainsi ignorer qu'ils possèdent une maison en bois. En Franche-Comté, dans l'Allier (ill. 125), on découvre encore les rondins sous le crépi de vieilles maisons. En Roumanie, la méthode est toujours utilisée, parfois sur la "belle" façade des maisons, celle qui donne sur la rue : le crépi est posé sur un lattis de bois cloué directement sur les bois et souvent peint d'un superbe bleu, sur lequel ressortent les bouts débordants. Et c'est très beau. Au Kazakhstan, la plupart des vieilles maisons en rondins sont ainsi recouvertes d'un torchis.

Cette technique présente l'avantage de bien calfater les bois, mais l'inconvénient est d'apporter une source d'humidification qui peut être à l'origine du développement de pourritures, sur les bois exposés à la pluie en particulier. Le développement des maisons à empilage en Amérique du Nord a amené la mise au point, pour renouer avec la technique "old style", de matériaux nouveaux d'étanchéité bois sur bois, appelé "chinking". Ces produits, qui restent élastiques et adhèrent



35 La "belle" façade est recouverte d'un torchis blanc (Roumanie).

bien au bois, ont l'avantage de pouvoir être utilisés sur des fûts encore humides qui n'ont pas encore subi leur retrait total. Le joint est appliqué sur un "fond", en général une bande de mousse isolante, et il est lissé à la spatule. Il est soluble dans l'eau avant séchage, cela facilite son application. Il existe en teintes diverses, de blanc à marron foncé. Le défaut principal de cette technique est son coût de fourniture et de mise en œuvre, et son aspect un peu trop "plastiqué".

I. Comment vint l'idée d'ajuster des troncs d'arbres...

2ème ETAPE - AJUSTER LES FÛTS : L'ENTAILLE LONGUE

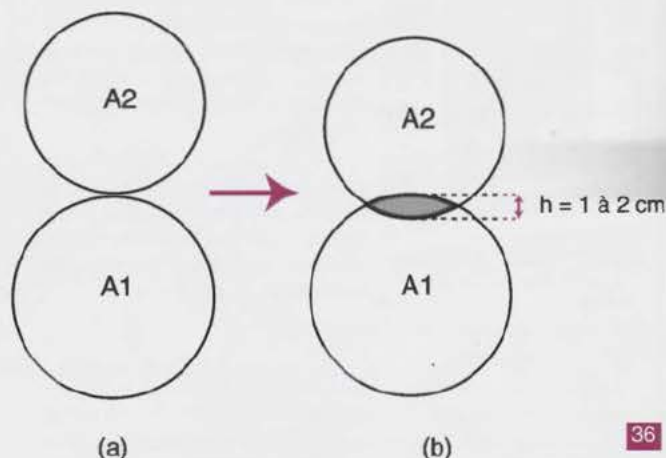
Dans les régions du nord en effet, en Karélie, en Scandinavie et particulièrement en Norvège où le climat est rude, où les arbres poussent lentement, où le bois est resté un matériau noble, où l'on a l'habitude depuis longtemps d'assembler les bois avec précision (on connaît les *drakkars*), équarrir les bois ne correspondait ni à l'esprit, ni aux conditions climatiques : c'eût été perdre en isolation précieuse. On y inventa très tôt le moyen d'encastrer totalement les fûts sur toute leur longueur, de façon à supprimer le calfatage.

1. Une étape technique : le traçage de la gorge

Revenons au stade où nous en étions arrivés (ill.27). Les rondins sont en principe tangents, à peu près en contact, mais du fait de leur irrégularité, il subsiste parfois un jour assez important entre les bois. L'idée est donc de les encastrer pour :

- faire disparaître cet espace,
- obtenir un assemblage étanche sans calfatage,
- consolider la structure de la fuste.

C'est la fonction de l'entaille longue ou « gorge ». En coupe, il s'agit de passer de la figure 36a à la figure 36b, c'est-à-dire de réaliser l'intersection de 2 cylindres : c'est encore un problème de translation, mais à réaliser cette fois sur toute la longueur du fût. Il va donc falloir entailler le fût A2 (toujours le fût de dessus pour éviter, comme pour l'entaille d'angle, les problèmes de stagnation d'humidité), c'est-à-dire y tailler une sorte de gorge, pour qu'il puisse venir épouser le fût A1 sur toute sa longueur.

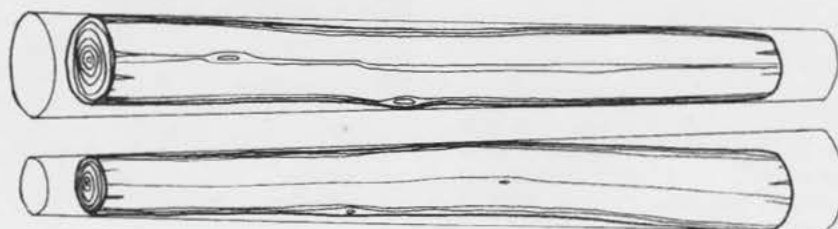


Mais les troncs sont bruts et gardent leur forme naturelle, une forme qui ressemble davantage à un tronc de cône irrégulier qu'à un cylindre parfait, et comporte souvent des recourbes, des nœuds, des excroissances (ill. 37). Comment donc réaliser cet encastrement ?

On se souvient qu'à un moment donné, le fustier de l'histoire en est venu à inventer, à partir d'un bâtonnet-jauge, un traceur à deux pointes ; ces pointes devaient être écartées de la hauteur d'encastrement nécessaire, soit la dimension du rayon du fût, à l'endroit de l'encastrement (10 cm environ si le diamètre des bois est de 20 cm, 15 cm environ s'il est de 30 cm). L'entaille qu'il lui faut réaliser maintenant devra avoir une profondeur beaucoup plus petite, de 1 à 2 cm selon la décroissance et l'irrégularité des bois, et être encore plus précise car le jointage doit être parfait sur toute la longueur des deux rondins.

Comment encastrer de façon jointive des fûts de diamètre variable...

36

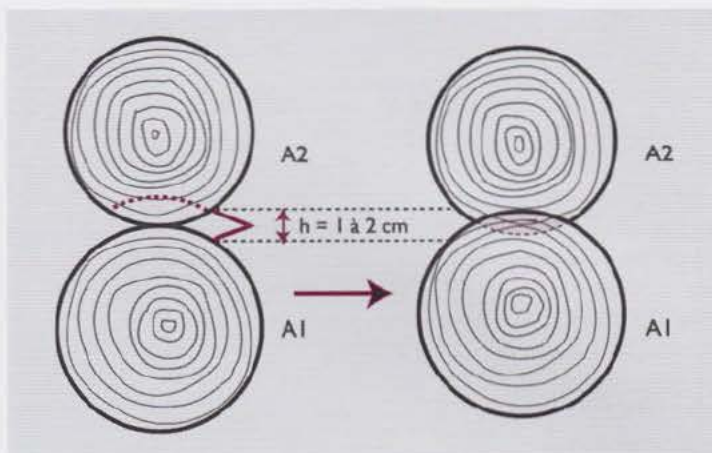


37

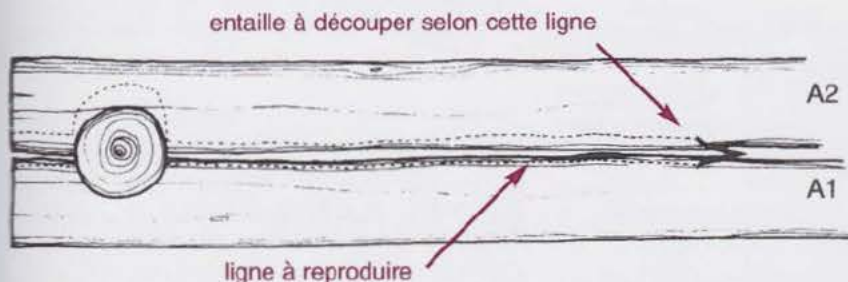
...et de configuration irrégulière, sans supprimer cette forme naturelle... ?

2ème étape - ajuster les fûts : l'entaille longue ou gorge

Le problème est en effet de reproduire, après avoir estimé la hauteur d'encastrement, qui sera constante, la forme du rondin A1 sur le rondin A2. C'est-à-dire que chaque point du rondin A1 doit être reporté **verticalement** sur le rondin A2, à une hauteur constante. Différents outils à pointe sèche furent inventés pour effectuer ce traçage, réglables ou non, destinés à « graver » les bois selon deux lignes parallèles, la pointe du bas suivant la ligne où le rondin de dessus viendra s'encaster sur le rondin de dessous, et la pointe du haut reproduisant et gravant cette ligne sur le rondin du dessus : elle représente la limite de



38 En coupe...



39 ... de face. Il suffit de promener l'outil-traceur, réglé à la hauteur d'encastrement, d'un bout à l'autre des bois, pour reporter la forme du tronc de dessous sur celui de dessus.

L'entaille longitudinale à réaliser. Il semble que, très tôt, les constructeurs nordiques mirent au point un outil traceur à deux pointes permettant d'effectuer cette translation. C'est le « meddrag » ou « strekkfisker » (poisson à tracer) des Norvégiens (ill. 40 a), le « birsivara » des Finlandais, que les émigrants scandinaves emportèrent avec eux dans le nouveau

monde, où il devint le « scratch-scriber » ou « traceur-graveur » des Canadiens et américains (ill. 40 b/c). Appelons-le le « traceur-queue-de-carpe » (c'est le nom d'un outil français existant assez proche, en forme de queue de poisson). Il suffit de le « traîner » tout au long de la jonction entre les deux fûts pour marquer la trace de l'entaille à découper, en maintenant

40

Différents outils-traceurs :

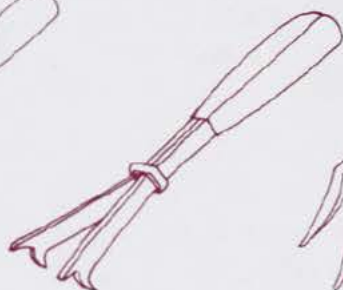
a) le « meddrag » norvégien qui a 2 écartements de pointes prédéfinis.

b) L'écartement est réglable par une bague et/ou par une cale.

c) Forme un peu plus récente d'outil-traceur réglable par tige filetée.



a

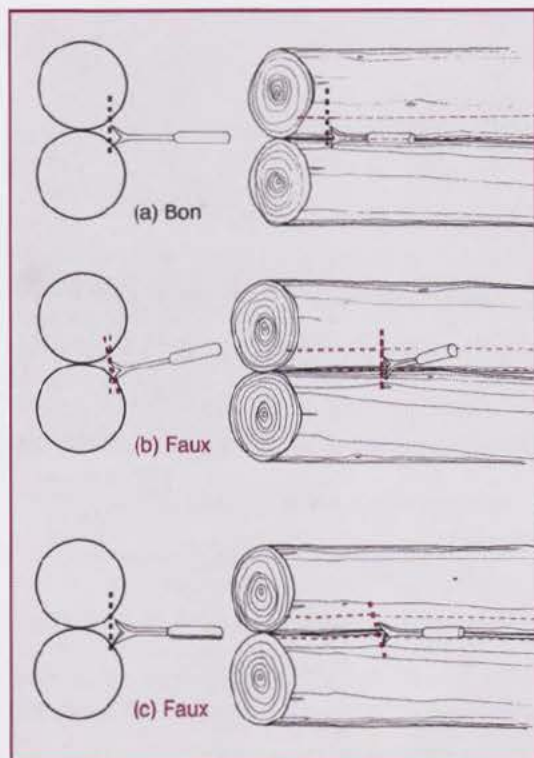


b



c

I. Comment vint l'idée d'ajuster des troncs d'arbres...



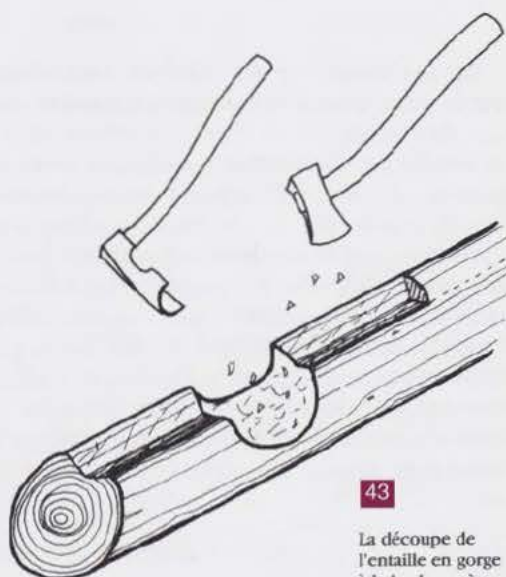
41

De l'incidence d'une bonne tenue de l'outil sur le traçage :

(a) L'outil est tenu horizontalement : les deux points sont dans un axe vertical et l'axe de l'outil est perpendiculaire au plan du mur : bon traçage.

(b) Si l'outil est tenu incliné vers le haut ou vers le bas, les deux points sont verticaux dans le plan latéral mais pas dans le plan frontal : traçage faux.

(c) Si l'outil est tenu incliné vers la droite ou la gauche, les deux points sont verticaux dans le plan frontal mais pas dans le plan latéral : traçage faux.



43

La découpe de l'entaille en gorge à la hache ou à l'herminette

les deux points du graveur dans une ligne strictement verticale (ill.41a), c'est-à-dire sans quitter ni le plan frontal (en évitant d'incliner l'outil en avant ou en arrière) (ill.41b), ni le plan latéral (en prenant garde de l'incliner vers la droite ou la gauche) (ill.41c).

Il ne restera plus qu'à découper selon la ligne et à évider l'entaille à la hache ou au moyen de l'herminette ¹.

Le résultat est parfait. Il donnera des chefs-d'œuvre : les cathédrales russes, dont celle de la Transfiguration de Khiji au milieu du lac Onéga en Karélie (Russie du Nord) (ill.42), les harmonieuses maisons norvégiennes coiffées d'herbe, avec leurs énormes bois souvent taillés en ogive et leurs poteaux sculptés (ill.44), le « château Montebello », réalisé au Québec en 1930, en pleine crise (ill.45). Sans doute son architecture en elle-même n'est-elle pas véritablement exemplaire, mais ce bâtiment représente une prouesse technique : trente mille troncs de red-cedar (thuya plicata) taillés, assemblés par plusieurs centaines de constructeurs originaires pour une bonne part de Finlande, de Norvège et de Russie, travaillant jour et nuit pour bâtir en quatre mois un immense « Club Hôtel » de quatre étages, à ce jour encore la plus luxueuse et la plus énorme construction en troncs bruts dans

L'église de la Transfiguration de Khiji, un chef-d'œuvre en Karélie (Russie du nord-ouest), celui du "fustier" Nestor



42

le monde. Étaient-ce les derniers feux d'une technique artisanale issue de la préhistoire...?

2. Tronçonneuse et compas à niveaux: le renouveau

Arrivés à ce stade de l'évolution des techniques, les fustiers de la première moitié du ^{xx}e siècle furent rattrapés par l'industrialisation générale de la construction. Si les constructeurs d'Europe Centrale et d'URSS continuèrent longtemps, et parfois jusqu'à aujourd'hui, à utiliser leur hache pour entailler des isbas, la construction en rondins bruts aurait totalement disparu aujourd'hui en Europe et en Amérique si n'était apparu un outil révolutionnaire: la tronçonneuse,... et tout redémarra.

Avec un peu d'habitude et d'habileté, la tronçonneuse pouvait s'avérer aussi adaptée que la hache à l'entaillage des bois, et tellement plus efficace ! De nouveaux fustiers se l'approprièrent pour en faire un outil de la plus grande précision. Il se produisit alors une formidable reprise de la construction en troncs bruts, qui correspond également, aux Etats-Unis et au Canada, aux années « hippies » et au développement des modes de construction dits alternatifs: les *logs homes* (les maisons en troncs bruts) devenant à la mode, les *log builders* (les fustiers) professionnels, travaillant pour une clientèle, furent de plus en plus nombreux.



44 Maison norvégienne, Musée de Lillehammer.

Photo T.Houdart

Rendement oblige, ce mouvement entraîna une diversification et une amélioration du reste de l'outillage: et en particulier celle du fameux « traqueur-graveur », dont plusieurs modèles furent inventés, apportant plus de commodité et d'efficacité dans le réglage de l'ouverture (par bague de réglage, tige filetée, vis...), plus de précision (on remplaça une des pointes par un crayon, puis par un crayon indélébile pour tracer même sous la pluie), plus d'ouverture aussi pour pouvoir travailler de plus gros bois (ill.46b). L'outil finit par s'apparenter alors totalement à un compas; le réglage précis de l'écartement des deux branches à la hauteur d'entaillage désirée constituait un vrai progrès pour les constructeurs.

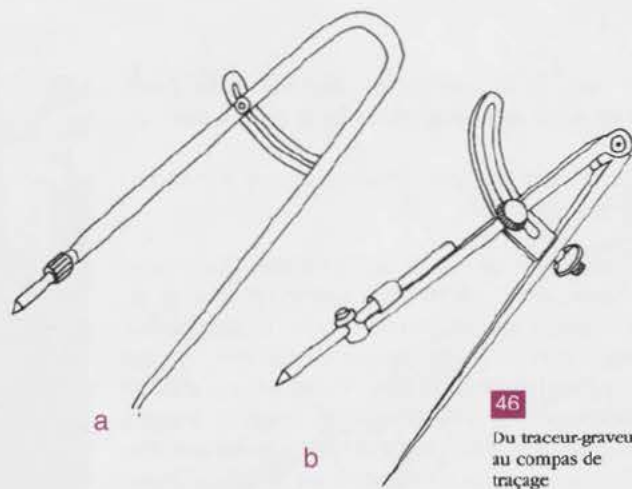


45 Le château de Montebello, au Québec, construit en trois mois par 800 fustiers et fait de 30 000 troncs...!

I. Comment vint l'idée d'ajuster des troncs d'arbres...

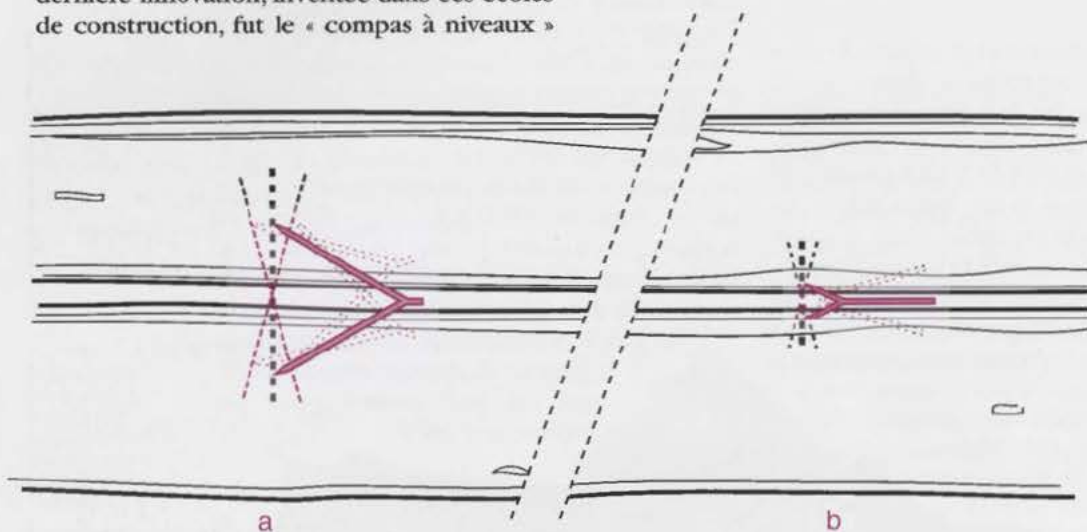
La facilité de traçage apportée par le compas contribua certainement au développement de la pratique de la construction en troncs bruts, enseignée du reste dans de vraies écoles, dont la fameuse école d'Allan Mackie. Pourtant, elle conduisit aussi à bien des erreurs. En effet, comme le compas, à la différence du traceur, s'écarte à la demande, on a facilement tendance à l'ouvrir beaucoup trop. Alors, voyez le dessin (ill.47) : si on ne tient pas son traceur parfaitement vertical, sur une petite ouverture de traçage le risque d'erreur est minime (47b). Au contraire, plus l'ouverture est grande, plus l'erreur peut être grossière (47a).

Pour faciliter la bonne tenue du compas, la dernière innovation, inventée dans ces écoles de construction, fut le « compas à niveaux »



46

Du traceur-graveur au compas de traçage



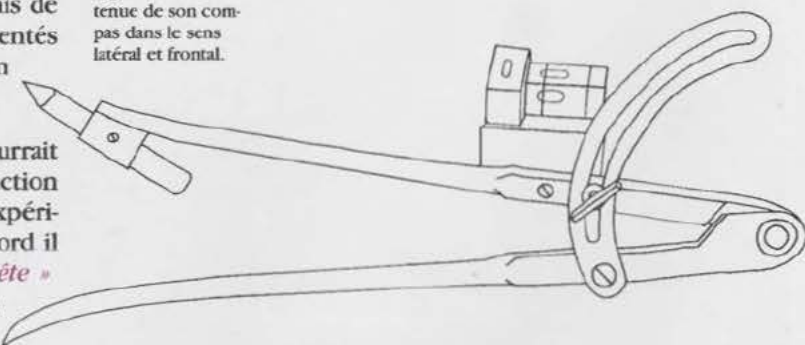
47

Pour une erreur d'inclinaison du compas similaire, l'erreur ne sera pas la même : petit écartement des pointes, petite erreur (b)... grand écartement, grande erreur (a).

(ill.48, 49, et p. 36) : deux petits niveaux à bulle sont fixés sur la branche haute du compas-traceur, l'une pour indiquer la verticale dans le plan frontal (avant-arrière), l'autre dans le plan latéral (droite-gauche). Munis de cet outil miracle, certains furent alors tentés de brûler les étapes. Mais revenons un peu en arrière.

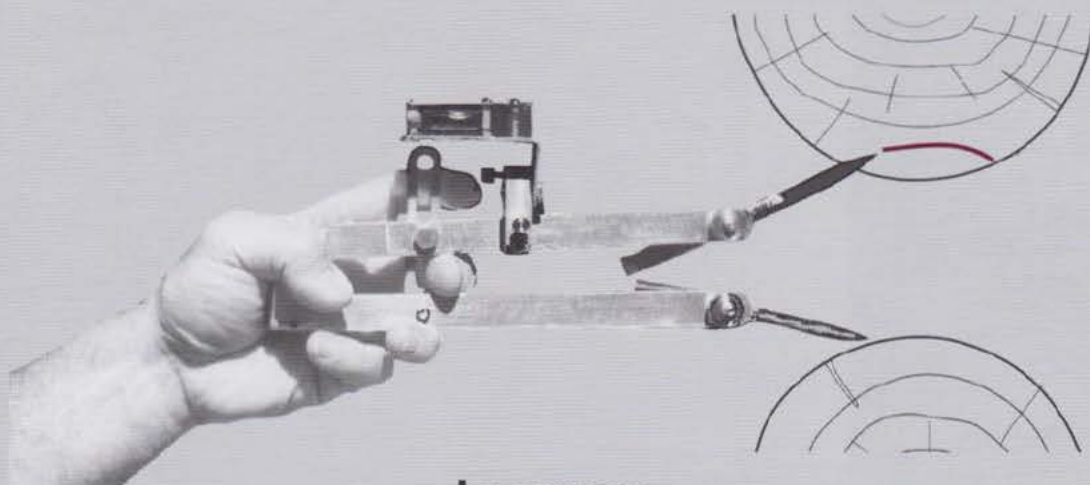
48

Le compas à 2 niveaux permet de régler la bonne tenue de son compas dans le sens latéral et frontal.



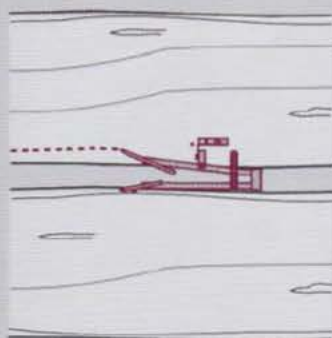
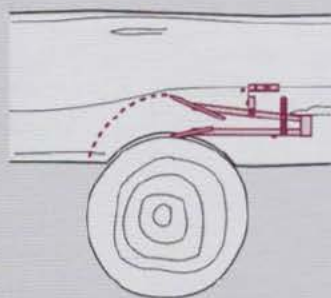
L'histoire de l'évolution de la fuste pourrait être comparée à l'histoire de la construction de sa propre maison, par un fustier inexpérimenté : il procède en deux temps. D'abord il fait une première entaille à *chaque « tête »* pour rapprocher les deux rondins ; ensuite, s'il veut encastrer les fûts, il

Le compas de l'École de la fuste



Le compas traceur à niveaux

- Son articulation-poignée facilite la prise en main
- Son équerre porte-niveaux, placée sur la branche supérieure, permet à l'œil de suivre en même temps la position des bulles et le traçage. Entièrement pivotante dans les sens avant-arrière et droite-gauche. Les deux bulles sont réglables indépendamment.
- Ses porte-crayons sont pivotants et interchangeables. Ils permettent le double traçage, indispensable en charpente pour une remise en place précise des bois.
- Le compas-traceur est livré avec 2 porte-stylo-feutres pour tracer par temps sec



L'outil indispensable :

Pour **ajuster les rondins bruts** selon la technique de l'art de la fuste,

Pour réaliser tous les tracés spéciaux de la construction en rondins : **escaliers, poteaux, charpentes...** car ce compas est aussi un trusquin (voir AF2, p. 75),

Pour fabriquer sans problème **mobilier, jeux et équipements** de plein air en rondins bruts,

Et aussi pour exécuter, de façon générale, **tous les tracés et tablettages de précision** (horizontaux, verticaux, obliques) de pièces non calibrées : c'est l'outil indispensable dont les **charpentiers** et menuisiers ne pourront plus se passer, notamment dans la **rénovation du bâtiment**.

Disponible auprès de l'assoc. Bois sacré T.C.B.

I. Comment vint l'idée d'ajuster des troncs d'arbres...

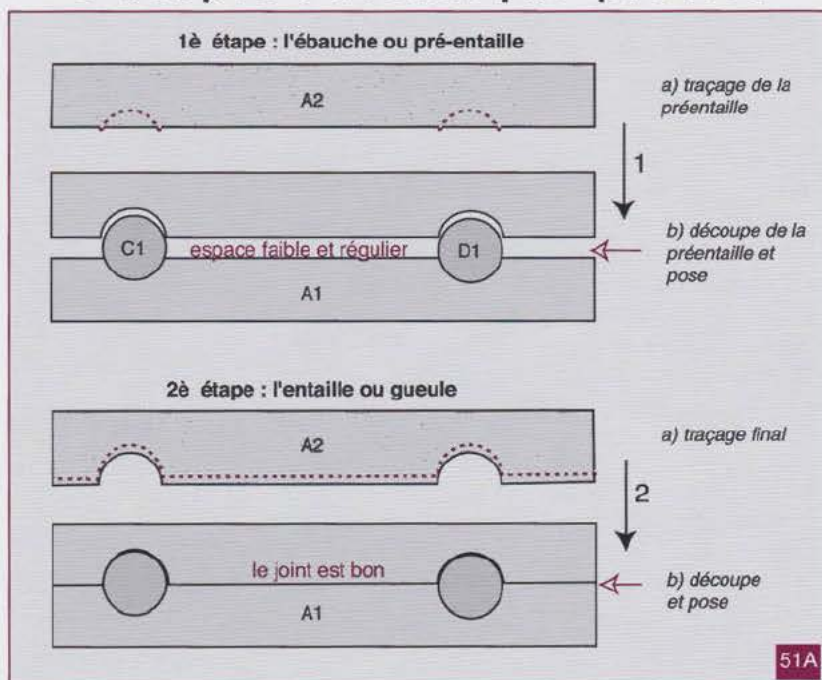


Photo B.C.N.

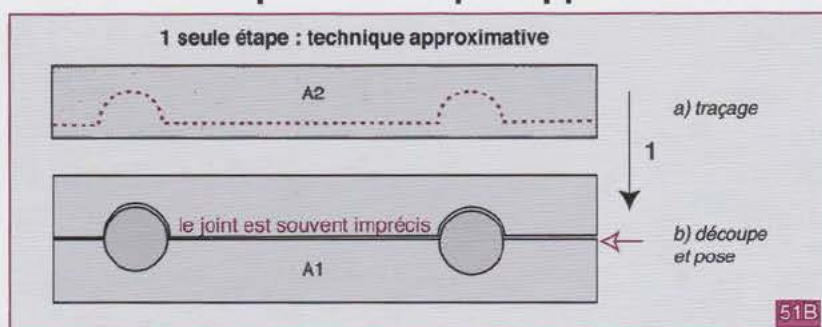
50

Après exécution de la « pré-entaille » qui a rapproché les bois (1ère étape), traçage de l'entaille définitive (2ème étape).

2 étapes : technique précise



1 seule étape : technique approximative



doit faire une deuxième entaille *sur toute leur longueur et sur les deux têtes*.

Or, disposant d'un compas à niveaux permettant une grande ouverture de traçage, le fustier a la tentation, alors, de sauter l'étape du premier entaillage, ce qu'on appelle, dans le métier, le « pré-entaille » ou *rough notch*, « l'entaille grossière » ou encore « ébauche » (ill.51A), pour tracer directement ses fûts (ill.51B). Avec des bois de petit diamètre (<20 cm), le risque n'est pas grand et le résultat sera satisfaisant. Sur des bois de gros diamètre, malgré la présence de niveaux permettant une bonne tenue de son compas, les joints ne seront pas parfaits, car, on vient de le voir (ill.47), la précision reste inversement proportionnelle à la hauteur d'ouverture. La compétence et l'expérience, l'art du fustier font finalement bien plus que l'outillage.

51A (1) Entaille rudimentaire (ou pré-entaille) permettant de rapprocher deux ondins.

51A (2) Entaille définitive permettant d'ajuster les rondins à partir d'un faible espace d'écartement.

51B (1) Traçage direct (sans pré-entaille): les risques d'erreur sont plus grands, surtout sur des gros bois

Mais, demande-t-on souvent, à notre époque, n'existe-t-il pas, ne pourrait-on concevoir des machines pour faire tout ce travail...? Si, bien sûr, il en existe. Certaines rendent tous les troncs cylindriques et réguliers comme des crayons, découpent des entailles calibrées toutes semblables: elles fabriquent des maisons « en rondins » industrielles, dont les

Finlandais en particulier se sont fait une spécialité. Mais ce ne sont plus des maisons en troncs bruts, ce sont des maisons en bois... ronds.

Il existe aussi une machine, inventée assez récemment (en Finlande également) : très sophistiquée, elle est capable de tracer par rayon laser et de découper seule les bois bruts (mais seulement en long et pas aux angles...). Mais, toutes proportions gardées certes, quand bien même un robot saurait peindre ou tailler la pierre, réaliserait-il pour autant des tableaux ou des sculptures dignes de ce nom ?

Construire une fuste ajustée est bien un art : il faut choisir son matériau, bois par bois ; il faut décider de le tourner dans un sens ou dans l'autre selon sa configuration, il faut estimer la hauteur d'entaille, anticiper sur son comportement final, juger de l'harmonie et de la force de l'ensemble...

Et surtout, la fuste taillée artisanalement sera une œuvre unique, où chaque entaille portera la marque personnelle du geste du fustier, chargé de toute son expérience, de sa technique, de sa personnalité et de son âme.



Photo B.C.N.

Troncs difformes, technique précise, force et harmonie de l'assemblage : c'est tout un art

52



Photo B.C.N.

Former des fustiers pour construire les fustes d'aujourd'hui...

53

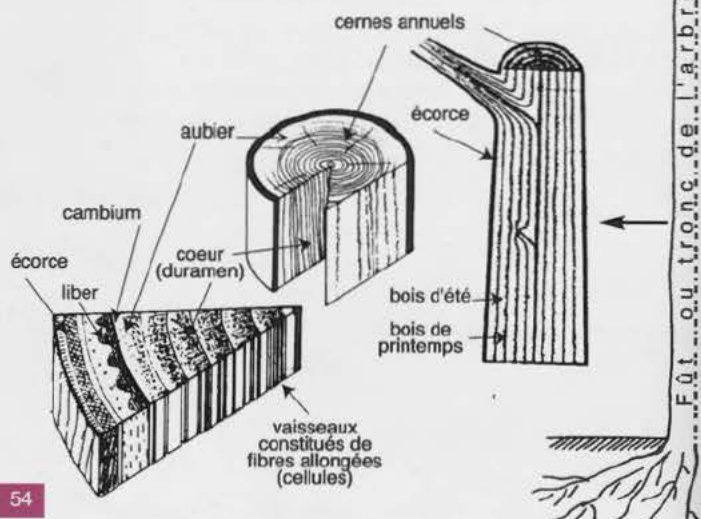
L'art du fustier consiste à ajuster les fûts de façon très précise pour que sa construction soit étanche à l'eau et à l'air, tout en assurant à l'assemblage assez de résistance pour supporter le poids de la maison, de son toit et de la neige en hiver. Il est aussi de tout mettre en œuvre pour que ces qualités d'étanchéité et de résistance durent avec le temps; car le bois est un matériau qui subit des variations de dimension en séchant et peut subir une compression sous l'effet du poids.

CHAPITRE II

Quelques règles de base pour la construction d'une maison en rondins bruts ajustés

Un arbre sur pied contient, en poids, en général autant d'eau que de bois, parfois plus. Or, en séchant, l'arbre abattu va progressivement perdre cette eau: il se rétracte et son diamètre diminue. Aussi, au fur et à mesure de son séchage, une construction faite d'un empilement horizontal de rondins va-t-elle subir un tassement important, qui sera l'objet de toutes les préoccupations du fustier.

Le bois est par ailleurs un matériau compressible: le poids des fûts, de la toiture, de la neige va également soumettre la construction à un tassement que le constructeur devra, de la même façon, prévoir et dominer.



54

L'arbre vit: ses racines boivent l'eau de la terre, ses fibres l'absorbent et la mènent jusqu'à sa cime, son feuillage transpire et la restitue. L'eau est indispensable à l'arbre comme à l'homme et fait partie de sa structure.

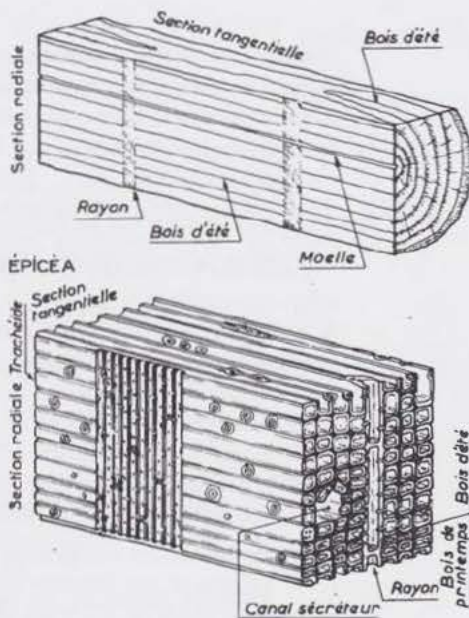
tion en bois massif, il n'en va pas de même pour le retrait. Et pour comprendre le processus progressif qui vide le bois d'une partie de cette eau et l'oblige à se rétracter, il faut se remettre en mémoire sa structure.

Le bois est constitué d'un fuseau de fibres allongées en couches concentriques suivant l'axe de l'arbre (ill. 54 et 55). Or ces fibres sont d'une part constituées en partie d'eau et

I. LE TASSEMENT RETRAIT

1. L'eau dans le bois: retrait et tassement

On dit souvent que le bois « joue ». Ce terme impropre signifie que le bois se rétracte (on dit aussi souvent qu'il « travaille »), c'est-à-dire qu'il diminue de volume quand il perd de l'humidité en séchant, ou qu'il gonfle lorsqu'il reprend de l'humidité: le tiroir qui coince, le parquet qui déjointe, tout le monde en a fait l'expérience. Si le gonflement du bois par reprise d'humidité est négligeable pour une construc-



Source : J. HEURTEMATTE, J. MERCIER, Le travail du bois.

55

Le bois est constitué de fibres allongées remplies d'eau, la sève; leurs parois sont elles-mêmes constituées pour une grande part d'eau.

d'autre part contiennent de l'eau. En effet, sur toute l'eau renfermée dans un arbre sur pied :

- 1/3 environ fait partie de la paroi même des fibres : c'est l'eau « liée » ou « eau de saturation » ;
- 2/3 sont contenus à l'intérieur des fibres, qui sont comme autant de minces bouteilles : c'est l'eau « libre » ou la « sève » (ill. 56).

En séchant, l'arbre perd d'abord l'eau « libre » (la sève). A ce stade, il ne subit aucun

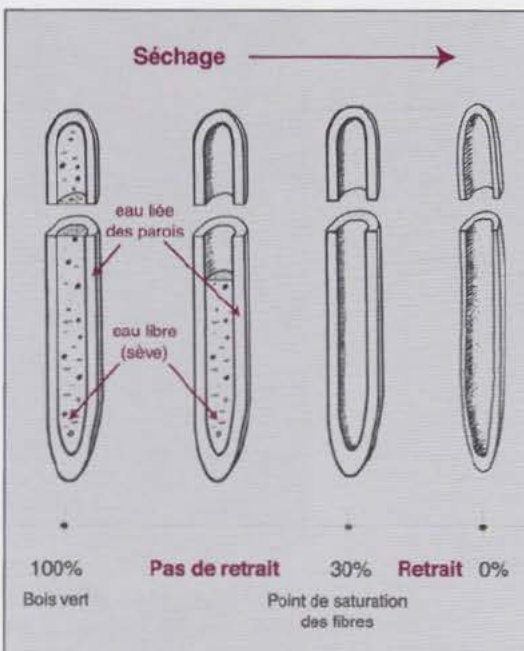
retrait. Lorsqu'il aura perdu son eau libre, soit environs les deux tiers de l'eau qu'il contient, on dit que ses fibres ont atteint leur « point de saturation ». C'est seulement à partir de ce moment-là qu'il va commencer à perdre l'eau contenue dans les membranes de ses fibres, l'eau « liée » ; et, comme une éponge, il va diminuer de volume. C'est le retrait du bois.

Pour exprimer quantitativement le séchage du bois, on mesure son degré ou taux d'humidité : c'est le rapport entre le poids de l'eau contenue dans un bois et le poids de ce même morceau de bois s'il était totalement sec (du bois « anhydre » qui aurait été séché au four) :

$$H \% = \frac{\text{Poids d'eau}}{\text{Poids du bois anhydre}}$$

Le taux d'humidité H % de l'arbre sur pied est voisin de 100 % (puisque'il contient autant d'eau que de bois). Ce n'est que lorsque ce taux sera descendu à 30 % environ que le bois commencera à se rétracter.

Le bois ne commencera à se rétracter que lorsque son taux d'humidité sera descendu à environ 30 %.



56

Les fibres du bois : de petites « bouteilles-éponges ».
 A 100 % d'humidité, la fibre est gorgée d'eau (l'eau liée des parois + la sève).
 De 100 à 30 % environ, elle se vide de sa sève.
 De 30 à 0 %, comme une éponge, ses parois sèchent et se rétractent.

2. Quelle sera l'humidité finale du bois quand il sera « sec » ?

Le taux d'humidité du bois se stabilise en fonction du degré hygrométrique et de la température de l'air, c'est-à-dire en fonction de la quantité d'eau contenue dans l'air. Suivant que l'on sera dans le nord ou le sud de la France, en été ou en hiver, à l'extérieur ou dans une maison chauffée, cette humidité de l'air variera beaucoup, de 90 % à moins de 30 % : c'est l'humidité qu'indique l'hygromètre.

A une température et une humidité de l'air données, le bois va se stabiliser à son propre taux d'humidité : on parlera d'équilibre *hygroscopique*. Cet équilibre est remis en cause chaque fois que les paramètres de l'air sont modifiés, en température et en humidité. Les écarts peuvent être importants : sous abri à l'extérieur et en moyenne, l'humidité H % du bois se stabilise en hiver à 19 % à Brest et à 11 % à Perpignan, alors

II. Quelques règles de base...

que du bois dans un local bien chauffé et dans un air aussi sec que celui du désert du Sahara peut descendre en H % à 7 ou 8 %.

3. Comment sèche le bois ?

Plan axial, radial et tangentiel.

De 30 % à 0 % d'humidité, le bois va se rétracter, donc diminuer de dimensions de façon régulière en fonction de son propre taux d'humidité. Mais la structure du bois n'est pas homogène, car les fibres qui le constituent se transforment progressivement, au fur et à mesure du vieillissement de l'arbre. On dit que c'est un matériau *anisotrope*, c'est-à-dire que ses caractéristiques physiques et mécaniques sont différentes suivant le plan d'orientation dans lequel se situe la pièce de bois dans un arbre. Les trois orientations principales de l'arbre sont (ill.57) :

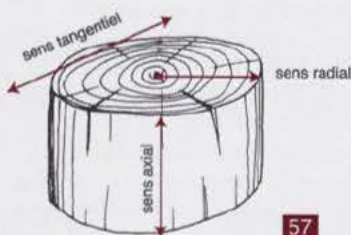
- Dans le sens longitudinal : **le plan axial** (le plan de l'axe de l'arbre)

- Dans le sens transversal :

• **le plan radial** ou « sens du quartier » (le plan du rayon, qui passe obligatoirement par le centre de l'arbre)

• **le plan tangentiel** ou « sens de la dosse » (parallèle aux tangentes au tronc de l'arbre)

Le bois est un matériau "anisotrope" : une pièce de bois ne se comportera pas de la même façon si on l'a tirée dans le plan de l'axe, du rayon ou de la tangente au tronc de l'arbre.



57

Dans le sens axial, le retrait ou le gonflement sont très faibles ; une pièce de bois, en séchant, diminue très peu de longueur, du moins si elle est courte. Dans le sens transversal au contraire, le retrait est important, et il est deux fois plus élevé dans le sens tangentiel que dans le sens radial, c'est-à-dire dans le sens de la dosse que dans le sens du quartier. Il varie, par ailleurs, d'une essence à l'autre.

S'agissant de bois résineux de nos régions, pour une variation d'humidité de 1 % du bois, le retrait sera, selon les essences et leur vitesse de croissance, de :

- 0,14 % à 0,19 % environ en sens radial
- 0,23 % à 0,36 % environ en sens tangentiel
- 0,01 % en sens axial ou longitudinal.

4. Comment s'effectue le retrait dans une construction en rondins ?

En séchant en dessous de 30 % d'humidité, un rondin va donc se rétracter. Des fentes superficielles, qui n'altèrent aucunement sa solidité, vont se produire et son diamètre va diminuer.

Si l'on considère un mur de rondins *empilés* (non ajustés) d'une hauteur d'un mètre, il diminuera en séchant de 2,7 % soit de 2,7 cm environ. On parlera d'un tassement (dû au retrait) de 2,7 % (ill.58).

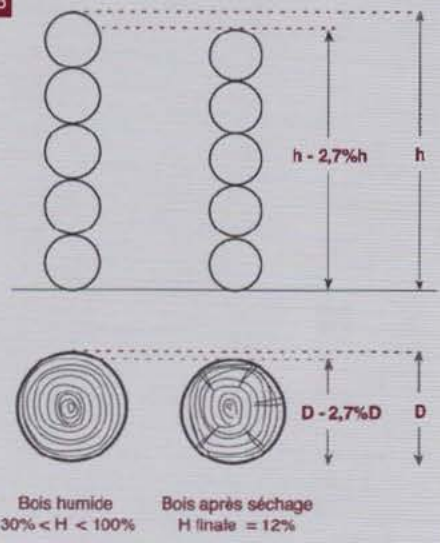
Exemple

Un rondin résineux de Ø initial 35 cm séché de 30 % à 12 % subira un retrait dans le sens radial, c'est-à-dire en diamètre de 0,15 % par degré d'humidité perdu, soit :

$$\begin{aligned} (30\% - 12\%) \times 0,15 &= 2,7\% \\ 2,7\% \times 35 \text{ cm} &= 0,95 \text{ cm} \end{aligned}$$

Quand le taux d'humidité du bois sera tombé à 12 %, son diamètre aura diminué de 2,7 % (soit de presque 1 cm pour un bois de 35 cm de diamètre), et un mur de rondins empilés de 1 m de haut aura diminué de 2,7 cm.

58



Le diamètre d'un fût de 35 cm diminuera de presque 1 cm en séchant

Si l'on considère maintenant un mur de rondins ajustés à emboîtement longitudinal, la valeur du tassement vertical connue expérimentalement est en fait une combinaison du retrait radial et du retrait tangentiel. En effet, les points de contact entre les deux rondins sont situés sur une ligne génératrice qui se situe entre le rayon et la tangente de ces rondins. En conséquence, plus la gorge sera étroite, plus le retrait sera proche du retrait radial, et plus il sera faible (ill.59). En pratique, pour un mur de rondins ajustés-emboîtés en bois résineux, on pourra retenir une valeur moyenne de retrait de 0,2 % pour une variation de 1 % du taux d'humidité du même rondin. Mais ce chiffre est moyen et dépend beaucoup de l'essence et de sa vitesse de croissance.

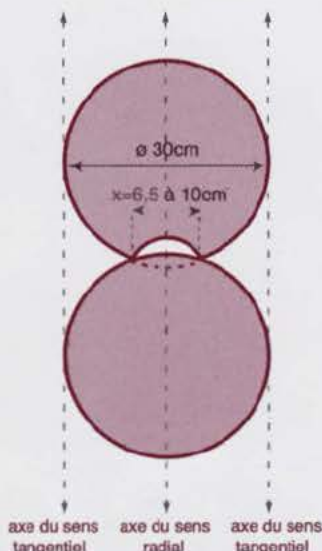
Pour un mur de rondins ajustés, une baisse de 1 % du taux d'humidité provoque un retrait moyen de 0,2 %.

Le retrait du bois et son gonflement sont une des préoccupations majeures pour tous les artisans du bois (menuisiers, ébénistes...), mais tout particulièrement pour le fustier qui sait que la maison qu'il construit va diminuer de hauteur en séchant, avec les conséquences que l'on peut imaginer :

- sur l'assemblage des bois d'une part,
- sur les finitions de la maison d'autre part : portes, fenêtres, cloisons légères, escaliers, toit...

59

L'entaille longue se trouve en position intermédiaire entre le plan radial (où le retrait est faible) et le plan tangentiel où il est très fort. Pour que le retrait soit le plus léger possible, l'entaille devra donc être le plus proche du plan axial, c'est-à-dire la plus étroite possible ($x = 6,5$ à 10 cm pour un \varnothing de 30 cm)



L'entaille d'angle en « tête de bétier » : taillée en facettes, elle bloque les fûts à leur place, limite le retrait radial et permet aux bois de légèrement coulisser l'un sur l'autre au cours du séchage.

5. Quelles peuvent être les conséquences du retrait sur l'assemblage d'angle ?

a) L'entaille en « tête de chien » (ill. 61-63, 69.1)

Dans le sens de la longueur de l'arbre, le retrait, rappelons-le, est quasiment négligeable, ce qui n'est pas le cas dans le sens du diamètre ou sens radial. Or, considérons une entaille d'angle. L'entaille ronde simple, encore appelée « tête de chien », consiste, on l'a vu, en une encoche pratiquée dans le rondin supérieur (B), à la taille du rondin inférieur (A) qu'elle vient croiser et recouvrir (ill.63). Que se passe-t-il au séchage ? Le retrait étant négligeable dans le sens longitudinal, l'entaille ronde (sur le rondin B) ne changera pas de largeur. En revanche, le rondin inférieur (A) qu'elle recouvre se rétracte et diminue de diamètre. Résultat : l'entaille, pourtant bien ajustée au départ, va devenir trop large et un jour va inévitablement apparaître au séchage (ill. 61-62).

Pour remédier à ce problème, qui obligerait à rejoiner les têtes après séchage au moyen de matériaux de jointage ni esthétiques ni durables, les constructeurs ont imaginé différentes adaptations de l'entaille ronde pour lui permettre de rester serrée après séchage.

b) L'entaille en « tête de bétier » (ill.60, 64-66, 69.2)

Cette entaille, originaire de Norvège, consiste à tailler deux facettes de part et d'autre de chaque rondin à emboîter. Ces facettes sont taillées « en mourant » pour rattraper l'épaisseur du rondin, si bien que le fût qui viendra s'y encastrer aura une position et une seule : il

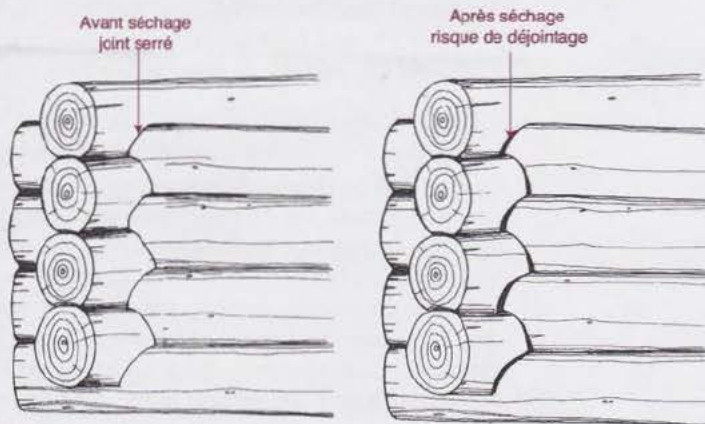


60

II. Quelques règles de base...

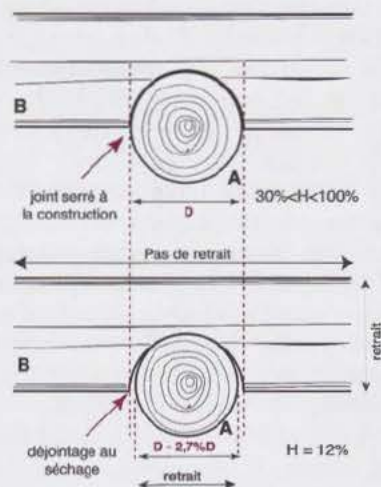
Les principaux types d'entaille et leurs caractéristiques

L'ENTAILLE RONDE EN «TÊTE DE CHIEN» : risques de déjointage (à moins de travailler avec du bois sec)



61 L'entaille ronde dite en «tête de chien» : bien jointée à la construction, un mur assemblé...

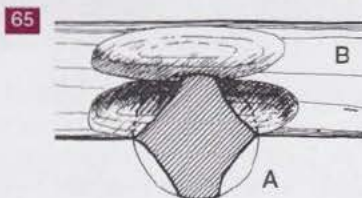
62 ... par entailles rondes risque de déjoindre au bout d'un an ou deux. (mais la technique du «sous-tracage» permet d'y remédier)



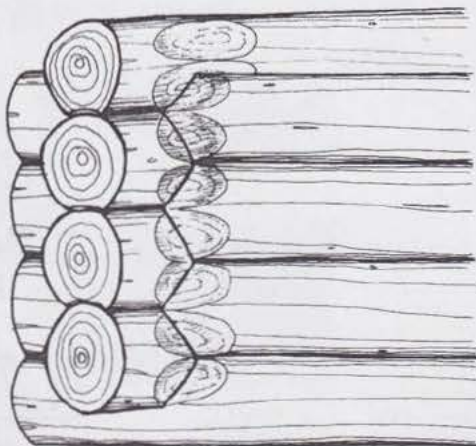
63 En effet, dans le sens axial, le rondin B ne se rétracte pas, tandis que dans le sens radial le Ø du rondin A diminue de 2,7 % environ.

L'ENTAILLE EN «TÊTE DE BELIER»

L'entaille en «tête de bœuf» : deux «langues» de bois sont enlevées sur le dessus, sur le dessous et de chaque côté du fût. Comme il s'agit de bois «tangential» tendre (de l'aubier), le retrait de l'entaille sera diminué d'autant. De plus, le rondin B peut légèrement coulisser le long des facettes du rondin A au cours du séchage, permettant au joint de rester serré.

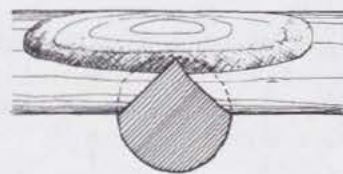


66 Un mur assemblé par des entailles en «têtes de bœuf» : les risques de déjointage sont fortement limités.

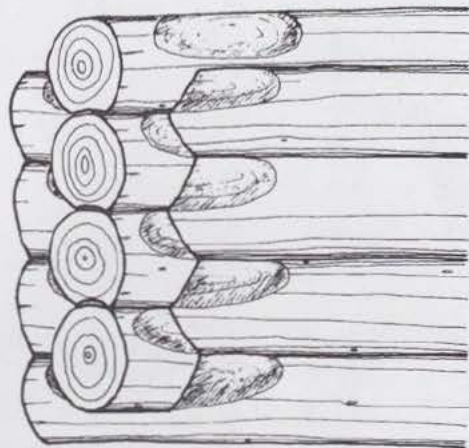


L'ENTAILLE EN «TÊTE DE CHEVAL»

67 L'entaille d'angle en «tête de cheval» : deux larges plats sont pratiqués sur le dessus seulement des bois. Le principe est le même que pour l'entaille en «tête de bœuf» : mais on réduit moins le diamètre du bois.



68 Un mur assemblé par des entailles en «têtes de cheval» : il présente de chaque côté de l'entaille un grand plat caractéristique.



LES ENTAILLES DE L'ART DE LA FUSTE



1. La tête de chien



2. La tête de béliet



3. La tête de cheval



Tous types d'entailles



5. L'entaille au carré



4. La tête papillon



6. La gueule-de-loup
(entaille au carré épaulée en demie queue-d'aronde)



7. La tête de renard
tenonnée



II. Quelques règles de base...

sera bloqué à sa place. De plus, le diamètre du rondin étant réduit au niveau de la « tête », le retrait radial dû au séchage sera fortement diminué. Enfin, le rondin du dessus pourra légèrement coulisser le long de ces facettes, au fur et à mesure du séchage et donc du retrait du rondin de dessous: quand A se rétracte, B glisse sur A; le joint doit rester serré.

c) L'entaille en « tête de cheval » ou en « selle de cheval » (« saddle notch ») (ill. 67-68, 69.³ et ⁴)

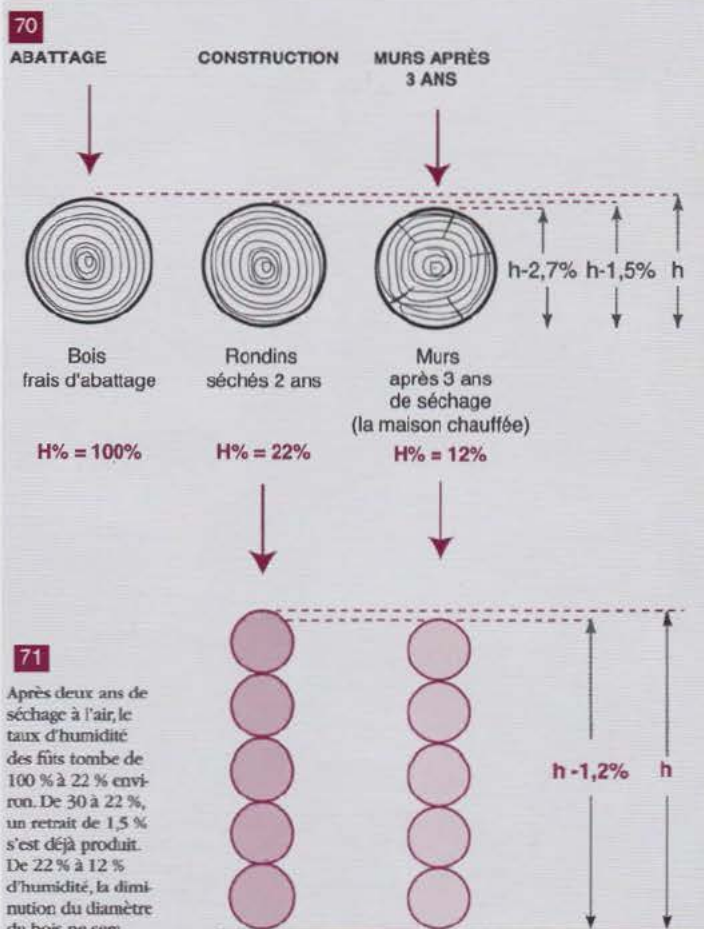
Cette entaille est vraisemblablement originarie d'Amérique du Nord où elle est très utilisée par la génération actuelle de constructeurs. Elle est fondée sur le même principe que la « tête de bœuf »: la tête est façonnée en un large plat incliné, et le retrait provoque, aux angles, un coulisage des rondins le long de ce plat.

Cette entaille peut également être creusée, pour être autobloquante, comme les deux ailes d'un papillon (c'est la « butterfly notch », ou « entaille-papillon »). Mais les principaux défauts de la « tête de cheval » sont d'abord la fragilité du dessus de la tête (quelques centimètres) et aussi son style très marqué; en effet, le plat effectué, très visible car il est long et profond, donne un aspect diversement apprécié, très typique de beaucoup de maisons en rondins (les *logs*) américaines.

Un mur assemblé par entaille ronde dite « en tête de chien » risque de déjoindre au bout d'un an ou deux. Les entailles en « tête de bœuf » ou en « tête de cheval » permettent de garder des joints serrés après séchage, surtout pour les bois de fort diamètre.

6. Est-il possible de limiter le tassement dû au retrait d'un mur de rondins ?

1) On peut le limiter en choisissant tout d'abord une essence de bois de faible retrait (on dira communément un bois peu nerveux), comme la plupart des résineux légers (épicéas, pins, mélèze de basse altitude, douglas...). En général, plus un bois est léger, de faible densité, moindre sera son retrait - mais cela n'est pas toujours vérifié (voir p. 53).



2) Laisser sécher les fûts avant de les mettre en œuvre limitera également le retrait (ill. 70-71). Le bois rond sèche lentement (on doit fendre les rondins de bois de chauffage pour qu'il sèche plus vite), et, eu égard à l'encombrement représenté par un stock de rondins et aux risques de fente, on peut difficilement envisager de les sécher artificiellement, en four ou en étuve, comme le bois de sciage.

Il est possible toutefois de les faire sécher, écorcés, à l'extérieur, sur piles bien ventilées, pour faire « tomber » leur taux d'humidité à 20 % environ. Le cambium, lisse, facilite l'écoulement de l'eau de pluie, et limite la reprise d'humidité par temps pluvieux. Deux années de séchage sont en général suffisantes, et permettent de réduire le retrait à peu près de moitié.



**fustes
aujourd'hui**



II. Quelques règles de base...

Pour un séchage encore plus lent, il est parfois conseillé, du moins pour les essences durables et nerveuses comme le mélèze (bois rouges), de conserver l'écorce pendant plusieurs mois. Certains fustiers évitent d'écorcer

Il est possible de limiter le tassement dû au retrait en faisant sécher les bois 2 ans avant de les mettre en œuvre.

le bois quand il est en sève, afin de limiter les fentes importantes au séchage. Un séchage à l'abri du soleil est en outre recommandé. Il est préférable de faire sécher les bois à l'abri, à condition qu'ils soient bien ventilés. On peut également faire sécher les bois sur pied pendant quelques mois en les « ceinturant » à la base. Ce procédé antique est très efficace et devrait à nouveau être développé.

7. La valeur du tassement retrait

La valeur du tassement-retrait dépend donc, en premier lieu, du degré de séchage des rondins, et en second lieu de l'humidité finale du bois, elle-même fonction du climat où est implantée la construction, et surtout du degré de chauffage de la maison en hiver.

Supposons :

- Une maison A (cf. ci-dessus ill. 58), construite avec des rondins récemment abattus : ils commenceront à se rétracter lorsque leur taux d'humidité sera tombé à 30 % environ (les fibres du bois sont « saturées » lorsque débute le retrait).

- Une maison B (ill. 70-71), construite avec des rondins séchés 2 ans, dont l'humidité est proche de 22 %.

On suppose que leur taux d'humidité finale sera de 12 %. Le retrait dû au tassement sera de :

- pour A : $0,15 \times (30 \% - 12 \%) = 2,7 \%$
- pour B : $0,15 \times (22 \% - 12 \%) = 1,5 \%$

Si l'une et l'autre de ces maisons ont une hauteur de 4 m, le retrait total vertical au séchage sera de :

- pour A de $2,7 \% \times 4 = 10,8 \text{ cm}$
- pour B de $1,5 \% \times 4 = 6 \text{ cm}$

II. LE TASSEMENT COMPRESSION

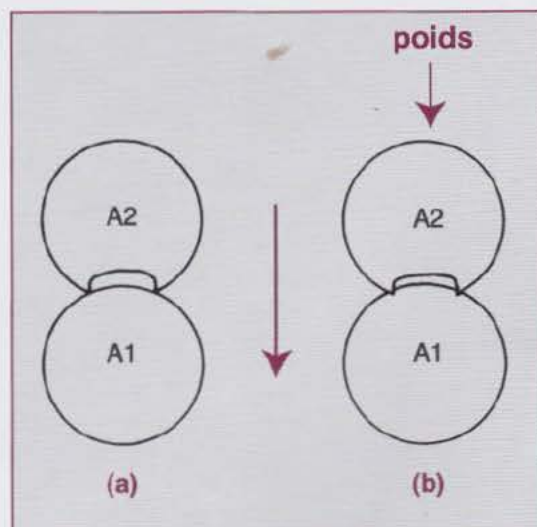
1. Quelles sont les conséquences des descentes de charges ?

Si les assemblages sont correctement effectués pour que, après retrait, les rondins restent jointifs, un autre type de tassement va intervenir, qui sera dû au poids des bois, du toit, de la neige, ce qu'on appelle les « descentes de charge » ; et les fûts du bas de la maison supporteront naturellement plus de poids que ceux du haut.

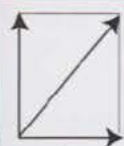
La charge supportée par chaque rondin entraîne un effort de compression transversale sur l'assemblage bois sur bois. Cet effort va se répartir principalement sur l'arête de l'entaille, partie fine et fragile ; il va avoir tendance à comprimer les fibres du bois, d'autant plus que le contact bois sur bois se fait sur de l'aubier, du bois tendre, plus compressible que le cœur de l'arbre : les deux arêtes de l'entaille du bois supérieur comprimant l'aubier du bois inférieur, deux fines rainures s'y creusent, dans lesquelles elles viennent s'encaster (ill. 73-74).

Ce phénomène de compression transversale a deux conséquences majeures :

- d'une part il entraîne un léger tassement supplémentaire, de l'ordre de 1 à 2 %, surtout



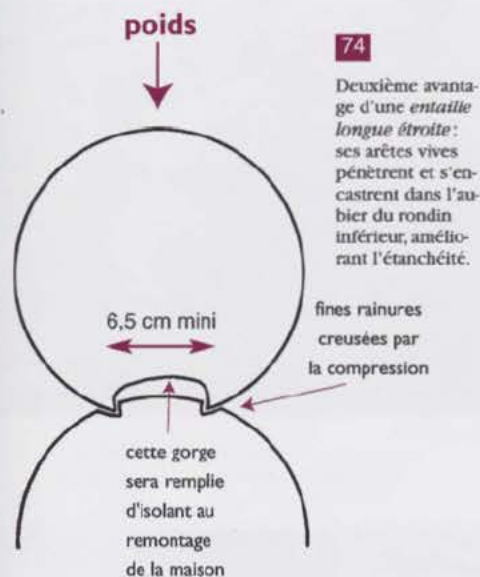
73
Les descentes de charge tendent à faire pénétrer, par ses deux arêtes, le bois de dessus dans celui de dessous qui se comprime et s'écrase.



Les études de résistance mécanique du bois, base de tous les calculs de charpente, montrent que le bois résineux, soumis à des efforts de compression transversale (c'est le cas d'un rondin « couché » sur un mur de bois empilé), a une contrainte admissible de 17 bars en moyenne, soit $17,34 \text{ kg/cm}^2$; cela signifie que l'assemblage bois sur bois pourra supporter sur chaque cm^2 un poids de $17,34 \text{ kg}$, et se déformera lorsque ce poids dépassera 30 kg/cm^2 .

si la toiture est lourde et soumise à de forts poids de neige;

- d'autre part et surtout, effet très favorable, il permet d'améliorer le jointage des rondins et de renforcer ainsi l'étanchéité.



Ainsi le poids supporté par les fûts: poids du bois, de la neige, toitures en lauze ou en terre engazonnées sont autant de facteurs favorables qui garantissent la qualité du jointage dans le temps. Lorsque le toit n'est pas lourd et lorsque les bois sont de faible diamètre, certains constructeurs assurent un bon serrage des rondins par un système de tiges filetées.

Mais pour que cette contrainte devienne un avantage, c'est-à-dire pour que l'étanchéité puisse s'améliorer avec le temps, encore faut-il que le retrait dû au séchage puisse s'effec-

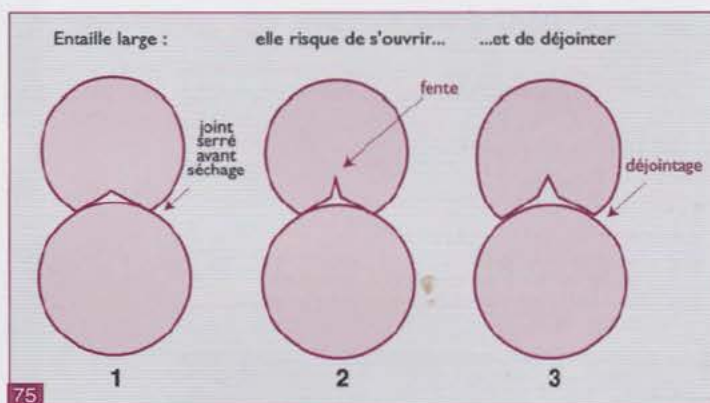
tuer dans de bonnes conditions, et que rien ne vienne contrarier le tassement des rondins; dans le cas contraire, les assemblages risqueraient de se desserrer et les bois de déjoindre.

2. Ce qui peut s'opposer au tassement compression: les rondins « suspendus »

L'entaille d'angle n'est pas en cause: le bois de dessous diminuant de diamètre, le bois de dessus s'y emboîte d'autant mieux (des jours peuvent même apparaître, on l'a vu) (ill. 61-63).

Mais deux problèmes peuvent se poser au niveau de l'entaille longitudinale, la gorge.

1) Rondins suspendus par la « gorge »



Au contraire, une entaille trop large a tendance à s'ouvrir sous le poids. Le contact avec le bois de dessous se fait alors par deux plans tangents qui assurent un mauvais joint.

Si l'entaille longue ou gorge est trop large, l'arête de contact n'est pas précise et les rondins ont une surface de contact tangentielle: le joint se fait mal (ill. 75). De plus, en séchant, les fûts auront tendance à s'ouvrir et les joints ne seront plus étanches: on dit que les rondins sont « suspendus », car ils ne peuvent « descendre ». Il est donc capital que cette gorge soit la plus étroite possible, pour que le contact entre les deux rondins se fasse par les deux arêtes de l'entaille, et non par ses faces intérieures.

L'entaille longue doit être la plus étroite possible pour que le contact bois sur bois se fasse par deux arêtes et non par deux plans, mais suffisamment large pour procurer une bonne étanchéité (minimum 6,5 cm de large).

II. Quelques règles de base...



76 Des bois bruts, juste écorcés...



78 ... et tracés au compas et ajustés.

2) Rondins suspendus par les bouts débordants (ou débords)



77 Les bouts débordants, soumis à l'humidité extérieure, sécheront moins que les murs eux mêmes, en contact sur leur face intérieure avec de l'air plus sec et plus chaud.

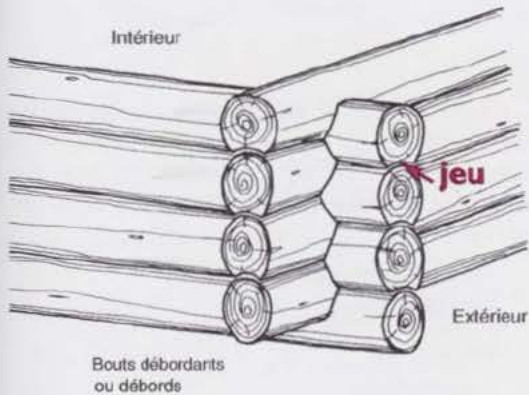


79 L'entaille en tête de béliet

En séchant, les rondins vont se stabiliser à un taux d'humidité qui dépend de l'humidité de l'air régnant à l'intérieur de la construction. En revanche, les bouts débordants des rondins resteront, quant à eux, à un taux d'humidité supérieur car ils ne sont pas en contact avec l'air chauffé et sec de la maison (ill. 77). Le retrait des bouts débordants sera donc plus faible que celui des murs mêmes (murs extérieurs, et a fortiori intérieurs), sur le même rondin. Si aucune précaution n'est prise, ce phénomène provoquera inévitablement un déjointage sur les murs de rondins situés entre deux entailles d'angle : ils sont « suspendus » car leurs débords, moins secs, donc moins rétractés, les empêcheront de « descendre » pour rester jointés (ill. 82a); et ce phénomène sera accentué par la fente de retrait en bout.



80 La découpe de l'entaille longue, ou gorge



81

Le bout des débords : un jeu de 1 cm doit être laissé à la construction, même si, à la vue de ce jour...

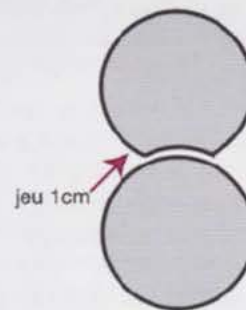


...(sans incidence sur l'étanchéité puisqu'il s'agit de parties totalement extérieures), des personnes non averties pourraient...

Les débords

84

...mettre en doute les qualités du constructeur.

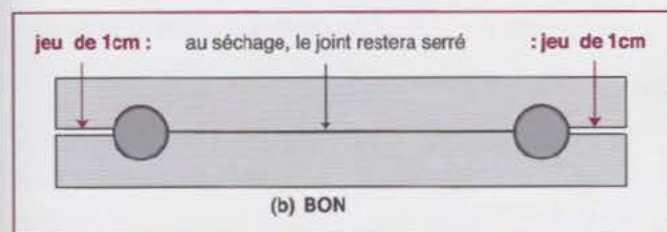


Pour éviter ce problème, il est indispensable d'anticiper sur ses conséquences et de laisser un jeu de 1 cm au minimum sur les bouts débordants, lors de la préfabrication (ill.81 à 85). Bien que, au début, ce jeu soit très visible en bout de rondins, et qu'il puisse porter à équivoque sur la qualité du constructeur, (" comment, mais c'est mal jointé... !"), il n'a bien sûr aucune influence sur l'étanchéité puisqu'il concerne les débords. Il garantit au contraire que les rondins des murs resteront, eux, bien jointés après séchage, pour que son ouvrage soit ajusté et le reste après séchage définitif.

82



(a) Un jour est apparu entre les rondins des murs qui séchent plus vite que les bouts débordants.



(b) Il faut donc prévoir un jeu sur les bouts débordants qui se rétractent moins, pour permettre aux rondins des murs de "descendre" librement au séchage.



Grâce au jeu sur les débords, au séchage, le joint restera serré

II. Quelques règles de base...

III. LES CONSÉQUENCES TECHNIQUES DU TASSEMENT

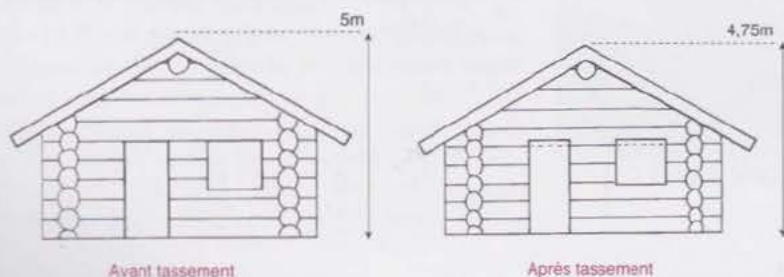
1. Quelle sera la hauteur du tassement définitif et quelle marge prévoir ?

Il est très difficile de prévoir avec certitude la hauteur de tassement définitif d'une maison, car elle dépend de plusieurs facteurs : pour le tassement retrait, il est de 1 à 3 %, selon l'essence et sa provenance, selon que l'on utilise des bois verts ou mi-secs, selon le climat de votre région, et selon le chauffage en hiver ; pour le tassement dû à la compression, il est aussi de 1 à 3 %, selon les qualités mécaniques du bois utilisés et l'importance du poids sur le toit (les descentes de charge). Une toiture lourde (lauze ou terre) et une forte épaisseur de neige donneront avec certitude un fort tassement-compression.

Dans les meilleurs cas, le tassement total ne dépassera guère 3 à 5 %, soit 3 à 5 cm de hauteur par mètre de hauteur de mur. Par mesure de sécurité, on prend toutefois une marge de sécurité de 6 %. Mais attention ! Des bois trop jeunes peuvent avoir un retrait excessif et une résistance en compression très faible. Avec de tels bois, travaillés « verts », et un toit lourd, vous dépasserez 6 %. Alors évitez les bois trop jeunes (voir sur le bois juvénile et ses conséquences p. 52). Il convient également de respecter les règles de construction de la fuste ajustée, notamment les largeurs de gorge, les jeux sur les débords, les fentes de retrait lorsqu'on travaille en bois vert, la précompression des entailles, etc... La qualité du travail a aussi des conséquences sur le tassement final de la maison.

Au bout de 2 ou 3 ans, une maison de 5 m de haut aura perdu environ 25 cm de hauteur, si son tassement est de 5 %.

86



On laissera donc obligatoirement un espace ou un dispositif de coulissage permettant le libre jeu des bois empilés à raison de 6 cm par mètre de hauteur, chaque fois qu'il y a un élément vertical fixe comme :

- les portes et fenêtres
- les cloisons légères
- les poteaux
- les escaliers
- les cheminées...

Ils devront être posés dans les... règles de l'Art de façon à ce que le tassement n'entrave pas leur fonctionnement et ne provoque pas de déformations.

2. Sur combien de temps s'étalera ce phénomène de tassement ? Sera-t-il régulier ?

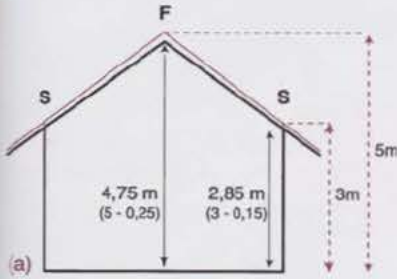
Cette durée est très variable, Elle dépendra beaucoup du climat local. Le vent sec, même froid fait sécher les bois très vite, un climat humide lentement. Une maison surchauffée séchera aussi très vite, et il est préférable de laisser les bois sécher lentement.

En pratique, le tassement le plus important, de compression comme de retrait, se produira dans les 2 ou 3 premières années après le remontage si la maison est chauffée en hiver. Une résidence secondaire qui n'est pas habitée l'hiver se tassera moins qu'une maison habitée en permanence, et si son propriétaire vient y habiter de façon permanente après 10 ans, il observera à nouveau un léger tassement après avoir chauffé la maison un hiver.

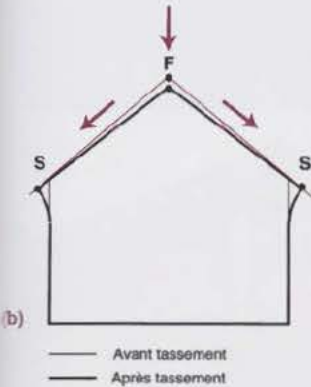
Lors de la préfabrication, on devra prévoir des dispositifs de coulissage et espaces de tassement pour les éléments verticaux fixes permettant un tassement de 6 %, soit 6 cm par m.

(Extrait des Règles internationales de l'art de la fuste)

3. Les conséquences techniques du tassement



87 Dans une maison avec pignons en rondins, si les chevrons sont cloués en F et en S, ils empêcheront les bois de se tasser...



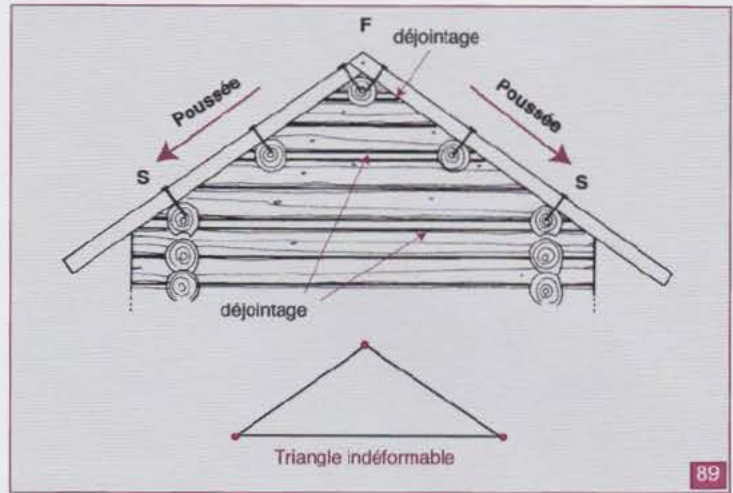
88 ...et si le toit est très lourd, une poussée s'exercera de F à S et tendra à déformer les murs en S.

Il peut y avoir, dans les premiers temps, de légères différences de tassement entre les murs d'une maison en bois empilés, suivant leur exposition. Ceux exposés aux vents secs seront légèrement plus tassés, mais à la longue, le tassement se stabilisera. N'ayez aucune crainte, la maison en bois massif est souple et supportera très bien ces tassements différentiels.

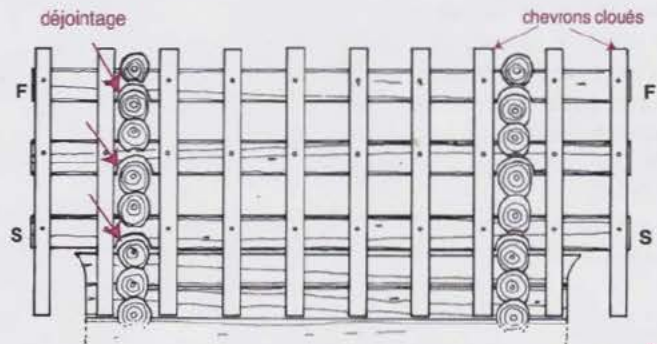
Quant à la reprise d'humidité et au gonflement éventuel des bois, ils sont sans doute très légèrement perceptibles sur une maison inhabitée l'hiver, mais peu probables si la maison est chauffée. N'espérez pas voir la maison se redresser !

3. Comment seront conçus la toiture et les pignons ?

Pour une maison de 5 m de hauteur constituée de rondins empilés jusqu'à la faîtière, celle-ci (F) devra donc théoriquement « descendre » par tassement de 25 cm et les pannes sablières (c'est-à-dire les derniers rondins des murs) (S) de 15 cm (ill.87-88). On conçoit aisément que ce phénomène risque d'entraîner de sérieuses perturbations dans la construction si aucune précaution n'est prise.



Si le toit est léger, et si donc la poussée n'est pas assez forte pour déformer le triangle FSS, des frottements apparaîtront sous les pannes dans lesquelles sont cloués les chevrons, car elles ne peuvent suivre le mouvement de tassement.



Les chevrons cloués bloquent le tassement des rondins des pignons : la faîtière et les pannes restent suspendues.

En effet, le fait de clouer normalement les chevrons sur la panne faîtière F et les pannes sablières S rend l'ensemble du pignon solidaire : le tassement ne pourra donc s'opérer et entraînera une poussée sur les murs en S. Deux cas peuvent alors se présenter :

Dans une maison à pignons en rondins, le fait de clouer les éléments de la toiture entre faîtière et sablières empêche le tassement des bois.



1. Sur toit à faible pente, découpe de la rainure d'encastrement du plafond



2. Les chevrons devront pouvoir coulisser sur les pannes



3. Attention au tassement...

Le tassement et la charpente



4. Charpente classique vitrée



5. Espace de tassement et rainure d'encastrement ont été taillés avant remontage



6. Assemblage bois rond sur bois rond tracé à l'aide du compas-traceur à niveaux



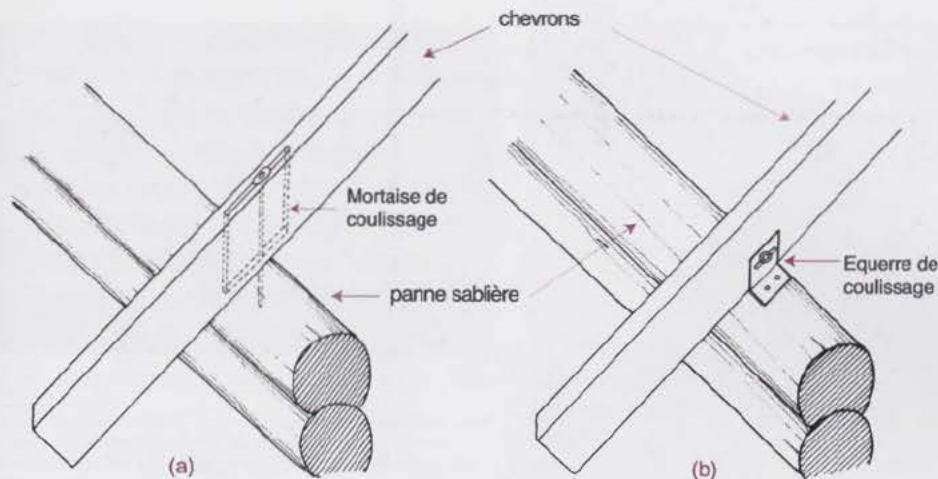
7. Toutes les rainures d'encastrement ont été faites avant le démontage. Charpente-poteaux.



8. Ossature-bois classique entre poteaux de bois brut

92

Deux dispositifs de coulisage : *par mortaise* (a) et *par équerre* (b), pour permettre aux chevrons de coulisser au fur et à mesure du tassement des pignons de rondins.



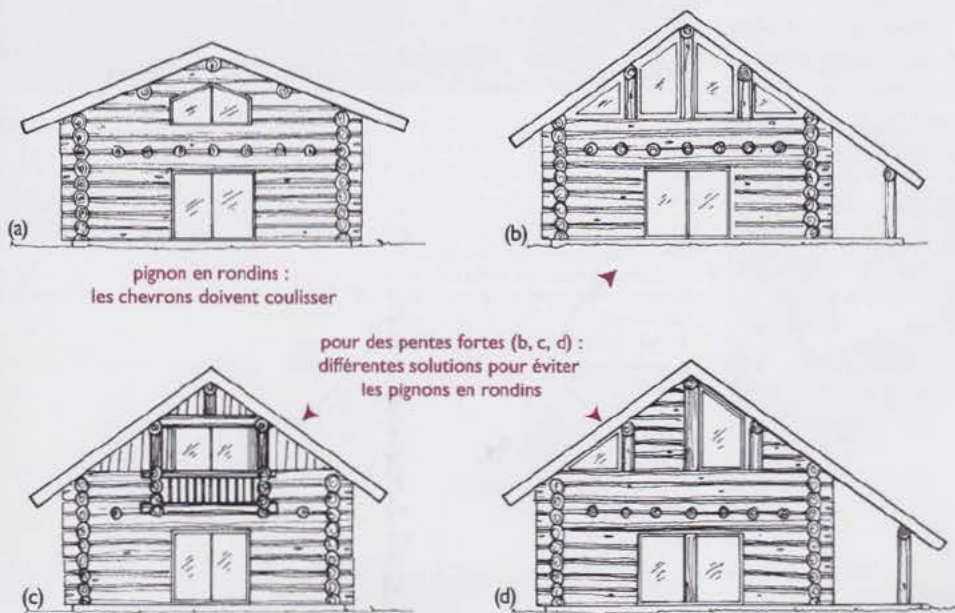
• Si le toit est très lourd, les murs subiront une forte poussée aux points S et seront déportés vers l'extérieur (ill.88).

• Si le toit est léger, la faîtière F restera «suspendue», car elle forme avec les chevrons un triangle non déformable : il apparaîtra un jour sous la faîtière et sous les pannes intermédiaires, et les bois empilés des pignons déjoindront également, aucun poids n'étant plus là pour les bloquer (ill.89-90).

Pour remédier à ce problème, deux solutions :

1) Si la pente du toit n'est pas trop forte et si donc le pignon est peu élevé (ill.91¹⁻², 93a), on peut prévoir un coulisage des chevrons et des éléments de plafond posés sur les pannes (lambris par exemple). Ce coulisage peut se réaliser par une mortaise de coulisage pour la fixation des chevrons (ill.92a), ou l'utilisation d'équerres de coulisage (ill.92b).

2) Si la pente du toit est forte et donc si le pignon est assez élevé (ill. 93 b-c-d), il vaut mieux le concevoir différemment pour supprimer ces problèmes de tassement. Le système en rondins empilés sera arrêté au niveau



pignon en rondins :
les chevrons doivent coulisser

pour des pentes fortes (b, c, d) :
différentes solutions pour éviter
les pignons en rondins

93

(a) Si la pente est faible, les pignons d'une maison peuvent être constitués de rondins (à condition de faire coulisser les chevrons).

Si la pente est forte, il est préférable d'adopter une autre solution et de traiter les pignons en structure mécaniquement indéformable :

(b) en poteaux de bois ronds et grands vitrages,

(c) en ossature-bois avec éléments de rondins bruts mis en valeur,

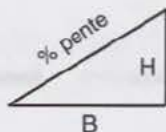
(d) ou encore en "pièce sur pièce", c'est-à-dire en rondins empilés coulisants entre poteaux verticaux.

(e) avec remplissage de style colombage (voir photo p. 91-94)

II. Quelques règles de base...

La pente d'un toit est le rapport entre la hauteur H et la base B du demi-pignon :

$$\frac{H}{B} = \% \text{ pente}$$



Il est indispensable de prévoir un dispositif de coulissage si les pignons sont en rondins ; sinon on peut réaliser les pignons en système mécanique indéformable. Mais le fustier doit s'efforcer de préserver l'unité architecturale de la maison.



94

Un exemple de pignon avec poteaux en rondins et vitrages qui épousent la pente du toit.

Une maison en cours de remontage : posés sur le haut des murs de rondins, des poteaux de rondins verticaux (comme une structure de colombage) supporteront les pannes. Entre les poteaux viendront se placer des caissons à ossature-bois qui recevront menuiseries, vitrages ou bardages et contreventeront les pignons. Par ailleurs, un balcon en saillis atténue la rupture entre murs et pignons.

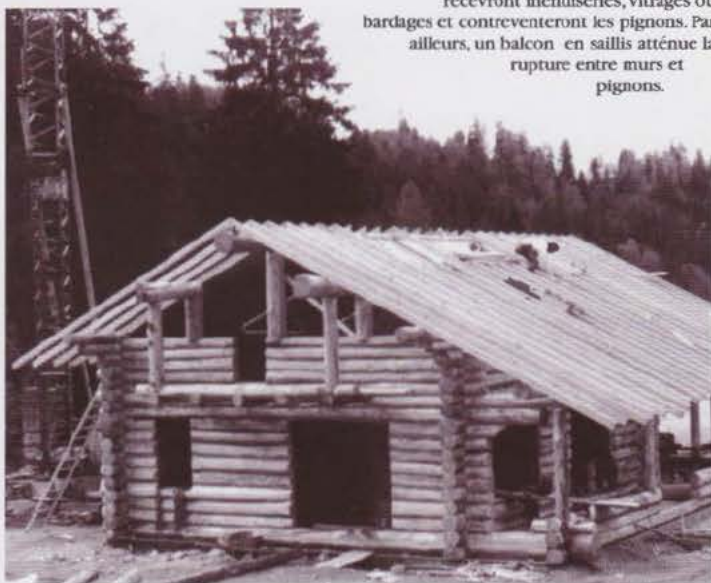


photo. B.C.N.

95

de la panne sablière. Ensuite, on peut prévoir un pignon en charpente classique ou en poteaux verticaux de rondins bruts et/ou ossature-bois (ill. 91⁵⁸). Il n'y aura ainsi plus aucun tassement entre panne faîtière et pannes sablières. Pour éviter cependant une rupture esthétique entre les deux systèmes constructifs, différentes solutions existent :

- garder et mettre en valeur en pignon des éléments en bois bruts : poteaux verticaux, charpente, balcons... (ill. 91, 94, 95...)

- introduire entre les poteaux de bois ronds de grands vitrages épousant la pente du toit qui, tout en apportant une note contemporaine, limitent les surfaces à barder ou du remplissage en torchis isolant (voir aussi ci-dessous p. 90-93).

- ou encore faire du « pièce en pièce » : c'est un système qui consiste à remplir de rondins l'espace entre poteaux (ill. 93 d). Le tassement de ces rondins courts se fait alors par coulissage entre les poteaux qui supportent, eux, les pannes. Le pignon est indéformable et les chevrons peuvent être cloués définitivement sur les pannes, sans risque de provoquer des déjointages.

Ce qu'il vaut mieux éviter, c'est de barder totalement les pignons de matériaux industrialisés légers (clins étroits et réguliers par exemple), qui suppriment toute unité entre le haut et le bas de la maison (ill. 96).

Deux exemples de pignons traités en ossature-bois classique. Dans ce type de solution, le contraste n'est pas toujours très heureux entre les rondins bruts des murs et les clins très fins des pignons.



4. Comment se fait le montage des portes et fenêtres ?

Sur une hauteur de porte de 2 m, un tassement des rondins de 6%, soit 12 cm, est possible. Au-dessus de la porte sera donc laissé un espace de cette hauteur, appelé « espace de tassement ». Il sera soit taillé dans le rondin, en feuillure (ill. 97 et 98) (c'est la solution la plus étanche), soit caché par deux couvre-joints (intérieur et extérieur), et sera rempli d'un isolant (laine de verre) qui se comprimera au fur et à mesure du tassement.

Par ailleurs, un dispositif de coulissage permet aux rondins de se tasser librement : dans une rainure pratiquée sur toute la hauteur de la menuiserie, vient se glisser une sorte de clé sur laquelle est fixée la menuiserie et qui laisse les rondins jouer (ill. 98 à 100). Ainsi les rondins et la menuiserie sont totalement indépendants.

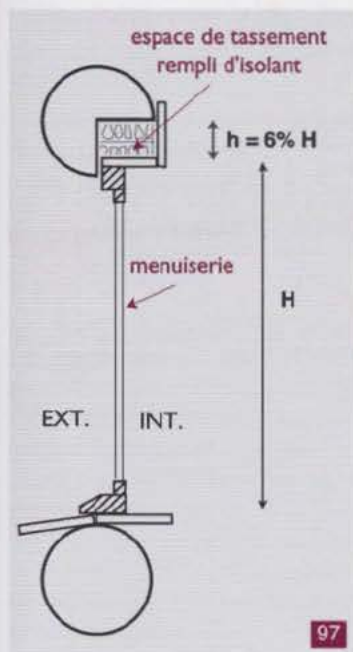
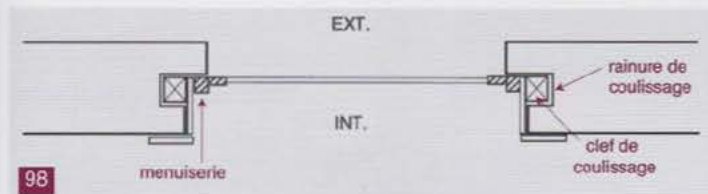
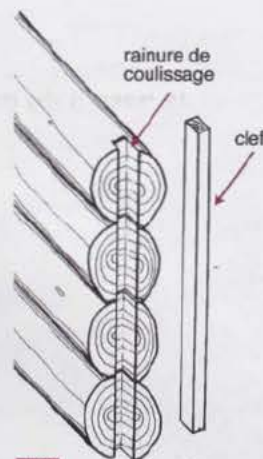


Schéma de montage d'une fenêtre (en coupe verticale) : un espace de tassement, rempli d'isolant et caché par des couvre-joints décoratifs, est prévu au-dessus de la menuiserie, permettant aux bois de se tasser librement.

Idem (en coupe horizontale) : la fenêtre est fixée aux clefs qui, elles, coulissent dans des rainures ménagées des deux côtés du mur.



Au cours de la pré-fabrication, des rainures sont taillées dans les rondins ; la clef de coulissage sera placée au remontage des bois.



La clef de coulissage, sur laquelle sera fixée la menuiserie, vient se loger dans une rainure pratiquée dans le mur.

Pour les fenêtres, le dispositif est le même. L'espace de tassement à observer sera proportionnel à la hauteur de la fenêtre, par exemple :

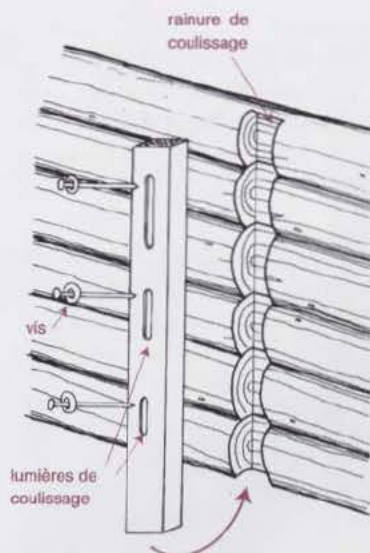
- pour une fenêtre de 1,20 m de haut, l'espace de tassement maximum sera de 6 % minimum, soit 6 à 7 cm (ill. 99).

Les rondins situés sous l'appui de fenêtre se tassent également, mais n'entraînent aucune conséquence pour la menuiserie elle-même.



photo B.C.N.

II. Quelques règles de base...



102

La fixation d'une cloison secondaire dans un mur de rondins se fait au moyen d'un chevron coulissant dans une mortaise.

5. Le montage des cloisons légères

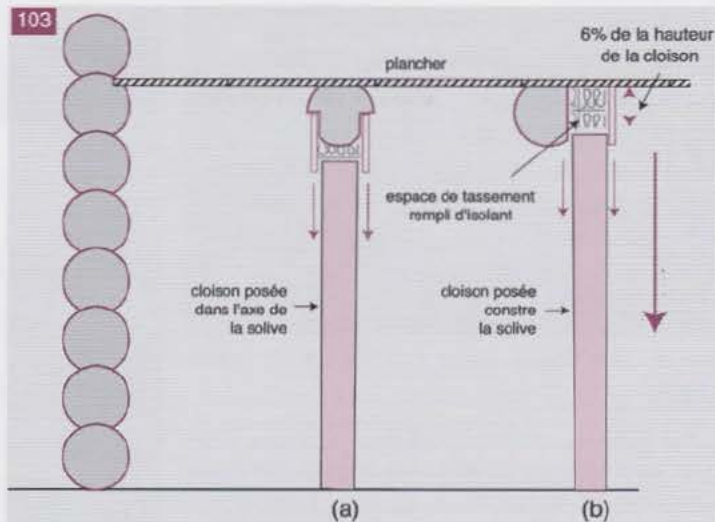
Dans une fuste, les murs intérieurs principaux sont en rondins, surtout s'ils sont porteurs. Les cloisons secondaires se font en matériaux classiques (ossature-bois, placo-plâtre, carreau-brique, panneau-sandwich...). La jonction de ces cloisons avec les murs en rondins se fait par l'intermédiaire d'un chevron coulissant dans une rainure taillée de haut en bas du mur (ill.102) : quand les rondins se tasseront, ils glisseront le long de ce chevron sur lequel est fixée la cloison.

Comme pour les portes et fenêtres, un espace de tassement doit être ménagé entre le sommet de la cloison et le solivage ou plancher de l'étage (cf.ill.103 a et b montrant une cloison placée dans l'axe de la solive et une autre appuyée contre elle). Cet espace, rempli d'isolant, sera caché par un ou deux couvre-joints.

6. Les poteaux

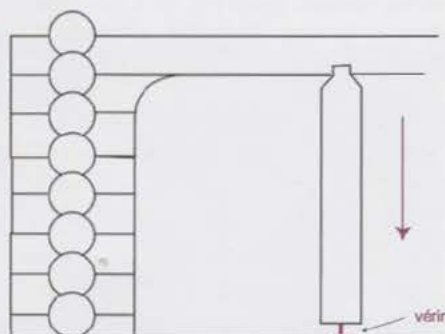
Dans une maison de rondins bruts, les poteaux verticaux, qui rompent avec l'horizontalité générale et aident à supporter les solives, avancées de toit..., jouent un rôle architectural important. Mais le bois ne subis-

Un espace de tassement sera laissé au-dessus de la cloison, caché par des couvre-joints.



103

104
Un vérin permet de descendre le poteau au fur et à mesure du tassement des rondins qui lui sont liés.



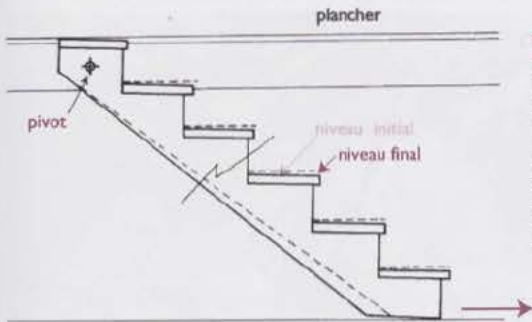
105

sant pratiquement pas de retrait dans le sens axial, un poteau ne se tasse pas. Il risque donc de provoquer des déjointage des bois empilés qui lui sont liés. Il est donc indispensable d'équiper les poteaux, soit d'une cale en partie supérieure, soit à leur base d'un vérin, réglable en fonction des tassements de la maison (ill. 104 et 105).

Deux dispositifs de tassement des poteaux :
- cale (à retirer) au-dessus des poteaux de terrasse
- poteau taillé pour permettre le coulissage entre les deux menuiseries (voir « Le poteau-linçoir », AF4, p. 122).

7. Les escaliers

Pour tenir compte du tassement, le principe est de concevoir une possibilité de coulisage de l'escalier sur le sol et de le fixer sur pivot (ill. 106).



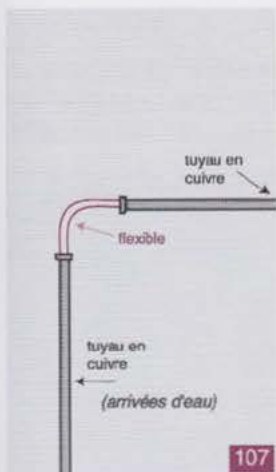
106
Au fur et à mesure du tassement, l'escalier fixé sur un axe pivotant, glissera le long du sol et les marches prendront leur position horizontale définitive.

8. L'installation sanitaire

Pour les arrivées d'eau, deux possibilités :

- en cas de tuyauteries en cuivre, il faut prévoir de placer des flexibles pour absorber le tassement des bois ;
- on peut aussi poser des tuyaux souples en polyéthylène réticulé ;

Pour les évacuations d'eaux usées et WC, il faut prévoir de placer des manchons de dilatation sur les tuyaux en PVC.



107

Un flexible pour les tuyaux en cuivre, ou encore des tuyaux en polyéthylène réticulé souple pour les arrivées d'eau...



108

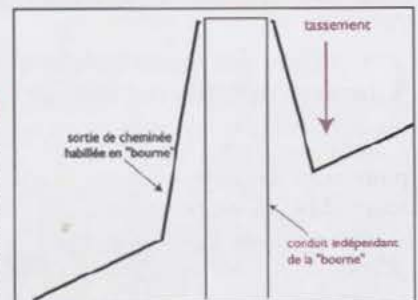
...un manchon de dilatation pour les tuyaux en PVC des eaux usées et WC éviteront tout problème.

8. La cheminée

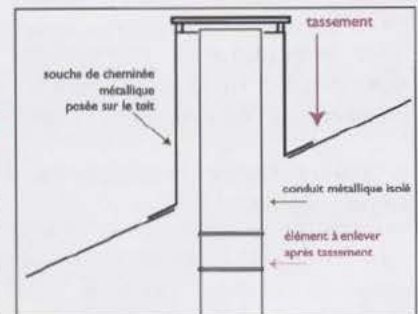
Une cheminée de maçonnerie sans dispositif de coulisage entraînerait aussi des perturbations sérieuses. Plusieurs solutions simples sont envisageables :

- prévoir de laisser indépendants les tuyaux et la souche de cheminée (système de la bourne des Alpes) (ill. 109).
- installer une souche et des conduits métalliques isolés, avec des éléments réglables en hauteur (ill. 110).
- en cas de cheminée en maçonnerie, prévoir un système de solin à recouvrement sur la toiture et un libre coulisage des chevêtres sur la charpente (ill. 111).

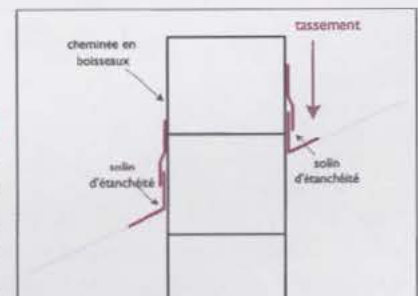
109
Montage d'une cheminée en "bourne" : les tuyaux et la souche de cheminée sont totalement indépendants.



110
Système de cheminée métallique isolée : il suffira d'enlever un élément pour régler la hauteur des conduits en fonction du tassement.



111
Pour les cheminées en bois, le principe est d'installer, autour de la souche, un solin à recouvrement.



Vivre dans une maison en rondins bruts, c'est vivre dans un matériau que l'on veut garder naturel. Pour faire une maison qui reste saine tout en étant durable, il faut savoir tout d'abord bien choisir son bois et déterminer ensuite le mode de protection le plus adapté.

CHAPITRE III

Une maison durable : choix du bois et traitement

I. SELON QUELS CRITÈRES CHOISIR LE BOIS D'UNE FUSTE ?

C'est une des toutes premières questions posées par ceux qui envisagent d'habiter ou de construire une maison en bois. Il est difficile d'y répondre rapidement, car toutes les essences résineuses disponibles dans nos régions sont utilisables : Epicéa commun, Epicéa de sitka, Sapin, pectiné, Sapin Grandis, Douglas, Mélèze d'Europe, Mélèze du Japon, Pin Sylvestre, Pin noir, Pin laricio, Pin maritime, etc...

Les bois que nous recherchons devraient répondre à 3 types de critères objectifs plus ou moins faciles à repérer et donc à évaluer

1. Des critères visuels bien repérables

La forme des bois - rectitude, décroissance, diamètre et aussi « propreté » des fûts - est donc l'un des tout premiers critères de sélection.

Une mauvaise rectitude de même qu'une décroissance trop forte peuvent rendre la construction difficile voir impossible (puisque, à la différence des bois équarris, les fûts conservent forme et conicité). Ces deux critères sont relativement faciles à identifier et bien quantifiés.

Toutes les
essences rési-
neuses de nos
régions sont utili-
sables



• La rectitude

Comme la stabilité d'un mur est obtenue en alignant l'axe de chaque tronc sur l'axe du mur, une trop grande courbure peut rendre le mur instable.

Des fûts de mauvaise rectitude, aux courbures prononcées, développent par ailleurs un bois de réaction, appelé bois de compression chez les essences résineuses. Ce bois qui se forme dans les courbures a un retrait supérieur à un bois « normal » tandis que, sur le plan mécanique, son module d'élasticité est inférieur à un bois bien droit. C'est donc du bois moins résistant et qui se déformera plus au séchage.

• La décroissance

La décroissance ou conicité des bois est également la source de difficultés, si elle est excessive, en raison de l'alternance aux angles de pointes et de pieds de diamètres très différents. Un écart de diamètre trop important peut risquer d'affaiblir les emboîtements des assemblages à mi-bois.

La décroissance totale d'une bille dépend de sa décroissance métrique moyenne (1 cm par mètre est une décroissance faible; 2 cm est une décroissance forte) et de la longueur de chaque bille. Plus un bois est long plus sa décroissance est forte.

Cette conicité de l'arbre est la résultante de son héritage génétique et aussi de son environnement; la sylviculture permet de la réduire (plantations serrées, arbres élagués). La décroissance est un critère de sélection pour la plupart des utilisateurs de bois qui préfèrent un bois de forme cylindrique à un bois de forme conique. Les fustiers n'échappent pas à cette règle.

Pour pallier les problèmes liés à la rectitude et à la décroissance des fûts, plusieurs solutions:

- éviter de construire avec des bois trop longs, qui sont source de déformation et qui ont un retrait non négligeable sur une grande longueur,
- compenser ce problème par un bon triage des bois: les pièces tordues seront tronçonnées en billons plus courts,
- construire délibérément « en bois courts », en partant d'une conception architecturale adaptée.



« Pour des bois de diamètre inférieur à 30 cm, les longueurs maximales de mur à mur seront de 7 m environ, et de 10 m pour des bois de plus gros diamètre. Toutefois ces longueurs maximales seront réduites si les bois sont de conformation défectueuse ou de décroissance excessive.

On pourra utiliser des longueurs supérieures à celles indiquées, sous réserve de renforcer les murs par des systèmes de boulons, chevillage, refend d'une cloison.

Sur les murs de grande longueur sans refend, un soin particulier sera apporté pour renforcer les passages de portes et fenêtres.

Les bois vrillés ont un retrait longitudinal important et l'on veillera particulièrement à éviter les excès de vrille sur les bois longs. »

Extrait des "Règles de l'art de la fuste"

• La propreté du fût

Cette expression se réfère à l'absence de branches sur un tronc.

La présence de nœuds sur une pièce de bois scié affaiblit beaucoup plus sa résistance que sur un bois rond brut qui a gardé sa forme naturelle et n'offre aucune discontinuité de ses fibres. Par ailleurs, en compression, la présence de nœuds n'affecte pas la résistance mécanique du bois, bien au contraire.

En revanche, dans la construction en rondins ajustés, nœuds et couronnes de nœuds rendent le bois plus difficile à écorcer, à tracer et à joindre.

• L'aspect du fût et son vieillissement naturel

Dans une construction en bois brut, le bois est visible à l'intérieur comme à l'extérieur. En général le cambium (cette peau fine qui l'enveloppe) reste visible. Mais on pourra aussi l'enlever par planage, et dans ce cas ce sont les premiers veinages du bois qui apparaîtront.

Chaque essence de bois offre un visage qui lui est propre. On pourra préférer les tons dorés puis ocre des mélèzes, douglas et pins, les tons délavés des sapins et épicéas. Mais, avec le temps, le vieillissement apportera une patine bien particulière à chaque essence. Les

Des bois trop noueux rendent la construction plus difficile.



III. Une maison en bois



114

amateurs de construction en bois bruts refusent de cacher cette patine du temps derrière des colorants-cosmétiques de type lasure, d'un entretien aussi coûteux que fastidieux. Construire en bois brut, c'est donc choisir le vieillissement naturel du bois, sans fard. L'aspect d'un bois au vieillissement est donc lui aussi un critère de sélection important.

Choisir de laisser vieillir naturellement le bois, sans cosmétique !

• La dimension des bois en diamètre

Le diamètre idéal des bois pour la construction en rondins bruts est de 25 à 40 cm. Il semble même que l'optimum soit de 35 cm, compte tenu du niveau d'isolation du bois et de la rapidité de construction. Le diamètre du bois représente donc un critère économique important pour le constructeur.

Après avoir passé en revue ces critères visuels, on serait tenté de définir ainsi le bois idéal pour la construction en rondins bruts : ce serait « un cylindre bien droit sans nœuds d'un diamètre donné ». Loin de nous cette idée... Dans ce cas, autant choisir de construire avec des bois usinés, tournés et calibrés, qui font les

Les troncs de douglas, prêts à être entaillés



115

maisons stéréotypées et monotones. Au contraire, les « formes », courbures, couronnes, nœuds... apportent à ce type de maison leur charme, comme l'irrégularité des pierres apporte la beauté à l'œuvre du maçon...

2. Des critères sur le comportement du bois dans le temps : séchage, retrait et fibre torse

Ces critères sont beaucoup plus difficiles à évaluer lors de la sélection des bois sur pied.

Une maison en bois empilé est directement concernée par le séchage du bois, car sa conséquence, le retrait, est en grande partie responsable du tassement des murs.

• Bois verts, bois mi-secs, vitesse de séchage

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 ou plus. On fera toutefois une différence entre des bois mi-secs (humidité inférieure à 20 %) et des bois verts (frais de coupe ou d'une humidité supérieure à 30 %). Par ailleurs, suivant l'essence choisie, la vitesse de séchage peut être très variable, et il peut y avoir aussi de très grandes différences dans la reprise d'humidité. Certains bois comme l'épicéa sécheront plus vite et seront beaucoup plus imperméables, leur reprise d'humidité sera faible, tandis que d'autres comme le pin sylvestre sécheront plus lentement et auront tendance à reprendre facilement de l'humidité et à rester plus longtemps sensibles aux attaques de champignons.

• La rétractabilité des bois

On recherchera des bois qui ont un retrait faible. Les résineux, on l'a vu, ont en règle générale un retrait moyen à faible.

Le degré de rétractabilité varie selon les essences et selon leur provenance. Le retrait



« On construira de préférence avec des bois dits mi-secs qui auront un retrait réduit de moitié par rapport à des bois humides. Toutefois, il est possible de construire avec des bois verts ou frais d'abattage, sous réserve de

pratiquer une fente de retrait située sur la partie supérieure du rondin. Cette fente est obligatoire pour des bois verts pour éviter que les gorges ne s'ouvrent excessivement; elle sera cachée et protégée par la gorge du rondin supérieur, et sera d'une profondeur d'environ 1/4 du diamètre du rondin. Elle n'est pas nécessaire sur les débords de rondins. On pourra améliorer l'efficacité de cette fente en y enfonçant de petits coins en bois repartis tous les 1,5 m.

Si l'on travaille en bois vert, on devra prendre les mesures de traitement préventif nécessaire pour éviter les décolorations du bois en sève (au printemps), notamment dues au mildiou et au bleu. Enfin les entailles situées aux angles doivent avoir un profil spécial, permettant de réduire le diamètre et faciliter le coulisage des emboîtement »

Extrait des « Règles de l'art de la fuste »

ne semble pas directement lié à la densité des bois mais, à l'intérieur d'une même essence :

- un bois à accroissements fins aura plus de retrait qu'un bois à accroissements larges (le bois final ayant un retrait plus important que le bois initial),
- le bois juvénile qui est fabriqué dans les premières années de la vie d'un arbre, aura plus de retrait qu'un bois mature, notamment en longueur,
- le bois de compression a aussi, comme on l'a vu, un retrait plus important au séchage.

• Fil tors et fil droit : la vrille

Outre le retrait proprement dit, les différentes essences de bois ont un comportement au séchage très variable suivant l'orientation des fibres du bois. Le fil vrillé ou tors est la source de déformations difficiles à contrôler.

C'est un phénomène mal expliqué par les scientifiques. Il semble être lié à de nombreux facteurs, notamment génétiques, et plusieurs études tendent à montrer que la fibre torse est une sorte de réponse de l'arbre à un stress ou à des conditions de vie difficiles entraînant des contraintes de croissance.

Certaines essences ont de fortes prédispositions à la fibre torse : elle est par exemple plus fréquente chez les résineux (le mélèze, l'épicéa...) que chez les feuillus (mais le hêtre est une essence sensible à la vrille). La difficulté est que cette vrille est difficilement repérable sur un bois sur pied.

Pourtant les conséquences de la fibre torse sont graves pour l'utilisateur de bois, car la pièce de bois vrillée, qui a un retrait longitudinal important, a tendance à se déformer en même temps que le bois sèche.

Sur du bois vrillé, ce retrait longitudinal peut atteindre 0,2 % (coefficient de rétractabilité) pour une variation de 1 % d'humidité, alors qu'un bois de droit fil aura une rétractabilité longitudinale qui ne dépasse guère 0,01 %. Plus la fibre est inclinée, et plus ce retrait sera élevé. Dans une construction en bois empilée, cette vrille peut avoir des conséquences sur la stabilité de la structure en bois empilé et sur son étanchéité. Les déformations seront d'autant plus importantes que la pièce vrillée sera longue.

Toutefois, d'après des connaissances empiriques, on sait qu'il existe une grande différence entre les bois vrillés à gauche et ceux qui le sont à droite. Les premiers se déforment plus que les seconds au séchage.

Les règles de l'art de la fuste donnent des indications précises sur les tolérances d'utilisation des bois vrillés.

On constate donc que des bois très vrillés peuvent être quasi inutilisables pour construire en bois massif. Ce problème est d'autant plus grave que la fibre torse est très difficile à déceler à l'achat de bois sur pied. C'est souvent l'expérience de l'acheteur qui fera la différence. Le port de l'arbre ou l'implantation des racines sont souvent un indice révélateur pour un forestier d'expérience.



116

Vrille à droite : la vrille s'observera bien lorsque le bois aura commencé à sécher

3. Des critères de résistance biologique, mécanique et thermique : matière à débat...

a) Durabilité naturelle

Faut-il des bois colorés ou des bois blancs ?

Chaque essence a une durabilité naturelle propre qui peut être très variable selon les essences et, à l'intérieur d'une même essence, entre le cœur de l'arbre et la périphérie.

C'est dans la zone périphérique de l'arbre que le cambium fabrique chaque année une couche de bois jeune, riche en réserves et en eau. Ce bois, appelé aubier ou bois blanc, est de couleur claire, tendre et peu durable. C'est le bois vivant qui d'année en année va se transformer. Chez certaines essences ses parois s'épaississent et produisent des substances antiseptiques naturelles qui duraminisent le bois en le colorant, et le rendent très durable. Parmi les produits de protection naturelle qui sont fabriqués par le bois, on peut citer les tanins du chêne et du châtaignier, les acides résiniques des mélèzes, douglas, pins qui donnent au bois leur coloration rouge, ou encore l'cutropolone du *thuya plicata* (red cedar) ou l'aroburine de l'acacia. Toutes ces substances sont colorées, et l'on constate une différence de couleur entre l'aubier clair et le duramen coloré. On dit qu'il est différencié. La proportion de bois duraminisé par rapport à l'aubier est très variable. Le mélèze a peu d'aubier par rapport à un pin. Le châtaignier a un aubier très réduit.

En définitive, on peut donc affirmer que ce sont les bois qui ont le duramen coloré le plus développé qui ont la meilleure durabilité intrinsèque.

Certaines essences n'ont pas de duramen différencié. Leur couleur est uniforme. C'est le cas des sapins et épicéas parmi les résineux, du hêtre ou du charme chez les feuillus. La partie externe du tronc aura sensiblement la même durabilité que le cœur de l'arbre.

Si l'on construit avec des fûts ou troncs, quel que soit l'essence utilisée, on conserve généralement la partie externe du tronc, l'aubier,



« Les bois présentant une fibre torse ou vrille seront utilisés avec les restrictions suivantes, en distinguant les bois vrillés à Gauche (G) des bois vrillés à Droite (D) :

- Pour les sablières (rondins au sommet des murs), on utilisera des bois à fibre bien rectiligne (inférieure à 5 % (D) ou 3 % (G).

Des bois à fibre torse modérée (D) (5 à 10 %) pourront être utilisés partout sauf pour les sablières.

Des bois à fibre torse élevée D (plus de 10 %) seront utilisés dans le 1/4 inférieur de la hauteur des murs, (ou dans le 1/3 supérieur pour un bois à 2 entailles d'angles)

Des bois à fibre torse modérée G (3 à 5 %) seront utilisés dans le 1/3 inférieur des murs (ou dans la moitié inférieure de la hauteur des murs pour des bois à 2 entailles d'angle)

Des bois à fibre torse élevée G (plus que 5 %) ne pourront être utilisés que pour le premier tour, sciés en deux ou comportant aux moins deux entailles d'angle.

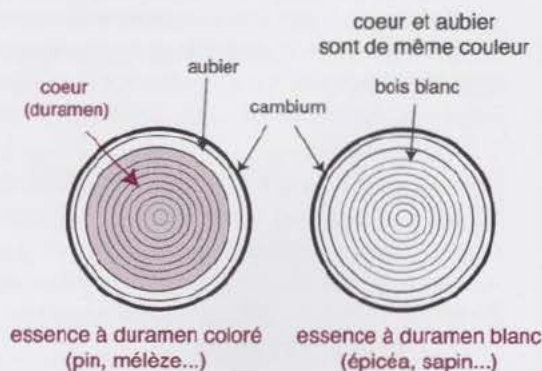
Dans tous les cas, on s'efforcera de mettre en œuvre les bois mi-secs (moins de 20 % d'humidité), lorsqu'ils présentent un taux important de bois vrillés »

Extrait des « Règles de l'art de la fuste »

qu'il soit différencié ou non. C'est donc cette partie la plus fragile du tronc qui sera en contact avec l'extérieur et ses agents de dégradation biologiques : insectes et champignons. Il sera donc nécessaire de traiter l'extérieur des rondins empilés, même si l'on utilise une essence à duramen très durable, pour faire une barrière à la pénétration des insectes et éventuellement des champignons (si l'humidité est supérieure à 18-20 %). L'aubier des essences à duramen coloré (douglas, mélèze) semblerait même moins durable que celui des bois à duramen non coloré (sapin, épicéa).

117

Le cœur rouge des résineux est très durable



La durabilité naturelle du duramen n'est donc pas un critère de choix prépondérant pour les murs d'une fuste dans la mesure où les bois sont vraiment bien protégés de la pluie. En revanche, si les débords de rondins (qui laissent le cœur de l'arbre apparent) doivent être exposés aux pluies et chroniquement réhumidifiés, on aura intérêt à choisir une essence à duramen très durable et en proportion importante (du mélèze par exemple). On pourra même envisager d'éliminer l'aubier sur les murs extérieurs en équarissant légèrement les rondins.



Deux mélèzes à proportion de cœur rouge différent

b) Les critères de résistance mécanique: densité et texture

Il existe une corrélation assez forte entre la densité d'un bois et sa résistance mécanique, même si elle doit être tempérée par une forte variabilité.

• Densité et résistance mécanique

Pour une même essence de bois résineux, cette densité peut varier considérablement selon la « provenance », c'est à dire selon les conditions de croissance et de sylviculture d'un peuplement. La largeur des accroissements annuels semble être un indice de cette variation de densité et donc de la résistance mécanique. On sait que les bois du Nord ou les bois de montagne ont une bonne réputation de résistance mécanique: leurs accroissements annuels ou cernes sont fins, ils ont une forte texture, peu de bois de printemps et surtout du bois d'été dense. Un pin sylvestre de Sibérie à accroissements fins sera un bois dense en comparaison d'un pin sylvestre du Limousin. Sa résistance mécanique sera sans conteste plus élevée.

Outre ce critère de « cernes étroits », il convient de mettre en relief leur régularité. Des bois présentant de grandes irrégularités dans l'épaisseur des cernes pourront souffrir

Selon LEPaques et Ph. Rosenberg (INRA in *Le Mélèze*, IDF, Paris, 2001 p. 114 à 120), chez le mélèze hybride, il n'y aurait pas de relation entre vitesse de croissance et densité du bois, à la différence de l'Épicéa et dans une moindre mesure du Douglas.

? Le duramen rouge des résineux à croissance rapide est-il aussi durable que celui des bois à cernes serrés?

Aucune étude de durabilité comparée ne permet d'affirmer que la résistance des duramens rouges est indépendante de la largeur des cernes, on peut toutefois penser que les bois de densité élevée peuvent avoir une meilleure durabilité.

de variations de leur résistance mécanique.

Dans la construction d'une fuste, l'utilisation d'un bois qui a poussé trop vite en épaisseur peut avoir des conséquences sur le tassement en accentuant notamment la compression des arêtes des entailles.

Quant à la résistance biologique, elle semble aller dans le même sens que la résistance mécanique, donnant avantage aux bois à forte texture.

• Densité et résistance thermique

Pourtant, ces bois à cernes fins ou serrés n'offrent pas que des avantages: ils ont un retrait sensiblement plus élevé que des bois à cernes larges et leur résistance thermique est inférieure. C'est là un paradoxe intéressant qui relève la note des bois à croissance rapide en diamètre.

Sur le plan thermique, un bois léger a une conductivité thermique faible: il est donc très isolant. Elle double lorsque la densité passe de 450 à 600 kg par m³. Par ailleurs, le crédit (ou effet) de masse thermique (CMT) - ce bonus thermique important pour le bois massif qui est lié aux phénomènes de diffusivité - avantage les bois de faible masse volumique, et donc les bois à croissance rapide.

Ces considérations amènent à conclure que l'emploi d'un bois de faible masse volumique sera avantageux pour l'isolation d'une maison et pour l'économie de chauffage.

Si des bois à accroissements larges sont en principe plus légers que des bois de même essence à accroissements serrés (en fait il exis-

III. Une maison durable

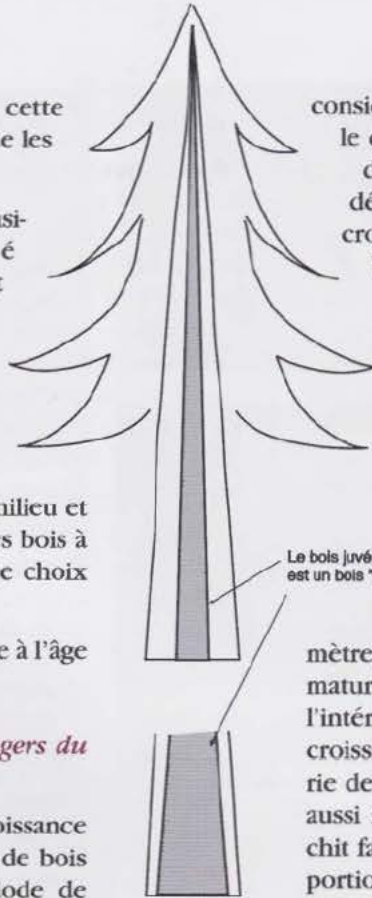
terait une grande variabilité dans cette corrélation), il serait alors préférable de les privilégier dans la sélection du bois.

En conclusion, il apparaît que la densité et la largeur des accroissements sont des critères de sélection du bois à double tranchant : d'un côté un bois serré est plus résistant mécaniquement et biologiquement, de l'autre un bois à accroissements larges sera plus isolant et de plus faible retrait. La raison nous inciterait à choisir un juste milieu et à donner une certaine préférence à des bois à accroissements plutôt serrés lorsque le choix se présente.

Confrontons maintenant ce paradoxe à l'âge du bois et donc à sa maturité.

c) Age et maturité du bois: les dangers du bois juvénile

Lors de ses premières années de croissance la plante ligneuse fabrique des fibres de bois très différentes de celles de sa période de maturité. Ces fibres juvéniles, courtes, sont fabriquées en quantité importante, car c'est la période où l'arbre doit mettre en place son architecture. La période de bois juvénile est d'une durée variable selon les essences. On



121

Si la proportion de bois juvénile est trop forte, le bois sera nerveux et cassant.

considère que l'arbre fabrique du bois juvénile dans une période qui va de 10 à 20 ans dans sa jeunesse et qui pourra dépasser 20 ans dans les plantations à croissance rapide, avant de produire du bois mature. L'arbre continuera à produire du bois juvénile au cours de sa maturité, mais uniquement dans la cime verte, la partie vivante qui porte les branches au sommet de l'arbre. Le cœur de l'arbre ou moelle est donc toujours constitué de bois juvénile mais dans des proportions très variables.

Ce bois juvénile, dont l'importance dans un arbre dépend de sa vitesse de croissance en diamètre, offre une densité inférieure au bois mature. Une étude de densité comparative à l'intérieur d'un arbre montre que la densité va croissante depuis le cœur jusqu'à la périphérie de l'arbre (cf. Sandoz, Natterer, Rey). Il est aussi moins résistant et très nerveux (il gâchit facilement). En conséquence, plus la proportion de bois juvénile dans un fût est importante et moins il sera apte à être utilisé en bois d'œuvre. Il n'est pas rare de voir des bois à croissance diamétrale rapide atteindre des diamètres de plus de 35 cm au pied en moins de 20 ans. Ces bois là ne devraient être utilisés pour construire une fuste qu'avec beaucoup de précautions (les faire sécher à l'abri avant mise en œuvre notamment, et les utiliser en bois court).



120

Parfois les bois sèchent sur pied. S'ils sont sains, ils intéresseront le fustier

Caractéristiques du bois juvénile

- masse volumique faible (50 à 60 % de celle du bois mature),
- fibres courtes,
- angle des microfibrilles plus élevé (origine de la fibre torse)
- teneur en cellulose plus faible, et en lignine plus élevée
- retrait longitudinal jusqu'à 5 fois plus important que pour du bois mature

(information de l'Université de Laval-Canada)



Aubier, duramen, bois juvénile et mature, bois de printemps et d'été



Pins noirs du Vercors : des bois serrés mais peu duraminisés. Le cœur est rouge.

Il ne faut pas confondre ces différents termes.

L'aubier est le bois vivant, conducteur de la sève brut (il correspond aux cerne les plus récents). Situé à la périphérie de l'arbre, il est toujours de couleur claire et il est très sensible aux insectes et champignons. En vieillissant, ce bois aubier se duramine, ses pores

se bouchent, et des substances (tanins, acides résiniques...) se déposent sur les parois des cellules. Il devient plus ou moins durable selon les essences. Les plus durables sont les duramens rouges (mélèze, douglas, pins...).

Le bois juvénile est le bois produit dans les 20 premières années de la vie de l'arbre (et dans la cime de l'arbre au cours de sa croissance). C'est un bois à fibre courte, très peu dense, à fort retrait. On le retrouvera au cœur de l'arbre duraminisé et il peut devenir résistant aux insectes et champignons. Les bois à croissance rapide ont une proportion importante de bois juvénile, source de déformation, et fort retrait.

Le bois juvénile laissera la place, avec le temps, au bois mature à fibre longue, plus dense et plus stable. Le bois mature passera inévitablement par une période « aubieuse » où il est vivant et très sensible aux insectes et champignons, avant de se duraminer.

Enfin, à l'intérieur de chaque cerne annuel, on distingue le bois de printemps ou initial, tendre, et le bois d'été ou final plus dense.

Plus les résineux poussent lentement en diamètre,

- plus la proportion de bois d'été est importante,
- plus le bois sera dense et de bonne qualité mécanique...
- et plus la proportion de bois juvénile sera faible. En matière forestière, la productivité et la qualité font mauvais ménage.

L'élague favorise le bois mature et les arbres cylindriques

On sait que l'élague des jeunes résineux de plantation, même s'il est coûteux, a des avantages importants : produire du bois sans nœud, mais aussi améliorer la forme du fût qui sera plus cylindrique après élague. Mais on sait moins que, selon la FAO, l'élague accélère la transition du bois juvénile vers le bois mature, car les branches favorisent la production d'hormones agissant sur la production de bois juvénile par le cambium. On parle aussi de vieillissement du meristème cambial. Des résineux plantés avec des espacements larges devraient être élagués. Mais si la plantation est serrée au départ, l'élague naturel des branches basses se fait sans intervention humaine. Alors,

« Propriétaires forestiers, élaguez vos arbres ou bien plantez serré pour produire du bois de qualité ».

4. La duraminisation améliore la qualité du bois

Ce phénomène important chez la plupart des résineux est un processus lent de transformation chimique du bois qui se déroule de la périphérie vers le cœur du bois. Les cellules du bois de vivantes deviennent mortes, les pores des cellules se bouchent, la circulation de l'eau ne se fait plus et le bois du duramen qu'on l'appelle aussi le bois parfait, contient moins d'eau que l'aubier. Ce bois subit une transformation en sécrétant des substances qui se déposent sur les membranes des cellules; certaines, comme les tanins ou les acides résiniques, apportent, on l'a vu, une protection naturelle au bois. Les essences qui ont un duramen coloré (dans des teintes à dominante rouge chez les résineux) sont dites à « bois parfait distinct ou différencié », d'autres comme le sapin ou l'épicéa sont dites « à bois parfait non distinct » : leur cœur n'est pas coloré. La duraminisation se fait avec le temps : des bois âgés sont en général bien duraminisés. Certaines essences comme le mélèze ont une duraminisation précoce, tandis que d'autres comme le pin sylvestre se duraminisent tardivement.

III. Une maison durable

Mais il semble que des conditions d'environnement puissent aussi influencer sur la duraminisation ; des arbres blessés, comme les pins gemmés de Gascogne ou des bois dépérissants, ont une duraminisation accélérée.

Le choix de bois jeunes à croissance rapide a donc des conséquences directes sur la qualité du bois : elle sera inférieure à celle d'un bois mûr, d'une part en raison de la proportion de bois juvénile, d'autre part à cause de la faible duraminisation. Ce qui fait mentir le poète Corneille car dans le bois « la valeur attend le nombre des années ».

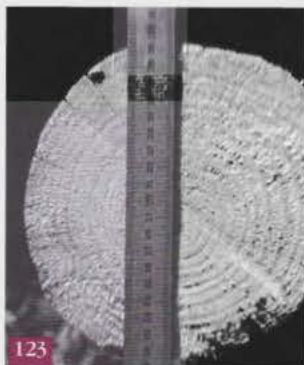
Si en définitive on considère - c'est un chiffre couramment admis - que l'âge **minimum** d'exploitation d'un bois résineux est de 40 ans, on peut en conclure que des bois de 30 cm de diamètre moyen, âgés de 40 ans, ont un accroissement annuel moyen de $30/40 = 0,75$ cm soit 3,7 mm sur le rayon. C'est un bon compromis : la proportion de bois juvénile ne dépasse pas la moitié du diamètre.

La question de l'âge optimal d'exploitation d'un bois est loin d'être réglée. La logique voudrait qu'on laisse les bois debout jusqu'à la fin de leur croissance. Mais la sylviculture intensive et la rentabilité économique conduisent souvent à des pratiques différentes.

Pour le forestier, l'âge théorique d'exploitation peut être le résultat d'un calcul économique défini par le rendement marginal. Lorsqu'un arbre cesse sa croissance ou la réduit fortement, son exploitation s'avère économiquement nécessaire. En pratique, il en va bien souvent autrement.

De nos jours, l'âge d'exploitation des bois est le plus souvent défini en fonction du diamètre atteint par un arbre ou ce qui revient sensiblement au même, en fonction de son volume unitaire.

Les bois de faible volume unitaire sont les moins recherchés, les bois de volume unitaire moyen à gros (plus de 1 m³) les plus recherchés par l'industrie du bois, car ils donnent les meilleurs rendement-matière. Quant aux très gros bois, ils sont de plus en plus délaissés et ne trouvent pas toujours preneurs lors des ventes car les équipements de scierie sont de



Bois blanc (épicéa) :
L'aubier et le cœur
ont la même
couleur
Bois trop jeune
pour construire une
fuste

moins en moins adaptés à des bois de fortes dimensions, très lourds.

L'industrie du bois recherche des bois ni trop gros, ni trop petits, et il en est de même pour les fustiers qui construisent avec des bois situés dans une fourchette de diamètre de 25 à 40 cm. De tels diamètres sont obtenus en plus d'un siècle en climat nordique ou d'altitude, mais en moins

de 40 ans en zone de plaine. L'âge des bois semble donc un critère important de sélection. Il serait normal que, à volume unitaire identique, des bois âgés soit plus chers que des bois jeunes.

En conclusion, nos critères de sélection du bois pourraient se résumer ainsi :

- Les critères de forme et de dimension sont les plus simples à appréhender. Ils se justifient économiquement même si cela est moins certain sur le plan esthétique. Par ailleurs le triage des bois permet de compenser en partie la qualité moyenne de la sélection.

- Les critères liés à la durabilité intrinsèque d'une essence ne sont pas prépondérants car l'aubier est conservé et sera traité obligatoirement. Il reste toutefois que la réputation de durabilité de certaines essences à duramen très durable peut devenir un critère de sélection pour des motifs commerciaux.

- Même si les bois à croissance rapide ont des avantages liés surtout à leur bonnes qualités thermiques, il est néanmoins important d'utiliser des bois suffisamment âgés, et de ce fait ayant des accroissements moyens à faibles, en privilégiant les bois à faible densité.

- Le bois trop vrillé doit être évité. Ce sera un souci permanent lors de la sélection des bois.

- Les critères esthétiques - aspect au vieillissement et formes - restent à l'appréciation de chacun.

- Enfin, le critère économique semble être très secondaire, car d'une part le niveau de

prix du bois est très bas (dans les 30 dernières années, le prix du bois a été stable en Francs courants, il diminue donc régulièrement) et les écarts de prix sont peu significatifs et ne dépendent pas directement de la qualité du bois, mais beaucoup plus de ses dimensions (essentiellement de leur volume unitaire). Enfin la part du prix du bois est très faible dans la construction en bois brut par rapport à la valeur ajoutée (moins de 10 %)

Peut-on classer les essences en fonction de critères liés à l'essence et aux conditions de croissance de l'arbre?

Arrivé à ce point et après avoir passé en revue tous ces critères, le lecteur peut se demander si son opinion n'est pas plus embrouillée qu'avant. Essayons d'aborder ce problème d'une autre façon. Certains critères semblent tenir à la nature de l'essence choisie, tandis que d'autres semblent liés aux conditions du milieu de croissance du bois et à son environnement: sol, climat. C'est ce qu'on peut appeler l'influence de la provenance. On va parfois jusqu'à parler de crû, et certaines régions commencent à décerner des labels d'appellation contrôlée du bois (c'est le cas du massif de la Chartreuse entre Isère et Savoie). Un épicéa du Haut Jura ne donnera pas le même bois qu'un épicéa de plaine, et les exemples similaires sont très nombreux; ils révèlent de grands écarts de qualité à l'intérieur d'une même essence entre deux régions géographiques différentes.

Peut-on alors dire que la provenance est un critère géographique? Cela ne suffit pas car l'influence de l'homme est de nature à modifier la qualité technologique d'un bois. C'est en principe le but de la sylviculture qui permet dans une certaine mesure de produire des bois à accroissements plus ou moins serrés.

L'influence du facteur « provenance » est telle qu'il semble vain de vouloir classer les essences de bois pour leur utilisation dans la construction en bois massif. On peut toutefois tenter de dégager quelques critères possibles de sélection, essence par essence et « à provenance égale », qui pourront guider l'acheteur de bois pour construire une fuste.

Le prix du bois ne représente qu'une faible partie du prix d'une fuste: construisez en bois de qualité, même s'il est un peu plus cher!



124

Critères de sélection des bois

- la forme de l'arbre
- la conicité de l'arbre
- la présence de courbures
- la présence de nœuds et de couronnes
- l'aspect extérieur du tronc et sa patine au vieillissement
- sa résistance mécanique pour son utilisation en construction bois massif
- son retrait au séchage
- son comportement au séchage (présence de fibre torse)
- sa vitesse de séchage
- sa densité
- son imperméabilité
- sa durabilité naturelle (sans oublier celle de son aubier)
- son aptitude à recevoir un traitement
- son âge
- la proportion de duramen et d'aubier

Les principales essences de bois résineux que nous pouvons utiliser

Epicéa commun : c'est un bois blanc. Sa forme (rectitude, conicité) convient très bien pour une fuste s'il n'est pas trop branchu. (utiliser de préférence des bois très serrés, d'altitude). Il sèche vite, ne reprend pas d'humidité, mais s'abîme très vite s'il n'est pas stocké à l'abri. Très léger, isolant. Sa couleur est un peu terne.

Epicéa de Sitka : c'est le *spruce*, un bois nord-américain rose, dont on faisait les avions au début du XIX^e siècle. Mais on en trouve à croissance très rapide dans l'ouest de la France qui n'ont pas de bonnes qualités mécaniques.

Sapin Pectiné : de caractéristiques proches de l'épicéa, mais sans résine. Convient très bien pour une fuste. Avec l'épicéa, c'est certainement l'essence qui fournit le plus facilement des fûts longs, cylindriques et bien droits... mais c'est un bois blanc

Sapin Grandis : bois blanc, pousse généralement trop vite en France et est exploité trop jeune : il est alors assez cassant. On peut en trouver parfois qui sont suffisamment mûrs (plus de 40 ans) et dans ce cas, ils peuvent à la rigueur convenir pour une fuste.

Douglas : bois rouge à aubier plus ou moins important. Convient très bien, à condition d'éviter certaines provenances de douglas tordus. Mais il faut éviter les douglas trop jeunes, car leur bois aura beaucoup de retrait. Ce bois est très à la mode et son prix un peu exagéré, mais les boisements arrivent en pleine production et son prix devrait se stabiliser. Les douglas âgés sont très recherchés.

Mélèze d'Europe : c'est un bois rouge avec peu d'aubier, mais très lourd, surtout en montagne : il sera moins isolant. Il est aussi souvent vrillé et nerveux. Son retrait est élevé. Un bois à faire sécher lentement et longtemps avant de construire ! Il est très durable mais son aubier est fragile. Son prix est élevé en Montagne (il a la valeur et les qualités du chêne).

Mélèze du Japon : il est très rouge, avec même parfois moins d'aubier que celui d'Europe, mais comme on l'a implanté en plaine, il pousse souvent trop vite. Trop jeune, il sera extrêmement nerveux et vrillé. Convient s'il n'a pas été éclairci trop tôt. Il est beaucoup plus léger que le mélèze d'Europe et donc plus isolant, mais a comme lui beaucoup de bois vrillé ; il doit donc être

utilisé mi-sec et non vert ; il a aussi beaucoup de bois courbes - il n'y aura pas de fûts très longs, mais ses formes donnent de belles maisons. Il sèche assez vite et ne reprend pas l'humidité, mais son aubier est très sensible au capricorne, comme le mélèze d'Europe. Quant à son bois rouge, il semble aussi durable que le bois rouge du mélèze d'Europe... et comme lui, il est tellement beau ! Son odeur vous accompagnera éternellement. C'est notre préféré. Mais attention, l'aubier des mélèzes doit être traité !

Pin maritime : bois rouge à aubier assez large, c'est le pin des Landes, le résineux le plus abondant en France. S'il est suffisamment âgé, et surtout s'il a été gemmé (produit de la résine), il a un cœur rouge bien développé. Il est souvent tordu au pied. Éviter absolument le pin maritime de ligniculture intensive, fertilisé et qui est un produit destiné aux seuls producteurs de palettes et pâtes à papier !

Le pin maritime craint beaucoup comme tous les pins, le champignon bleu (voir le traitement du bois p. 55). Et comme tous les pins, il faudra l'écorcer dès le début du printemps et le stocker à l'abri, sinon il reprend de l'humidité.

Pin Noir et Pin Laricio : bois rouges à aubier très développé, ils ont des caractéristiques proches. Ce sont des bois très droits qui conviennent très bien pour faire une maison en rondins bruts. Ils ont toutefois un retrait un peu plus élevé que les autres résineux, surtout s'ils ont poussé lentement. Les espaces de tassement devront être plus importants. À protéger de la pluie et de l'humidité pour éviter le bleu.

Pin Sylvestre : un bois rouge à aubier plus ou moins important. Répandu depuis le cercle polaire jusqu'aux confins du Sahara, il donne du bois très différent selon la provenance, tordu en plaine et dans les fonds mouilleux, il peut donner de beaux fûts droits en altitude ou en mélange dans les peuplements feuillus de plaine, des bois qui n'auront rien à envier au pin rouge du nord. C'est un bois négligé des fustiers, pourtant il est bon marché, abondant, et convient très bien à condition de le travailler très vite et vert, dès le printemps ou de le faire sécher à l'abri. Il est très rarement vrillé, se travaille bien, et son bois est beau. Mais il est tellement perméable, qu'il reprend de l'humidité s'il reste exposé à la pluie, et s'abîme.

II. QUEL TRAITEMENT POUR LES RONDINS D'UNE MAISON EN BOIS BRUT ?

La notion de protection des bois est complexe et prête souvent à confusion car elle concerne à la fois des bois fraîchement abattus, des bois en cours de séchage ou encore des bois secs.

Nous n'envisagerons ici que les problèmes de protection des bois résineux (et non feuillus) des maisons en bois massifs, et notamment des constructions en rondins bruts ou fustes, dont les bois, simplement écorcés, conservent leur forme naturelle et ne sont, en général, pas équarris.

1. A quels risques sont soumis les bois

a) Les bois fraîchement abattus : les insectes des bois verts

Si l'écorce n'a pas été enlevée, au printemps et en été, des insectes dits de « bois verts », de la famille des scolytes, peuvent causer des dégâts sous l'écorce et dans le bois. Ces larves d'insectes ne survivront pas au séchage des bois et les dégâts seront limités, mais on pourra observer des trous de pénétration de larves (souvent confondus avec ceux de sortie de larves de capricorne).

Le remède : pour éviter ces dégâts, on écorcera les bois frais dès que possible au printemps. On préconise parfois de traiter les bois verts stockés avec des produits chimiques préventifs comme le K-Othrine. Ce type de traitement est d'une efficacité limitée, en raison du délavement rapide du produit.

b) Sur du bois écorcé en sève : des moisissures

Ecorcé en période de montée de sève (de fin avril à fin juin), des bois abattus récemment (pendant l'hiver ou au début du printemps) sont très faciles à écorcer.

Toutefois la sève peut être la source de moisissure par temps humide (pluie ou orage) et provoquer en quelques heures une décoloration irréversible due à un champignon super-



125

Au printemps, les bois s'écorcent facilement, mais la sève peut être source de moisissure (Larousse 1931)

ficiel comparable au mildiou (la sève contient beaucoup de sucres et glucoses).

Pour éviter ces décolorations, on peut faire un traitement préventif avec un produit anti-bleu ou avec du sulfate de cuivre (voir p. 67), mais ce traitement est de courte durée, car les bois se délavent.

On peut aussi **laver la sève à l'eau sous pression**, et les risques de moisissures se réduiront.

c) Sur du bois humide : le bleuissement du bois

Certains bois comme les pins sont sujets au bleuissement ; il s'agit d'un champignon qui se nourrit d'amidon et provoque une décoloration bleue définitive du bois, **sans altérer sa résistance** mécanique. Il se développe par temps doux et sur du bois humide.

Pour éviter le bleuissement, un traitement anti-bleu par badigeonnage en bout des billes sera efficace. Le moyen le plus sûr d'éviter ce bleuissement est d'écorcer le plus vite possible le bois et de le faire sécher rapidement.

d) Sur du bois humide : les champignons lignivores

Il s'agit de champignons qui s'attaquent à la cellulose ou à la lignine du bois. Ils ont pour particularité de s'attaquer au bois dont l'humidité est supérieure à 18-20 % et inférieure à 40 %. Des bois conservés soit secs soit complètement humides (par arrosage ou par trempage) seront donc exempts d'attaques de champignons.

Pour une construction en bois massif, on devra impérativement faire sécher les bois et les maintenir à une humidité inférieure à 18 %.

III. Une maison durable

C'est le cas d'une maison dont les murs sont bien protégés par des avant-toits larges. Les murs ne devront pas être exposés à la pluie de façon régulière. On veillera également dans la conception de la maison à éviter toutes les condensations possibles, sources de développement de champignons, en particulier dans la toiture.

e) Dans du bois sec:

les insectes xylophages

Ils représentent le risque le plus important pour une maison en bois massif.

Il s'agit d'insectes dont les plus dangereux, pour les résineux, sont **le capricorne des maisons et la vrillette** dont les larves se nourrissent de cellulose et qui peuvent vivre plusieurs années dans le bois.

Seuls sont résistants aux insectes du bois sec, les cœurs duraminisés rouges des douglas, mélèze, pins. Le bois blanc des épicéas, sapins, ainsi que l'aubier (la zone de bois blanc située à la périphérie de l'arbre) des autres essences sont très facilement attaqués par le capricorne ou la vrillette. Il est donc impératif de traiter ces bois blancs et les aubiers des bois résineux rouges contre les risques d'insectes de "bois secs".

Cette notion d'insectes de bois secs et de bois verts doit être comprise avec précaution. En effet, un capricorne est susceptible de pondre sur une grume en forêt, et notamment sur un arbre dépérissant. **Il est donc important de comprendre que le risque d'insectes de bois sec ne commence pas quand le bois sèche mais bien avant, dès que le bois est abattu.** Cette remarque aura des conséquences quant à l'utilisation de produits de traitement curatifs ou préventifs.



126

Le capricorne des maisons

2. Deux notions distinctes : durabilité et risque

Il convient de ne pas confondre la **durabilité naturelle** des essences de bois définie par la norme européenne EN350 et la **notion de risque** définie par la norme EN335.

a) La durabilité naturelle du bois

1/ Quelles sont les substances qui donnent la durabilité au bois ?

Certaines essences sont riches en substances qui sont de véritables répulsifs contre les attaques de champignons lignivores et d'insectes xylophages. Dans les essences résineuses, il s'agit d'acides résiniques, d'oléorésines, de pinosylvinés. Ces substances sont très inégalement réparties entre les essences et à l'intérieur même de l'arbre. La coloration rouge de certains cœurs de bois résineux marque la présence de ces substances naturellement protectrices.

2/ Les normes de durabilité naturelle

La norme européenne EN 350 définit la résistance naturelle des bois vis-à-vis des champignons (5 classes), insectes (2 classes), termites (3 classes) et térébrants marins (2 classes), ainsi que 4 classes de perméabilité aux produits de traitement.

La notion de durabilité naturelle des bois est bien entendu très variable à l'intérieur même d'une essence et surtout à l'intérieur même de l'arbre. L'aubier sera toujours beaucoup moins durable que le duramen. Un arbre âgé sera mieux duraminisé qu'un arbre jeune ; il sera plus durable. Il est aussi important de ne pas dissocier la durabilité naturelle d'un bois de sa maturité ou âge d'exploitabilité.

Par ailleurs, il faut noter que la pénétration de produits de traitement chimique est également très variable suivant les essences et à l'intérieur même d'un bois, car la duraminisation du cœur de l'arbre a pour effet de diminuer sa porosité, le bois peut devenir imperméable, à la fois aux produits de traitement mais aussi à l'eau. Ce sera parfois un avantage dans une utilisation extérieure où le bois est soumis à la pluie. Un tavaillon de couverture en épicéa (qui n'est pourtant pas un bois durable) absorbera peu l'eau. Son imperméabilité le protégera contre une pourriture accélérée.

Parmi les bois difficilement "imprégnables", c'est-à-dire qui absorbent mal les produits de traitement, figure en première place l'épicéa, dont seul l'aubier pourra absorber les produits

chimiques, avec une pénétration très faible; c'est donc une essence qui mérite d'être utilisée sous sa forme brute (bois rond) vu sa capacité de traitement, d'autant que l'aubier de l'épicéa a sensiblement la même durabilité que son cœur. Il en sera de même pour le sapin, qui est toutefois un peu plus imprégnable que l'épicéa.

Un bois comme le pin sylvestre dont le cœur est en partie duraminisé et durable, sera facilement imprégnable, et en même temps absorbera facilement l'humidité, à la manière d'une éponge. Si son taux d'humidité reste élevé, le risque de dégradation de son aubier par les champignons lignivores, sera également important.

Pour les essences à duramen très durable comme le mélèze, et dont l'aubier est peu durable mais facilement imprégnable, le traitement de l'aubier sera plus facile, ce qui justifie qu'il soit conservé.

b) La notion de risque et les normes

Le bois peut subir deux types de dégradations biologiques, par les champignons lignivores et par les insectes xylophages.

La Norme EN 335 définit 5 classes de risque pour l'utilisation des bois. Les Eurocodes qui régissent désormais les méthodes de calcul des bois de structure (méthodes aux états limites de service) définissent 3 classes de service. Ces classes dépendent avant tout de l'humidité d'utilisation du bois, et donc des conditions d'utilisation.

La classe 1 correspond à une humidité du bois inférieure ou égale à 12 %, la classe 2 correspond à du bois à une humidité moyenne inférieure ou égale à 20 % et qui peut occasionnellement dépasser 20 %; quant à la classe 3, elle correspond à des bois dont l'humidité dépasse fréquemment 20 %.

Or cette barrière de 20 % d'humidité est importante, car c'est au-dessus de 20 % d'humidité que peuvent se développer les champignons du bois. Mais les insectes xylophages les plus dangereux (capricornes, vrillettes) se développeront dans du bois dont l'humidité est inférieure à 20 %.

c) La synthèse durabilité-risque-normes

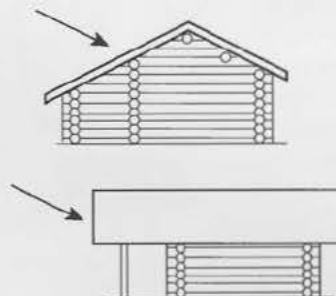
C'est en comparant classes de risque et classes de durabilité suivant les normes qu'on pourra définir correctement le traitement nécessaire pour un bois et un usage donné. La Norme EN460, issue de cette comparaison, est considérée comme "un guide d'exigence de durabilité du bois pour son utilisation suivant les classes de risque". A un risque donné correspondra un emploi de bois possible avec ou sans traitement.

d) Le risque vis-à-vis des champignons lignivores

Le risque n'existe, on l'a vu, que si les bois sont à une humidité supérieure à 18-20 %.

Si les murs d'une maison en bois sont correctement protégés de la pluie par de larges débords de toiture, et s'ils ne sont humidifiés que temporairement, lors de tempêtes par exemple, on considère que le risque est de classe 2. Il ne requiert pas de traitement fongicide (contre les champignons). En revanche, si des bois sont soumis à des alternances de pluie et soleil (les bois d'une terrasse, mal ou peu protégée), le risque est de niveau 3 et impose un traitement fongicide, d'autant que les fentes sur les bois empilés accentuent les risques d'accumulation d'eau et de pourriture.

Si l'on veut éviter le traitement fongicide, il importe de bien concevoir la maison pour que les bois ne reçoivent qu'exceptionnellement de l'eau de pluie.



127

Grâce à de larges débords, les bois ne sont humidifiés que temporairement.

III. Une maison durable

e) Le risque vis-à-vis des insectes xylophages

En classe de risque 1 et 2, le risque biologique est limité aux insectes, et il convient donc, soit d'utiliser un bois dont la durabilité naturelle vis-à-vis des insectes est suffisante, soit de traiter les bois sur une épaisseur minimale de 3 mm.

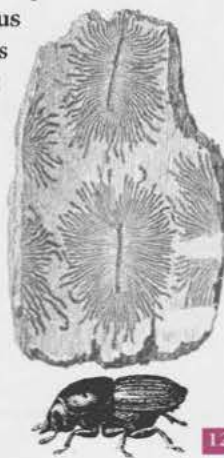
Parmi les bois résineux utilisés pour construire une maison en bois massif, seuls les bois de cœur ou duramen rouge (ou encore bois parfait) débarrassés de leur aubier, sont suffisamment résistants aux insectes, et n'ont pas besoin d'être traités.

Ils contiennent, on l'a vu, des substances naturelles qui les préservent des insectes xylophages. Ce cœur rouge est plus ou moins important selon les essences, les conditions de croissance de l'arbre et son âge d'exploitation. Le mélèze est l'essence qui comporte le maximum de bois rouge, suivie du douglas, et des pins sylvestre, maritime, noir et laricio.

Mais, quelle que soit l'essence résineuse utilisée, l'aubier ou bois blanc situé à la périphérie de l'arbre, doit être traité. C'est une zone "vivante", très riche en amidon, sucres, hémicelluloses, surtout en période de sève montante, au printemps. **Dans une fuste, l'aubier est conservé et doit être impérativement traité contre les risques d'insectes.**

Notons également que le bois de printemps ou bois initial est une nourriture plus appréciée par ces larves que le bois d'été. On devra donc particulièrement bien traiter les bois à cernes annuels larges, qui contiennent beaucoup de bois de printemps, tendre et fragile.

Nota: Dans les bois résineux « rouges », l'aubier est différencié par sa couleur: il est blanc et le cœur rouge. Dans les bois blancs comme le sapin ou l'épicéa, l'aubier n'est pas différencié du cœur.



Le Bostrych: sans danger pour les bois secs (son œuvre est plutôt... décorative), mais il fait mourir les arbres sur pied (Tarousse 1931). Des bois bostrychés conviennent pour faire une fuste, s'ils sont encore sains.

f) Les insectes ennemis

Les insectes pouvant s'attaquer au bois sont, on l'a vu, nombreux. On a coutume de distinguer :

- les insectes de bois vert ou frais qui ne font souvent que des attaques superficielles (scolytes) sous l'écorce, mais ne pourront poursuivre leurs dégâts lorsque le bois aura séché.

- les insectes de bois secs, qui sont beaucoup plus redoutables : un traitement s'impose notamment contre deux insectes abondants en France dans les charpentes en bois résineux, **le capricorne et la vrillette**. Ces insectes volants pondent des œufs dans les fentes du bois secs. Ils vont alors se développer suivant le cycle « œuf - larve xylophage - nymphe - insecte ailé » qui se reproduira à nouveau. Ce sont donc leurs larves qui se développent à l'intérieur du bois sec ; une température ambiante élevée favorise leur développement et leur cycle, qui peut durer de 2 à 5 ans et plus. A la différence des termites, elles font du bruit en s'attaquant au bois.

Les termites sont un fléau encore limité à certaines régions françaises, mais ces insectes sont de nature biologique totalement différente, puisqu'ils vivent en souterrain. Il s'agit donc de créer en zone termitée un barrage empêchant les termites de pénétrer dans la maison. C'est donc lors de la construction de la maison, qu'il conviendra de faire un traitement anti-termites. Il consiste à poser une barrière chimique ou mécanique au niveau des fondations.

Parmi les procédés préventifs de lutte contre les termites, on peut citer :

- Des injections de produits chimiques au niveau des fondations. Cette méthode est peu écologique et n'assure pas une continuité du traitement.

- L'application d'un film en polyéthylène imprégné d'un produit antitermite (procédé Termifilm de Cecil) ou d'une couche de goudron antitermite badigeonné sur les fondations.

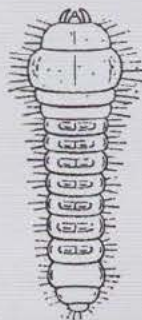


129

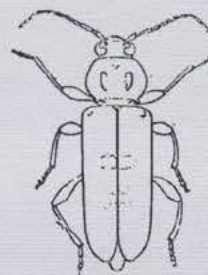
Les dégâts du capricorne: de la nécessité de choisir un bon traitement

LES TROIS ENNEMIS

Le capricorne (*Hyloterpes bajulus*)



Larve



insecte

(grossis x 3 env.)



Trous de sortie du capricorne

La vrillette (*Anobium*)

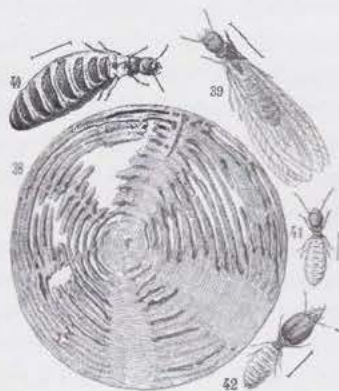


Larve et insecte
(grossis x 3 et x 4 env.)

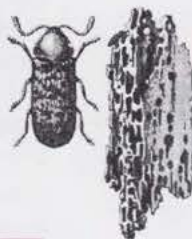
Le termite



Termite ouvrier et termite soldat
(grossis x 3 env.)



131 Le cycle du termite et ses dégâts
(Doc. Larousse 1931)



130

La vrillette et ses dégâts
(Doc. Larousse 1931)

(d'après C.T.B.)

132

« Jadis on ne traitait pas les bois, car on les coupait en bonne lune... »

Cette affirmation mérite quelques commentaires :



Le capricorne : nouveau venu en Europe (photo CTB)

Une chose est certaine : la présence de capricorne est récente en Europe, elle ne date que du début du XX^e siècle (cet insecte est originaire d'Afrique du sud). Par ailleurs, en France, on n'utilisait jadis que très peu de bois résineux, sauf dans les régions de montagne.

Quant à la lune, si malgré tous les dictons aucune preuve de son influence sur la durabilité des bois, n'a, à notre connaissance, jamais été apportée, on a le droit d'y croire...

3. Les traitements préventifs et curatifs

Le premier a pour but d'empêcher la ponte d'insectes dans une fissure de bois, mais il est inefficace si, par malheur, un insecte a déjà pondu avant l'opération de traitement.

Or le traitement intervient en général en fin de chantier et pendant toute la période de stockage, les bois peuvent être infestés.

Le second, curatif, a pour objet de détruire une larve qui serait déjà installée dans le bois, risque possible dans les bois d'une fuste. Les produits curatifs ont la particularité d'avoir des solvants donnant une bonne pénétration dans le bois, ils sont plus mouillants que les produits en solution aqueuse.

Il apparaît donc nécessaire de faire un traitement avec des produits curatifs et non uniquement préventifs.

a) Quelle protection ou traitement pour une maison en bois massif?

En fonction du risque déterminé et de la résistance naturelle d'une essence de bois, il est possible de déterminer une méthode de protection pour assurer la pérennité du matériau dans le temps. On peut même parler de « techniques de protection constructive » (expression de Natterer, Sandoz et Rey) parmi lesquelles figurent les techniques de traitement chimique du bois.

Pour une maison en rondins bruts (fuste), comment définir les risques?

On considérera d'une part, le traitement des murs extérieurs et intérieurs, et d'autre part le traitement des entailles.

1/ Pour les murs intérieurs et extérieurs

Si l'on s'en tient à un point de vue purement normatif, les bois de structure en contact avec l'air extérieur devraient être en classe de risque 3A, et devraient être traités contre les risques d'insectes et de champignons si les bois ne sont pas suffisamment durables pour cette classe de risque, - et c'est le cas pour les aubiers de tous les résineux.

En pratique, que constate-t-on sur une maison en bois massif lorsqu'elle est bien conçue?

Les bois sont en général à une humidité inférieure à 12 % à l'intérieur de la maison et ne demandent qu'un traitement en classe de service 1, c'est-à-dire uniquement insecticide. Pour ce qui est des bois en contact avec l'extérieur, leur humidité est toujours très inférieure à 18 % : si le toit est suffisamment couvrant et si les risques de réhumidification sont exceptionnels, le risque est de classe 2 et un traitement fongicide-insecticide est nécessaire ; mais en pratique le traitement fongicide s'avère souvent superflu, notamment pour les façades qui ne sont jamais exposées aux vents humides. On pourra donc éviter le traitement fongicide si les conditions climatiques ne l'imposent pas.

Enfin, si la protection de la maison a été mal conçue, ou si la maison est implantée dans une zone particulièrement humide (bord de mer, fond de vallée forestière...), il sera nécessaire de faire un traitement au minimum en classe 3, c'est-à-dire insecticide et fongicide.

En résumé, le choix d'un type de traitement est affaire de bon sens ; il s'agit de mesurer le risque pour les bois en contact avec l'air extérieur. Pour ce qui est des bois en contact avec l'intérieur, le seul traitement nécessaire est celui du risque de classe 1, insecticide uniquement.

On pourra alors utiliser 2 produits de traitement différents :

- à l'intérieur (insecticide seulement)

- à l'extérieur (insecticide-fongicide en classe 2 ou 3 ou insecticide seul en classe 1) (sous réserve de conditions climatiques favorables).

a/ Quel type de produit de traitement ?

Y a-t-il des bois naturellement durables en classe 2 ou 3 ?

Les duramens (cœurs) des bois résineux rouges ne demandent pas de traitement en classe de risque 3, mais la présence d'aubier à l'extérieur des rondins, rend un traitement obligatoire.

On lit parfois, et c'est une idée répandue, qu'on tolère en classe 3 jusqu'à 10 % d'aubier. Cette idée nous paraît erronée pour des rondins, puisque l'aubier est directement en contact avec l'extérieur. L'aubier des bois rouges est par ailleurs très sensible aux attaques des insectes et champignons. **On ne peut donc éviter le traitement de l'aubier du mélèze et du douglas.**

b/ Pour le traitement insecticide

On recherchera un produit de traitement insecticide curatif ayant fait l'objet d'un contrôle d'écotoxicité et d'efficacité. La certification CTB P+ du CTBA est la seule existante actuellement en France. Le produit devra couvrir les risques biologiques d'insectes (capricorne, vrillette, termite) par une protection curative-préventive. Il devra être incolore et inodore après traitement et avoir également une bonne pénétration dans du bois d'humidité inférieure à 25 %.

Le type de produit recherché est un insecticide à base de Cyperméthrine (de la famille des pyrétrinoïdes) avec solvant organique (white-spirit). Nous avons sélectionné le ICC d'Obbia (voir Carnet d'adresses: Obbiatex). Ce traitement insecticide seul est de type « risque de classe 1 » et sera appliqué en intérieur et sur les bois extérieurs jamais exposés à la pluie.

Les pyrétrinoïdes sont peu toxiques pour les animaux à sang chaud (l'homme), mais leur efficacité est assurée contre les insectes xylophages.



« Est-il possible d'éviter un traitement chimique ? »

La seule alternative au traitement chimique ou bio-chimique serait l'utilisation de la chaleur. Les insectes xylophages ne résistent pas à une exposition longue (quelques heures à une température de plus de 60 °C) mais un tel traitement, malgré son aspect naturel n'a jamais été développé en France. On parle aussi beaucoup de bois rétifé (traité à haute température dans une atmosphère inerte) mais ce traitement coûteux en énergie, est réservé à des bois sciés et dans des longueurs limitées.

Le meilleur espoir d'un traitement vraiment alternatif repose dans la mise au point de produits de traitement à base d'extraits de substances protectrices naturelles contenues dans le duramen de certains bois (recherches du CIRAD-Montpellier). En attendant, on est contraint d'avoir recours à un traitement chimique ou bio-chimique.



Les pyrétrinoïdes sont couramment utilisés en agriculture, en particulier sur le colza.

Nota: Il existe aussi des produits de traitement similaires dont le solvant est désaromatisé (sans benzène), mais leur coût est très élevé. On peut également utiliser des produits dont le solvant est aqueux (de l'eau), toutefois leur pénétration est beaucoup moins importante (il est moins mouillant) qu'avec un solvant organique, surtout si l'on conserve le cambium, et leur toxicité pour l'homme est parfois supérieure.

c/ Pour le traitement insecticide-fongicide

(c'est-à-dire uniquement à l'extérieur et pour une maison mal protégée ou en zone très humide pour une protection en classe 3 et sur des bois exceptionnellement exposés à la pluie pour une protection en classe 2)

Le produit adapté est un insecticide à base de Cyperméthrine (de la famille des pyrétrinoïdes) et le fongicide est l'IPBC (Iodo propy-



Les pesticides polluants organiques persistants « P.O.P. »

Un certain nombre de produits pesticides ont été utilisés (et le sont parfois encore) pour le traitement des bois. Il convient de les connaître car ils sont très toxiques pour l'homme et l'environnement, il s'agit notamment de :

Hexachlorobenzène (HCB), Mirex, Chlordane, DDT, Endrin, Toxaphène, Heptachlore, Aldrin et Dieldrin. L'interdiction de ces POP fait l'objet de négociations mondiales au niveau du PNUE (Nations Unies).

nyl butyl carbamate) avec solvant organique (white-spirit). L'IPBC est toléré comme produit de traitement du bois au contact de denrées alimentaires (ref: BOCCRF-ECOCO/100423V - Avis du 9/11/99 du conseil supérieur d'hygiène de France). Nous avons sélectionné le produit CBN d'Obbia (voir Carnet d'adresses: Obbiatex)

En classe 2 ou en classe 3, on devra traiter à raison de 125 g/m² soit 12 m² pour 1 litre de produit prêt à l'emploi.

d/ La mise en œuvre du traitement

• *Le conditionnement du produit*

Il est habituellement livré en fût métallique de 200 litres.

• *Quand traiter?*

Le traitement aura lieu dès que possible, en fin de préfabrication, lorsque les bois seront suffisamment secs (moins de 25 % d'humidité).

On traitera de préférence par temps très sec et chaud; la pénétration du produit sera facilitée par les fissures superficielles apparaissant sur les rondins par temps très sec.

• *Comment traiter?*

Tous les bois de la fuste pourront être traités par aspersion en faisant couler le produit lentement (ne pas dépasser 4 à 6 litres par minute, si l'on emploie une pompe électrique), de haut en bas. Ce produit qui est très mouillant suivra les contours du rondin et ne gouttera pas.

Selon le magazine « La maison écologique » :

« A propos des pyrèthrinoides, il semblerait que les risques pour la santé des habitants et de l'environnement soient très faibles en raison notamment de la grande dilution des matières actives dans les produits de traitement. De plus à l'inverse du PCP, les pyrèthrinoides ne sont pas volatils. Aucun effet à long terme n'aurait été signalé à ce jour.

Le Centre international de recherche sur le cancer a classé la perméthrine et la cyperméthrine dans le groupe 3: « substances non classifiables quant à leur cancérogénicité ». Alors que l'Agence américaine de protection de l'environnement a classé la perméthrine et la cyperméthrine dans le groupe C des cancérogènes possibles pour des utilisations alimentaires... Lorsque le produit est réservé aux charpentes ou à l'ossature, même si la toxicité existe, il n'y a pas de risque pour l'habitant. Il n'en est pas de même pour l'opérateur qui sera lui, directement exposé. »

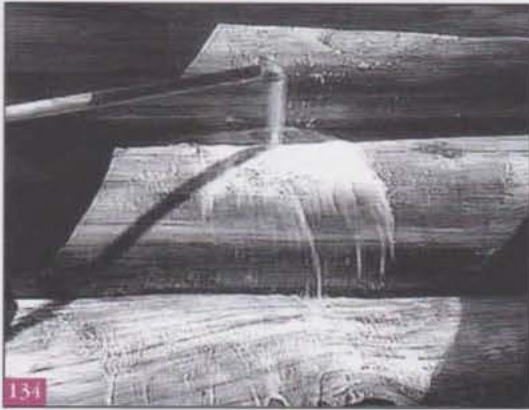
(n° 10 Août-Sept 2002)

On déplacera lentement le tuyau en le maintenant dans la zone de creux, contact entre deux rondins. Les murs seront suffisamment traités lorsque le produit aura correctement imbibé tous les rondins de haut en bas. En travaillant avec précaution, on évitera de mettre du produit sur le sol, qui ne sera pas pollué.

Il ne faut pas confondre aspersion et pulvérisation. L'aspersion consiste à faire couler un liquide jusqu'à saturation tandis que la pulvérisation émet un brouillard. Cette dernière méthode est à proscrire car les pertes de produits sont importantes. Seule convient l'aspersion qui n'entraînera aucune perte de produits, ni dans l'air ni sur le sol. Elle sera aussi moins nocive pour l'opérateur.

On traitera les bois de la fuste une fois montée, en fin de préfabrication et avant démontage, ou sur le site après remontage.

Pour les pièces de charpente (les pannes et les solives), il est difficile de traiter en place la partie du rondin en dévers, sans verser du produit sur le sol. On traitera de préférence ces pièces au démontage, en les retournant.



Procéder par aspersion et non pulvérisation



Traiter par temps sec

• Faut-il renouveler le traitement périodiquement ?

Le traitement insecticide ou insecticide fongicide, s'il est correctement effectué, et si les bois n'ont pas été délavés par une pluie fréquente, n'a pas besoin d'être renouvelé, d'autant qu'en vieillissant le bois âgé est moins sensible aux attaques d'insectes.

e/ Quel matériel utiliser ?

• Les pompes électriques

Il s'agit de pompes électriques utilisées pour le traitement des charpentes. Elles sont équipées de tuyaux flexibles suffisamment longs (25 m) pour traiter toute une construction sans avoir à déplacer le bidon. Elles sont munies d'une lance de 2 m avec pistolet.

Il conviendra de démonter l'embout de pulvérisation et d'y fixer un petit tuyau flexible pour orienter le débit.

• Dispositif à air comprimé

Il s'agit de cuves de 60 litres adaptées au stockage de produits de traitement du bois. La cuve est mise sous pression au moyen d'un compresseur branché sur une prise air comprimé : un flexible équipé d'une lance permet de disperser le produit sur les bois par aspersion (après avoir enlevé la buse de pulvérisation).

• Pulvérisateur manuel

On trouvera aisément du matériel de pulvérisation manuel très bon marché, avec une cuve plastique ou métallique de 5 ou 10 litres, équipé d'un flexible de 1 à 2 mètres et d'une lance courte. Choisir un modèle adapté aux produits de traitements du bois et hydrocarbures. Le coût d'un pulvérisateur manuel varie de 50 à 150 euros selon la qualité.

On utilisera le pulvérisateur manuel après avoir enlevé l'embout de pulvérisation.

Pour vider le fût de 200 litres, on utilisera une pompe rotative manuelle adaptée aux fûts métalliques (le pas de vis est standard)

Le travail avec un pulvérisateur manuel sera plus long, mais il peut être une bonne solution pour un chantier d'autoconstruction.

• Le système D (économique) : par gravité

Le bidon contenant le produit de traitement est équipé d'un robinet et d'un flexible. On



Départ et retour des tuyaux



Pompes Mabi pour le traitement des bois (voir adresses)



138 Pompe de 60 L à air comprimé



139



140

Deux modèles de pulvérisateurs manuels



141

Pompe vide-fût

placera le bidon au-dessus des bois à traiter ; il pourra être suspendu à la grue, et le traitement se fera aisément en douceur et de façon économique.

f/ Les produits de traitement alternatifs (bio)

Le sel de bore serait sans nocivité pour l'homme, mais peut être utilisé pour un traitement préventif insecticide et fongicide. Il se dissout dans l'eau. Bien entendu, sa pénétration dans le bois sec est faible et, badigeonné, il laissera des traces blanches sur le bois. Ce produit de traitement offre une alternative à ceux qui souhaitent éviter tous les produits conventionnels présentant un risque éventuel de toxicité. Son efficacité insecticide mérite d'être vérifiée.

Pour se procurer du sel de bore : voir le carnet d'adresses.

A propos des produits de traitement « bio » proposés sur le marché

On trouve dans certains magazines ou sites internet des solutions de traitement dites bio, comme (et nous citons) :

« Huile de lin, huile de bois, colophane, huile de ricin, essence d'écorces d'agrumes, essence minérale, essence de pin, acide silicique, argile, alcool, blanc de titane, siccatif sans plomb... »

On confond souvent traitement « **insecticide - fongicide** » avec traitement « **d'aspect** » du bois. La différence est grande.

Tous les produits de traitement du bois devraient faire l'objet d'un contrôle d'efficacité et de nocivité par un laboratoire reconnu et indépendant. Si l'on vous propose un produit bio, demandez d'abord son certificat de contrôle... même si l'on vous affirme qu'il a « la garantie décennale » !

2/ Quel traitement à l'intérieur des entailles (gorges, gueules, et fentes de retrait)

Il s'agit de parties cachées qui ne sont pas directement en contact avec l'air extérieur.

Les risques sont limités au développement de moisissures lors de la préfabrication, car le bois dont la fibre a été sciée à l'intérieur des entailles est en général à une humidité supérieure à 20 % et l'absence de ventilation peut favoriser leur apparition.

Un traitement simple, naturel et peu onéreux peut être appliqué lors de la préfabrication : du sulfate de cuivre dissout dans l'eau à raison de 6 grammes par litre (ill. 142-144).

Le sulfate de cuivre (vitriol bleu) est un des composants de la bouillie bordelaise bien connue des jardiniers pour éviter le développement du mildiou. Ses vertus antifongiques et insecticides sont encore utilisées dans le procédé de traitement à cœur, par osmose des poteaux télégraphes.

L'eau sulfatée est un mélange composé uniquement d'eau et de sulfate de cuivre. Dosé à 600 g pour 100 litres d'eau, ce mélange est curatif pour les maladies de la vigne, et un excellent fongicide, antiseptique et insecticide.

La bouillie bordelaise à 2 % est un mélange de 2 kg de sulfate de cuivre et 1 kg de chaux grasse pour 100 litres d'eau.

L'eau céleste est un mélange de sulfate de cuivre, ammoniacale et eau.

Le sulfate de cuivre a l'inconvénient d'être délavable et de teinter le bois en vert, ce qui est sans conséquence pour l'intérieur des entailles.

Après préentaillage, on badigeonnera abondamment les entailles avec un pinceau large.

On laissera égoutter et sécher avant de retourner le rondin et de le mettre en place. La fente de retrait placée sur le dessus du bois (obligatoire lorsqu'on travaille en bois vert) sera également remplie de solution de sulfate de cuivre.

3) Faut-il prévoir un entretien avec lasures ou vernis, ou huiles ?

Les rondins d'une fuste sont simplement écorcés et, si l'on conserve le cambium (cette peau lisse qui joue un rôle de protection), on peut très bien laisser les bois se patiner naturellement à l'extérieur de la maison. Selon les essences et l'exposition, les bois prendront une teinte qui ira du rouge aux teintes argentées, et s'assombrira avec le temps.

Les pins, douglas et mélèze auront une teinte plus vive que l'épicéa ou le sapin, plus ternes. Sur une façade exposée de façon exceptionnelle à la pluie, les bois prendront une teinte argentée.

Au bout de quelques années, on pourra éclaircir les bois par un simple lavage à l'eau au moyen d'une brosse chiendent ou avec un laveur à eau sous pression faible (pour éviter de délayer le produit de traitement). Cette technique a fait ses preuves en Pologne où,



Les entailles à traiter



Application de sulfate de cuivre au pinceau large...



... ou au pulvérisateur

III. Une maison durable

dans la région des Tatras, on lave régulièrement à l'eau les bois des maisons. Elles conservent une couleur très claire, avec une patine très douce, même après plus de 200 ans de vie (ill. 145).

Dans tous les cas on évitera les produits de type peinture, vernis ou huile qui bloquent la transpiration des bois. Si l'humidité du bois ne peut s'évacuer, les risques de pourritures seront importants.

Quant aux lasures, qui sont couramment utilisées sur les bois sciés des chalets et maisons à ossature bois, elles posent des problèmes de vieillissement dans le temps. Une lasure vieillie non renouvelée donnera un aspect sale et négligé. Le vieillissement naturel du bois est beau. Regardez toutes ces vieilles maisons en bois qui font partie du patrimoine européen: elles n'ont jamais été lasurées et elles sont magnifiques. Les lasures ne sont que des cosmétiques qui dénaturent le bois... et coûtent fort cher.



Dans les Tatras, une des maisons vient d'être relavée à l'eau: elle a retrouvé une douce patine dorée

CARNET D'ADRESSES

• **Label de traitement CTB:**

CTBA, 10 Avenue de St Mandé, 75012 Paris,
tel 01 40 19 49 19

Fournit la liste des marques labellisées.

• **Pour se procurer les produits OBBIATEX (CBN et ICC) (label CTBA)**

(contact et informations: Obbia, 19190 Aubazine, 05 55 25 79 52 - expédition dans toute la France franco à partir de 200 litres)

• **Pour la protection antitermites des fondations (Termifuge de Cecil)**

CECIL, BP16 - 38670 Chasse sur Rhône
tel 04 78 07 36 33

• **Pour se procurer du sulfate de cuivre:**

Coopératives agricoles (prix environ 50 euros pour 25 kg)

• **Pour se procurer du sel de bore:**

- AME Service, 53960 Bonchamps,
tel 02 43 90 91 00

- BIOFA, BP 24 676, 10 La Wentzenau, tel
03 88 59 22 85

• **Quelques références de matériel pour traiter le bois:**

- **Pompe Mabi** 40 hp avec accessoires (prix environ 1 100 euros HT):

. Ets Bidaux, BP 27, 90400 Botans
tel: 03 84 56 17 44

. SODIE, 26510 SAHUNE, 04 75 29 47 00

- **Pompe Euro MIB:**

MIB, ZAC Mas de Grille, 33430 St Jean de Vedas, tel 04 67 69 07 06

- **Pompe Fobi** (prix environ 700 euros HT)

FOBI, ZI 37 rue de la Bougeoire
BP 89, 35130 La Guerche de Bretagne

- **Pompe à air comprimé:**

Ets Moulinoux - 19200 Saint-Bonnet-près-Bort
- 05 55 94 83 75

Ll piège le carbone, il ne demande que de l'énergie solaire pour être fabriqué, il protège efficacement les hommes du froid aussi bien que du chaud... Le bois brut est vraiment le matériau de construction du développement durable et la maison en bois brut apporte la vraie « haute qualité environnementale ».

CHAPITRE IV

Bois brut, santé et environnement

Jadis, quand les hommes construisaient, ils répondaient à un besoin de protection immédiat et utilisaient les matériaux les plus adéquats qu'ils trouvaient dans leur environnement proche, la terre, le bois, parfois la pierre. Puis leur niveau de vie s'élevant, à ce besoin s'ajouta le souci de montrer à travers leur maison leur réussite sociale. Alors ils choisirent la pierre. Au début du ^{xx}e siècle, on trouva ces grandes maisons aussi conventionnelles que le mode de vie qui se transmettait avec elles et peu « fonctionnelles ». Un architecte arriva alors qui, à l'ère des machines, a pensé faire le bonheur des hommes en concevant pour eux des « machines à habiter » (c'est l'expression de Le Corbusier), fabriquées dans un matériau nouveau, moderne, qui devait défier les siècles, le béton. On sait bien aujourd'hui, qu'elles n'ont pas rendu les hommes plus heureux.

En ce début du ^{xxi}e siècle, conscients de toutes les nuisances apportées par ce qu'on appelle la croissance, et craignant pour leur propre santé et pour celle de leur planète, ils veulent vivre dans un matériau qui leur apportera tout simplement le bien-être sans nuire à l'environnement, un simple mais vital équilibre entre l'homme et son milieu que recherchent tous les êtres vivants et que les biologistes appellent « homéostasie ».

Que sera donc ce matériau? Il en est un qui peut répondre, par bon nombre de critères, à ces exigences nouvelles:



146

La maison du développement durable...

- Il se renouvelle et n'épuise pas les ressources de la planète.
- Seule l'énergie solaire, abondante et gratuite, suffit à sa production.
- Il ne demande que très peu d'énergie pour être transformé en maison.
- Cette maison qui en est faite, est facile et économique à chauffer en hiver, facile et économique à refroidir en été: son air est facile à tempérer (l'homme est un animal homéotherme, qui peut difficilement vivre dans le trop chaud ou le trop froid).
- Il règle de lui-même l'humidité de l'air (qui représente aussi un élément important de cet équilibre biologique recherché).
- Il ne produit aucune pollution nocive à la santé de ses habitants, ni à celle de la flore et la faune qui nous entourent.

- Son utilisation n'entraîne pas de rejet de gaz à effet de serre, le gaz carbonique, mais contribue au contraire à stocker le carbone produit par les excès des activités humaines.

Ce matériau existe depuis la fin de l'ère secondaire, il y a près de 300 millions d'années, et les hommes l'utilisent depuis 3 000 ans. Après quelques siècles de pénurie, il est à nouveau abondant dans nos pays.

Il s'appelle bien entendu le bois brut. C'est le matériau du développement durable.

1. Un matériau renouvelable, abondant... en France

Pour faire un arbre, il faut beaucoup d'eau, du soleil et du carbone prélevé dans l'atmosphère à l'état de gaz carbonique. C'est le miracle de la photosynthèse qui permet de produire du bois en quantité considérable.

La Forêt et l'Homme ont connu des relations complexes faites de destruction et de reconstruction. L'homme nomade trouvait dans la forêt à se nourrir et à se protéger. Pour l'Homme devenu sédentaire et cultivateur, la forêt a représenté un espace sauvage à défricher et à cultiver, une réserve de combustible pour ses besoins de chauffage et ceux de ses industries (tuiles, forges, verrerie, construction navale...). Ce sont les régions les plus peuplées et les plus développées qui ont connu les premières les grands déboisements. Au début de notre ère, la forêt couvrait près de 80 % de la France (c'est la Gaule dite « chevelue »). Mille ans plus tard, on estime qu'elle ne couvrait plus que 46 % du territoire. Au Moyen Âge, le déboisement s'accélère. En 1800, 12 % seulement du pays est boisé. Le bois manque, on limitera son utilisation, on imposera de ne plus construire en bois, on inventera le béton. La Gaule chevelue est devenue la France qu'on aurait pu dire « chauve ». Mais l'évolution continue. Sous Napoléon III, on commence à la reboiser, et 150 ans plus tard on a retrouvé la forêt française de la fin du moyen âge. Les temps ont sans doute bien changé. D'autres matériaux sont apparus pour

construire, d'autres sources d'énergie ont pris le relais pour le chauffage et l'industrie.

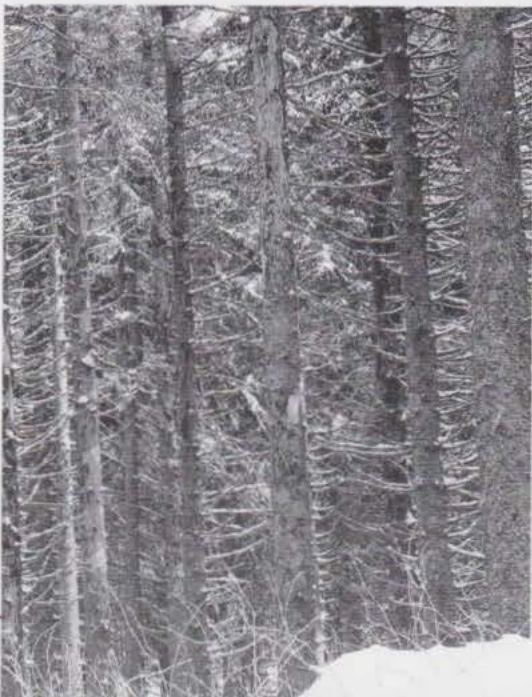
La forêt que l'on a installée depuis deux siècles est par ailleurs bien différente de celle de jadis. On a surtout planté des essences résineuses qui poussent plus vite que les feuillus. La forêt résineuse reste malgré tout très minoritaire en France, même si sa part s'est considérablement accrue par rapport à la forêt feuillue. Jusqu'alors cantonnées dans les zones de montagne, les essences résineuses sont devenues présentes sur tout le territoire, ce qui faisait dire à Pierre Deffontaines que « *cette invasion massive de conifères contribue à septentrionaliser les boisements que les hommes avaient jadis méridionalisés en répandant le chêne* ».

Les raisons de cet enrésinement volontaire sont multiples : fibre longue, productivité forestière, frugalité, besoins de la construction et de l'industrie papetière... Il est souvent critiqué : monoculture, forêt industrielle, essences mal adaptées... Mais le résultat est là : des hectares de landes reboisées, des zones de marais assainies, des terrains montagneux sauvés de l'érosion... A cela s'ajoutent les boisements naturels ou artificiels consécutifs à la déprise agricole. Ce qui fait au total beaucoup de bois, sans doute de qualité inégale, mais qui constituent néan-

(1) cité par
M. Devèze, *Histoire
des forêts*, PUF,
1965)

147

Un matériau abondant, et l'énergie pour le fabriquer est gratuite



moins de multiples et bienheureux puits de carbone. Aujourd'hui, parler d'abondance de bois en France n'est pas exagéré. Pour fixer un ordre de grandeur, l'accroissement biologique de la forêt française est de plus de 90 millions de m³ annuel, tandis qu'on n'en exploite que 55 millions de m³. C'est donc une forêt qui vieillit et qui pose des problèmes de débouchés! Quel paradoxe!

Pourtant, ce fait est méconnu, car un amalgame existe, entretenu et véhiculé par les médias, entre les problèmes dramatiques de la forêt tropicale, notamment amazonienne, surexploitée et peu à peu détruite, et ceux de la forêt française, qui est, elle, sous exploitée. Deux problèmes totalement inverses!

Ces boisements, jeunes, méconnus, voire dénigrés, ne demandent qu'à être valorisés. Pour cela des solutions techniques originales doivent être recherchées. A une révolution forestière doit répondre une révolution de la construction... en bois!

2. Un matériau économique à produire

Le matériau bois brut mis en œuvre dans une fuste demande peu d'énergie: abattage, débardage, transport, découpe des entailles, manutentions. On peut estimer cette énergie à moins de 20 kWh. Par comparaison, voyez le tableau ci-dessous ⁽²⁾

Ces chiffres ne demandent pas de commentaires. Ils parlent plus que de grands discours!

L'économie d'énergie est devenue une préoccupation majeure de l'humanité, car non

| Pour produire 1 m ³ de: | il faut: | soit: |
|------------------------------------|---------------|-------------------|
| bois | < 20 kWh | |
| béton | 150 à 200 kWh | 7 à 10 fois plus |
| laine de verre | 250 à 300 kWh | 12 à 15 fois plus |
| polystyrène expansé | 450 kWh | 22 fois plus |
| acier | 500 kWh | 25 fois plus |
| aluminium | 800 kWh | 40 fois plus |

La consommation d'énergie nécessaire à la fabrication de ces matériaux.

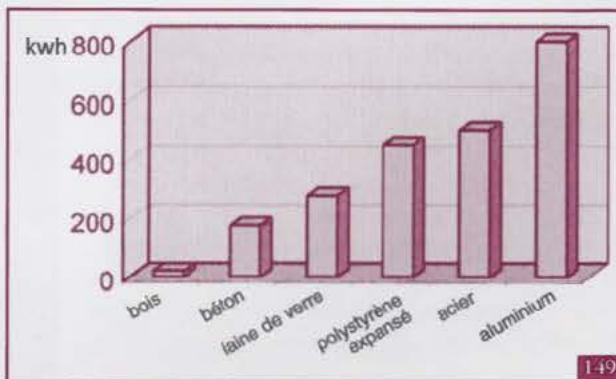
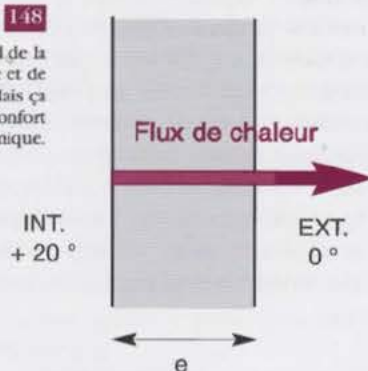
seulement les ressources énergétiques ne sont pas inépuisables et sont d'un coût croissant, mais elles ont surtout des conséquences catastrophiques pour notre planète par ce qu'elles rejettent: déchets solides ou rejets gazeux hautement polluants, notamment le gaz carbonique, dont on commence à percevoir les effets.

3. Un matériau qui nous protège du froid et du chaud... n'est pas seulement un bon isolant

Quant on utilise la notion d'isolation, on exprime par là que tel matériau a une conductivité thermique (le coefficient de conductivité thermique λ) très faible. Cette mesure indique la quantité de chaleur ou flux, exprimée en watts qui peut traverser une paroi d'un mètre d'épaisseur lorsque la différence de chaleur est de 1°C. A titre d'exemple, les laines de verre, de roche, polystyrène... qui passent pour les meilleurs « isolants » ont un λ proche de 0,040 W/m°C, le bois résineux léger,

148
L'isolation d'un mur dépend de la conductivité thermique et de l'épaisseur de son matériau. Mais ça n'est pas le seul facteur de confort thermique.

(1) Chiffres cités par le CTBA, Ministère de l'Industrie et J.-P. Oliva



proche de 0,1, le béton environ 1,5 à 2, l'acier 52, l'aluminium 200 et le cuivre 380.

En théorie, pour obtenir la même isolation que 10 cm d'épaisseur de laine de verre, il faudrait :

- 25 cm d'épaisseur de bois massif léger,
- près de 4 mètres d'épaisseur de béton.

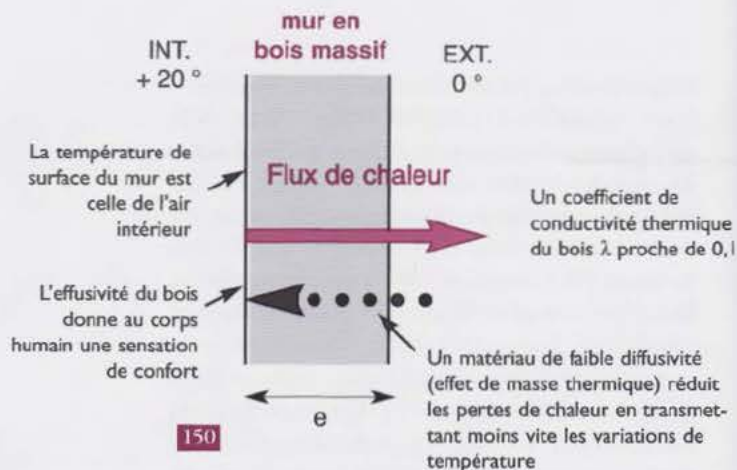
En pratique, si l'on compare le « confort thermique » d'un mur de laine de verre, de bois ou de béton, d'isolation équivalente (on dit « de même résistance thermique »), le mur de bois est en fait celui qui demandera le moins de dépense à ses habitants pour se protéger du froid comme du chaud. Comment expliquer ce phénomène ?

4. Un matériau qui nous apporte le bien-être thermique doit aussi être faiblement diffusif, faiblement effusif et avoir de l'inertie.

Les spécialistes de la physique des échanges thermiques nous expliquent que le bien-être thermique n'est pas seulement dû au fort pouvoir isolant des murs (qui rend compte de la conductivité thermique λ du matériau), qui est un phénomène thermique statique, mais qu'il fait appel à d'autres caractéristiques physiques dynamiques des matériaux : la chaleur massique et la masse volumique. Ils nous parlent de diffusivité, d'effusivité et aussi d'inertie. Essayons d'y voir plus clair, bien que ce soit un peu abstrait.

a) La diffusivité ou effet de masse thermique

Que se passe-t-il si la température se modifie sur un des côtés de la paroi (c'est la variation jour-nuit de la température extérieure) ? Un matériau peu « diffusif » comme le liège ou le bois transmet très lentement cette variation de température. Il en découle un déphasage des pertes de chaleur qui permet, selon le climat et l'intensité des variations de température, d'économiser 10 à 25 % de chauffage. C'est un bonus thermique qui, dans les pays où l'on construit beaucoup en bois massif, est pris en



compte dans les calculs d'isolation (pour plus de détails, lire p. 69 et suite cahier n° 3 de l'Art de la Fuste). Mais c'est différent de l'inertie thermique.

On peut s'étonner que ce phénomène de diffusivité, qui joue un rôle si important dans le confort thermique, soit si négligé, voire ignoré de certains spécialistes de l'isolation écologique.

b) L'effusivité

C'est un phénomène physique que nous éprouvons tous les jours sans le savoir par le contact de nos mains avec les matériaux qui nous entourent. Par temps de gel, notre main nue (sa température est à 37 °C) supporte, pendant un temps très court, le contact d'un objet en bois, mais pas celui d'un objet en fer ou en aluminium. Pourtant tous les deux sont à la même température. Mais le fer, fortement effusif, absorbe beaucoup d'énergie pendant un court instant au contact d'un matériau

On pourrait expliquer la diffusivité ou effet de masse thermique, qualité essentielle du bois, en disant que le mur en bois est informé avec retard que la température extérieure a baissé soudainement cette nuit. Il en résulte un déphasage et ... des économies d'énergie.

151



moins effusif que lui (le corps humain, dont l'effusivité est celle de l'eau qui le constitue pour l'essentiel). Avec le bois, c'est le phénomène inverse qui se produit, car il est moins effusif que l'eau, et donc que le corps humain : pendant un temps très court, c'est le matériau le plus effusif qui impose sa température. Le fer, le béton, imposent leur température au corps humain. Le corps humain impose sa température à seulement deux matériaux de construction : le bois et le liège !.

Dans une maison, notre corps réagit de la même façon vis-à-vis du matériau. Certains parlent de sensation subjective. En fait c'est une réalité des lois de la physique thermique. Une paroi en bois et une paroi en béton de même conductivité thermique et à la même température, donneront une sensation de chaud pour la première, de froid pour la seconde. (pour plus de détails, lire la fiche technique N° 5 : Le sauna).

c) L'inertie thermique

C'est la capacité d'un matériau à accumuler beaucoup de chaleur pour pouvoir la restituer ensuite. Les matériaux à forte inertie thermique ont une forte chaleur volumique (ils ont la capacité d'absorber beaucoup de chaleur), mais en contrepartie ils sont, pour la plupart, peu isolants et très effusifs. Ces matériaux peuvent participer au confort thermique s'ils sont judicieusement placés dans la paroi ou à l'intérieur de la maison. Mais c'est rarement le cas.

La chaleur volumique est le produit de la masse volumique par la chaleur massique :

$$C_v = \rho \times C_m$$

$$\rho \text{ en kg/m}^3 - C_m \text{ en J/kg}^\circ\text{C} \quad (J = \text{joule})$$

Elle intervient dans le calcul de la diffusivité et celle de l'effusivité qui ont tant d'importance dans le confort thermique.

$$\text{La diffusivité } a \text{ est : } a = \lambda / C_v$$

$$\text{L'effusivité } b \text{ est : } b = (\lambda \times C_v)^{1/2}$$

Dans laquelle :

λ est le coefficient de conductivité thermique (la base des normes d'isolation statique)

a s'exprime en m^2/s

b s'exprime en $\text{J/m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{s}^{1/2}$

Des murs qui n'auront pas besoin d'être doublés



Le bois résineux massif quant à lui, n'est pas, à proprement parler, un matériau à forte inertie. Par comparaison avec le béton qui est de 10 à 15 fois moins isolant, sa chaleur volumique n'est qu'environ la moitié de celle du béton. Quant à la laine minérale elle est, certes, 2,5 fois plus isolante que le bois mais sa chaleur volumique est à peine le 1/10^e de celle du bois. On peut donc dire que, à qualité isolante égale, c'est le bois qui a la plus grande inertie ou chaleur volumique, c'est-à-dire la plus grande capacité d'absorption de la chaleur. C'est certainement cela qui fait du bois massif un matériau exceptionnel pour le confort thermique. Il est à la fois isolant et lourd, deux caractéristiques qui vont rarement de pair parmi tous les matériaux existants, qu'ils soient naturels ou artificiels. Les matériaux isolants sont en général légers et n'ont pas d'inertie, et inversement. Le bois cumule ces deux qualités, ce qui explique sa faible diffusivité, sa faible effusivité, sa bonne inertie.

Mais ses qualités physiques objectives ne s'arrêtent pas là.

5. La température et l'hygrométrie de la paroi : leur rôle dans le confort thermique

Dans la construction conventionnelle, l'isolation nécessaire est obtenue en créant une paroi composite par un doublage des murs qui peut se faire par l'intérieur ou l'extérieur. Ce faisant, la différence de valeur isolante des différentes couches de cette paroi sandwich peut produire des effets très néfastes si la paroi n'a pas été bien conçue.

IV. Bois brut, santé et environnement

La température va diminuer de l'intérieur vers l'extérieur de façon discontinue, avec des effets possibles de paroi froide à l'intérieur, et également des phénomènes de condensation de l'air humide refroidi à l'intérieur du mur. Pour y remédier, on devra obligatoirement créer un écran à la vapeur d'eau et donc « bloquer » la respiration du mur.

Le mur en bois massif, quant à lui, ignore totalement ces deux problèmes. Il s'agit d'un mur composé d'un seul matériau : la température à travers la paroi est linéaire ; quant à l'humidité, le bois est capable d'en absorber énormément sans aucune contrainte. C'est le matériau poreux et filtrant le plus élaboré qui puisse s'inventer. Le mur en bois respire et régule par lui-même l'hygrométrie. Lorsque l'air intérieur est trop humide, le bois absorbe l'eau en excès. Inversement, si l'air intérieur est trop sec, le bois restitue de l'eau. Nul besoin de pare-vapeur, ni de freine-vapeur ni de ventilation mécanique.

6. Construire en bois brut pour préserver notre environnement

On sait maintenant les conséquences de l'effet de serre créé par l'excès de gaz, dont le gaz carbonique. Les prévisions actuelles pour 2100 indiquent :

- une hausse de température de 1,5 à 6 °C
- un niveau de concentration de gaz carbonique de 540 à 970 ppm (parties par millions)
- une élévation du niveau des océans de l'ordre de 50 cm.

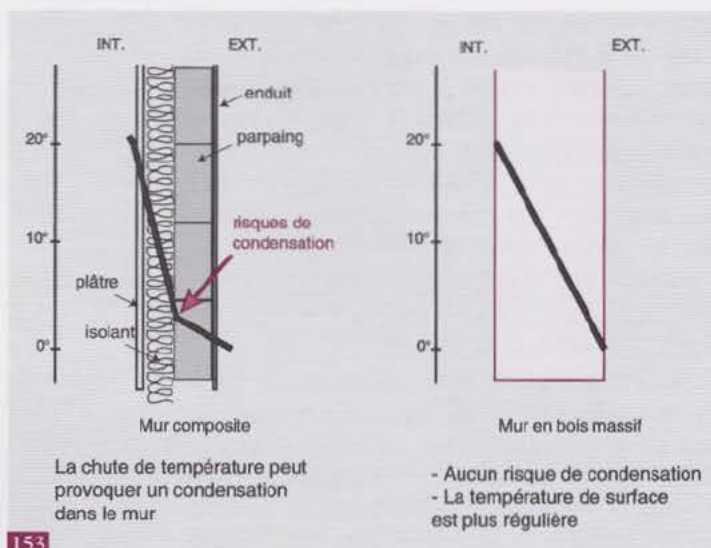
Une telle hausse de température, aussi rapide, n'a pas été connue depuis 130 000 ans.

Le gaz carbonique, principal responsable de l'effet de serre, contient 27% de carbone. La maison en bois massif stocke durablement le carbone. Pour mettre en œuvre ce bois brut, on a « dépensé très peu d'énergie », l'équivalent de moins de 8 kg de carbone (exploitation, transport et construction inclus).

C'est le produit le plus « écologique » que l'homme est capable de créer.

1 m³ de bois, c'est 1 t. de CO₂ en moins dans l'atmosphère.

« Construire en bois brut, c'est emmurer le gaz carbonique »



Un constat :

« Les scientifiques prévoient un réchauffement accru du climat »

Le Monde, 3 novembre 2000

« L'Homme ne sera pas, tant s'en faut la seule victime du réchauffement climatique. Selon une étude menée par une équipe de chercheurs internationaux et dont la revue Nature publie le détail dans son édition du jeudi 8 janvier, l'évolution du climat provoquera d'ici à 2050 une vague majeure d'extinction d'espèces, autant animales que végétales. Un million d'entre elles, dit-on, pourraient être menacées à échéance de cinquante ans ».

Le Monde, 9 janvier 2004

« Plus des deux tiers de l'accroissement de CO₂ atmosphérique pendant les 20 dernières années sont dus aux combustions de combustibles fossiles. Le reste est dû à la déforestation et à un moindre degré, à la production de ciment. »

Le carbone représente environ 50 % de la masse du bois, l'oxygène 43 %. Les deux constituants du gaz carbonique sont à eux seuls majoritaires dans la constitution du bois.

L'INRA a montré qu'une forêt peut absorber 2 à 4 tonnes de carbone par hectare et par an. Arrivée à maturité, une forêt voit son rôle de piègeur de carbone diminuer ; mais si le bois est exploité et utilisé comme bois d'œuvre (bois de construction notamment), le stockage de carbone pourra alors se poursuivre. La mai-

son en bois massif est un puits de carbone à long terme. A titre d'exemple, une maison en bois massif de 100 m² permet de stocker près de 17 500 kg d'équivalent carbone de gaz carbonique (70 m³ de bois dont 50 % environ sont constitués de carbone, soit pour du bois résineux léger de densité moyenne 500 kg/m³, environ 250 kg de carbone par m³).

Par comparaison, on sait que la construction conventionnelle en béton est source d'importantes émissions de gaz carbonique.

Pour fabriquer une tonne de ciment, 830 kg de CO₂ sont émis dans l'atmosphère (source : Agence internationale de l'énergie), soit l'équivalent de près de 225 kg de carbone).

Et si la fiscalité écologique est un jour appliquée, la maison en bois brut deviendra une "niche fiscale"

Lors d'un colloque consacré à la construction en bois en octobre 2000 à Epinal, était posée la question : « *Le bois est-il une alternative aux matériaux polluants* ». La réponse semblait évidente ; en fait elle mérite d'être très nuancée. Le xx^e siècle a connu le développement d'une nouvelle forme d'utilisation du bois sous forme reconstituée : c'est le bois de trituration dont on fait aussi bien du papier que des panneaux largement utilisés de nos jours dans la construction. Ces produits rapides et faciles à mettre en œuvre qui sont largement utilisés dans la construction à ossature bois, n'apportent pas que des avantages : consommateurs d'énergie, de faible durabilité,

Des maisons en bois brut pour piéger efficacement le carbone émis par les industries du ciment et de la laine de verre, et par nos voitures...



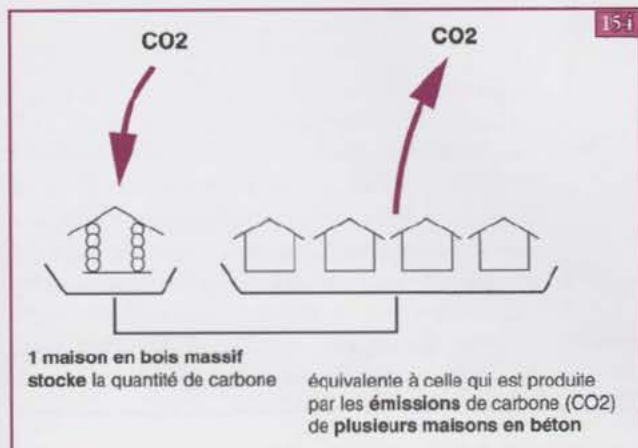
155

source de pollution pour les recycler, et contestables pour la santé. Leur écobilan doit être établi avec soin.

Pendant le même temps la production de bois d'œuvre, de bois noble scié ou non, ne s'est pas accrue dans les mêmes proportions.

Le développement actuel de la maison en bois dans nos régions d'Europe ne doit pas laisser la place uniquement à l'industrie du bois-chimie et du bois reconstitué. La construction en bois brut a montré depuis quelques décennies qu'elle était capable d'adaptation technique et architecturale, et d'un grand renouveau. Elle offre en plus une alternative convaincante à la construction respectueuse de l'environnement.

Alors, pour quelles mystérieuses raisons la réglementation thermique, qui a été révisée en 2000, ne tient pas compte de l'effet de masse thermique ou diffusivité du bois ? Sans doute parce que la maison en bois massif ne s'est pas assez fait entendre en France. Mais le jour viendra où son développement sera tel que la modification des normes s'imposera, comme cela s'est fait il y a maintenant plus de 15 ans, dans tous les pays développés où la construction en bois est dominante. Mais sans attendre la révision des normes, on peut affirmer avec certitude que la maison en bois massif apporte la vraie « haute qualité environnementale ».



Architecture populaire par excellence, connue de tous et d'usage général à certaines époques et dans de très nombreuses régions françaises, mais bloquée dans son évolution par la pénurie de bois, la concurrence de l'agriculture ou le changement des mentalités, la construction en bois bruts empilés et assemblés aux angles fait partie du patrimoine français. Elle est aujourd'hui en plein renouveau.



Est-ce la lucarne d'un vieux chalet des Alpes ? non, c'est celle d'une maison en bois empilés du Lot-et-Garonne, datant de plusieurs siècles

CHAPITRE V

Le patrimoine des fustes en France

L'idée que la construction en bois bruts empilés était autrefois très répandue dans de nombreuses régions françaises où l'on s'attend le moins, aujourd'hui, à la rencontrer,

1. P. PETREQUIN,
Cf. ci-dessus, note 6, p.14

peut surprendre. Bien entendu on pense généralement aux chalets savoyards, s'il s'agit de bois équarris. Mais ailleurs...? et « en rondins »...? Ce sont, pense-t-on, des maisons comme on en trouve au Canada ou alors en Scandinavie ; ce sont des maisons présentes dans l'imaginaire de chacun, mais qui ne peuvent relever que du rêve, de la fiction ou de l'ailleurs : cabane de trappeur, chalet de Heidi, coucou suisse, maison de Blanche Neige ou de Davy Crockett, isba, chalet finlandais, autant de clichés... Que n'entend-on et ne lit-on pas ! Malgré tous ces poncifs qui ne servent qu'à les discréditer, les constructions en bois croisés et empilés ne sont « d'aucun temps ni d'aucun pays »¹. Elles apparaissent dans certaines conditions géographiques, économiques et sociales bien particulières ; et la France a rempli, à différentes époques, dans différentes régions, toutes les conditions favorables au développement de maisons en rondins bruts.



Dans la forêt de Tronçais, une des dernières maisons de bois empilés, la "Maison des 3 salbris", reconstituée dernièrement à Ille-et-Bardais (Allier) (cf. Pl. IV, 6)

Les mythes, les clichés... et les contes

"Ma cabane au Canada..." : du trappeur à Davy Crockett

Mais qui donc furent les premiers émigrants du Canada, sinon des français qui, dès le tout début du XVII^e siècle, se sont lancés dans le commerce des fourrures avec les Indiens : ils furent les premiers à construire leurs maisons de rondins croisés (suivis plus tard par tous les pionniers du Far-West), comme les travailleurs des forêts en construisaient en France, où la construction par empilage est présente par taches des Landes aux Vosges, en passant par le Lot-et-Garonne, le Bourbonnais et la Franche-Comté. A la fin du XX^e siècle, un jeune canadien revenait visiter le berceau de ses ancêtres, un village de la forêt de Tronçais dans l'Allier, et participer à la reconstitution à l'identique d'un des derniers vestiges de maisons de rondins empilés...

Par ailleurs, par besoin de sécurité vis-à-vis des Indiens et par la suite, de leurs concurrents anglais, les pionniers venus de France durent construire de solides postes de traite selon une technique qu'ils connaissaient et avec un matériau qui se trouvait en abondance. Canadiens et Américains reconnaissent aux Français la paternité de ce système composé de poteaux entre lesquels viennent s'empiler des rondins, le "pièce sur pièce" (cf. ci-dessous p.54, ill.119, 7-11).

Ce terme et cette technique sont connus à travers toute l'Amérique du Nord, les Anglais ayant également adopté cette méthode pour la construction de leurs maisons et de leurs forts. James Mitchell, voit son origine dans le colombage, très répandu en France à l'époque, le remplissage de terre/ torchis/pierre ayant été remplacé par un remplissage de tronçons de rondins, abondants et plus isolants. Il ignore sans doute que le "pièce sur pièce" (que l'on trouve aujourd'hui encore du nord au sud des Alpes) était certainement répandu en France à l'époque, de même que dans toute l'Europe, où elle apparaît dès l'âge du bronze. Non, la maison de rondins bruts n'est pas une cabane au Canada.

Blanche-Neige et les trois petits cochons : le mythe Walt Disney

Le pionnier venu d'Europe avait besoin de construire vite. Selon T. Jordan, l'ossature d'une maison, simplement encochée aux angles, était construite en 2 ou 3 jours à 2 ou 3 personnes, par le migrant lui-même ou par des spécialistes. T. Jordan reconnaît que la qualité de ces constructions était bien inférieure à celles qui avaient servi de modèle en Europe, en France d'abord et plus tard en Scandinavie, Allemagne, Tchécoslovaquie... Mais tout pionnier souhaitant réussir et le montrer, l'ambition de chacun était d'abandonner au plus vite la maison de rondins des premiers temps et de construire une maison mieux ajustée en bois équarris, en planches et chevrons quand, plus tard, on commença à produire les clous industriellement, ou mieux en briques solides contre lesquelles le loup, symbole du monde sauvage, se casserait les dents. Popularisée par Walt Disney, la maison de Blanche-Neige et des 7 nains est aussi celle de l'enfance de la nation. Né en Amérique, le conte des Trois petits cochons est lui, celui de l'ascension sociale et de la réussite américaine. Pourtant, la maison de bois bruts ne sera pas renversée par le loup : c'est aujourd'hui la maison "haut de gamme". Des hommes et des femmes comme Allan et Mary Mackie, Vic Janzen, Gary Pendergrass, Lloyd Beckedorf, l'architecte Joan Steinbrecher, l'ingénieur Tom Hanley, et tant d'autres ont dû, eux aussi, lutter contre ce mythe de la "log cabin" pour imposer l'idée que l'on pouvait réaliser, avec des arbres parfaitement ajustés grâce aux moyens modernes, des maisons artisanales luxueuses et conçues de façon contemporaine : des "log homes".

"La-haut sur la montagne..." : le mythe de Heidi.

Une maison de bois empilés, "c'est une maison de montagne, une maison d'hiver, de neige, de feu de bois, de Noël, de bougies et de famille, une maison d'alpages et d'edelweiss"... Voyez briller les yeux quand on vous avoue son rêve : celui de se construire un chalet, "un chalet de rondins"... L'image du chalet est associée à la montagne : il existe pourtant des montagnes sans chalets et des chalets, ou plutôt des maisons en bois empilés ailleurs que dans les montagnes, parce sans doute c'est dans certaines montagnes qu'il en subsiste le plus, pour des raisons géographiques, économiques, sociales... Non, une maison de bois bruts n'est pas non plus un chalet.

"Sauna et blondes finlandaises" : le mythe du bois du Nord

Des bois tournés, réguliers, clairs lisses et ronds comme des crayons sur lesquels se détachent de jolies blondes, des pignons à terrasses de planches sur fond de lac et de pins, c'est l'image renvoyée à l'envie par les publicités des journaux de décoration. La Scandinavie, la Finlande en particulier, ont fait le choix d'industrialiser, donc de standardiser une technique de construction ancestrale (ce que lui permettait l'homogénéité des bois de ses forêts), laissant stagner ou s'éteindre des traditions artisanales parmi les plus riches d'Europe. Son emprise commerciale en Europe et dans le monde contribue à imposer l'idée qu'une maison de rondins est une maison finlandaise aux bois cylindriques calibrés et qu'un bois de qualité est un bois du Nord. Non, le propre de la maison de bois brut est au contraire de s'appuyer sur des techniques artisanales pour tirer parti des caractéristiques des bois de pays.

Coucou suisse et folklore : le cliché des décideurs

S'il est un poncif que l'on nous ressert chaque fois qu'il s'agit d'autoriser ou plutôt d'interdire la construction en bois empilé, surtout du côté de la Franche-Comté, c'est bien celui du "coucou suisse". Outre le fait d'être assez peu aimable pour nos voisins, et de témoigner d'un grand mépris pour tout ce qui ressemble à de l'art populaire (un art qui s'exprime aisément dans le travail du bois), cette image correspond assez mal à la construction en bois brut, qui est généralement d'une grande sobriété, et qui n'a besoin d'aucun effet décoratif superflu, à la différence sans doute des chalets industriels, caractérisés par la platitude du matériau usiné, auxquels on l'assimile par erreur.

"Il était une fois un pauvre bûcheron..."

Ainsi commencent de nombreux contes de notre enfance, et l'image cette fois n'est pas valorisante. Mais un conte n'est pas un mythe. Les contes traduisent plutôt une vérité enfouie au plus profond de nos civilisations, leur inconscient refoulé, pourrait-on dire : autrefois, des générations de travailleurs vivaient au sein des forêts dans des maisons de branches et de petits rondins calfatés de mousse, mal vus des paysans, mal vus des autorités, considérés comme sauvages, marginaux, hors-la-loi, incontrôlables, mais indispensables pourtant à l'économie : charbonniers pour l'alimentation de toutes les industries (forges, tuileries, verreries, salines...), bûcherons, équarris, scieurs pour la construction navale et le bâtiment, sabotiers pour tous les pieds du pays, leveurs d'écorces, fagotiers... Leurs maisons étaient bien trop précaires pour avoir subsisté en grand nombre ; elles étaient suffisamment présentes dans les esprits pour avoir servi de référence aux pionniers de l'immense forêt canadienne, (même si dans un tel milieu la technique s'imposait quasiment d'elle-même), et à travers eux à tout le nouveau monde. **Oui, la maison de bois brut fait bien partie de notre patrimoine.**

V. Le patrimoine des fustes en France

1. Quelques conditions de développement d'une architecture de bois empilés

On peut émettre l'hypothèse que ces conditions sont les suivantes :

1) une **ressource forestière**, feuillue et surtout résineuse, abondante : c'est la condition première mais qui ne suffit pas, car reste à savoir qui la possède ;

2) un **accès facile au bois pour tous** : cette condition dépend de multiples facteurs, selon que la propriété est domaniale, communale ou privée et selon la concurrence qui existe pour l'utilisation du bois. Des restrictions apparaissent chaque fois qu'un pouvoir entend monopoliser cette richesse à son profit : alors le bois ne peut plus servir à la construction ;



"Dès le 15 Octobre 1661 Colbert avait demandé un état des forêts appartenant au domaine et interdit toute coupe. Il envoia alors des maîtres des requêtes auxquels il demande d'agir avec une grande sévérité. Des agents indécis furent dûment punis :

l'un fut envoyé aux galères, le maître des forges fut condamné à mort. Il étendit ses recommandations aux bois des communes et des établissements religieux, dont il voulut que le tiers fût conservé en futaie. (...) On reprocha à cette ordonnance (de 1669) d'avoir trop subordonné l'intérêt de l'individu à celui de l'Etat"

B. Marrey, *Des histoires de bois*, p. 186, Ed du Pavillon de l'Arsenal - Picard 1994

3) une **agriculture pauvre ou non dominante** ou encore qui ne fait pas concurrence à la forêt : c'est le cas des régions de montagne, des pays froids où l'agriculture ne constitue pas la principale richesse, ou bien des périodes pionnières où l'agriculture ne s'étend encore que sur de faibles surfaces ; au fur et à mesure de son développement, la forêt disparaît, et avec elle l'architecture en bois ;

4) un **climat froid ou frais** : cette condition, qui va souvent de pair avec la pauvreté de l'agriculture, tient cette fois aux qualités propres du bois résineux, le matériau naturel le plus isolant, même dans des conditions de mise en oeuvre rudimentaires.



158

A Quarre-ies-Tombes (Yonne), "Ancienne chaumière en bois", d'après V.H. Henry (croquis de 1875, paru dans J.DROUILLET, "Folklore de Nivernais et du Morvan", t.2, p.25).

Maison classée par les Monuments historiques en Haute-Saône, à Aubertans.



159

Ferme du Beaufortin (Savoie)



160

5) **toutes les situations**, enfin, où le bois sous sa forme brute apparaît comme le **matériau de construction le plus évident**, que ce soit pour sa disponibilité, sa facilité de mise en oeuvre, son coût (groupes pionniers, populations forestières, époques de crise économique, auto-construction d'hier et d'aujourd'hui), ou pour ses qualités propres, isolantes notamment.

2. La construction en bois empilés en France à travers les régions et l'histoire.

Tout porte à penser que la technique a dû être largement répandue dans de nombreuses régions françaises, où, aujourd'hui, elle fait figure de vestige un peu aberrant dans un environnement de construction en pierre. C'est oublier que la France était, jusqu'au XVI^e-XVII^e siècles, densément boisée, et que, même des régions comme le Lot-et-Garonne étaient autrefois couvertes de vastes forêts de chêne.

Sans doute, en dehors même des Alpes, en reste-t-il peu de vestiges, et cela pour deux raisons : les pièces de bois de la construction, une fois hors d'usage, étaient maintes fois réutilisées pour les murs ou en dernier ressort pour le solivage ou la charpente d'autres constructions, ou bien tout simplement converties en bois de chauffage ; laissées et abandonnées sur place, livrées aux intempéries, elles finissaient par s'effondrer et par pourrir sans laisser de traces.

Pour ce qui est des Alpes (ill. 161 et p. 81), cette technique de construction n'est, pense Henri Raulin, « qu'un maillon de la chaîne qui s'étend en France de la frontière suisse jusqu'aux abords de la Méditerranée »², la Savoie appartenant elle-même « à l'aire de la grande forêt septentrionale qui s'étendait sans discontinuité sur toute l'Europe centrale et sur une partie des massifs montagneux de la zone hercynienne »³, une forêt de grands conifères qui ont concouru à donner un certain air de parenté aux maisons de bois de l'Europe du centre et du nord, et qui, du nord au sud des Alpes, unit en France les maisons du Beaufortin aux fustes de mélèze du Queyras, tout en les apparentant à celles d'Autriche ou de Pologne (ill. p. 88).

Pourtant les conditions physiques ne peuvent tout expliquer. On ne saurait trop souligner d'une part le rôle des réglementations locales et nationales liées à des politiques économiques et stratégiques données, d'autre part l'évolution des aspirations des populations en fonction des changements socio-économiques et des influences extérieures. C'est

La diffusion des maisons à empilage dans le patrimoine français



2. Henri RAULIN, *L'architecture rurale française - Dauphiné*, p. 50, Musée National des ATP, Berger-Levrault éd., 1977

3. Henri RAULIN, *L'architecture rurale française - Savoie*, p. 22

ainsi que la construction à empilage a pu disparaître, dans les Alpes, de régions comme la Savoie du Sud ou le Nord du Dauphiné, qui s'orientèrent vers la pierre pour diverses raisons sans doute convergentes : des mesures contraignantes limitant l'usage du bois devenu rare, l'influence des maisons paysannes plus riches des plaines, elles-mêmes bâties de pierre. On peut penser par exemple que, dans les Alpes en général, l'ensemble du bâti était, à l'origine, fait de bois sur simple soubassement de pierre ; pourtant son usage a souvent fini par se réduire aux chalets d'alpage, aux greniers (mazots) et aux granges, la partie habitat propre, si petite soit-elle, étant paradoxalement réalisée de pierre, beaucoup plus froide, mais réputée plus durable et plus riche.

En dehors de cette large aire alpine, trois grands ensembles se détachent, liés, eux, semble-t-il à l'exploitation de la forêt (ill. p. 84) : il s'agit de la zone Vosges - Franche-Comté, de la zone Bourbonnais - Morvan - Bourgogne, et de la zone Dordogne - Lot et Garonne (ill. 161). Si l'on y

ajoute encore les Landes, où plusieurs gravures du début du XIX^e siècle attestent de l'existence de maisons à empilage (cf. ci-dessus p.5, ill.5 et ci-contre ill.163), elles tracent à travers la France une large diagonale Nord-Est - Sud-Ouest, au centre de laquelle se trouve la célèbre Forêt de Tronçais, d'où Colbert faisait venir une bonne partie des bois destinés à la construction de sa marine. Les forêts étaient alors habitées par toute une population industrielle qu'on imagine mal aujourd'hui. On pense que les maisons en bois empilés qu'on y rencontre encore, autour d'Ile-et-Bardais ou autour de Thionne dans l'Allier, dans la Nièvre, dans l'Yonne, correspondent à l'habitat de ces populations forestières. Mais ce serait une erreur de croire qu'elles constituent par définition un mode d'habitat pauvre, provisoire même. Une de ces maisons servit par exemple d'habitation à un célèbre Maître de forges ⁴.

Si, en Franche-Comté, les maisons, démontables, les « baraques » pouvaient suivre le bûcheron et sa famille de chantier en chantier, ce type d'habitat a fini par se fixer et par être utilisé par des populations sédentaires. Il en existe encore quelques exemplaires dans la vallée de l'Ognon, en Haute-Saône, mais témoignages, gravures et archives prouvent que ce mode d'habitat était répandu dans toute cette zone de l'est de la France ⁵. Le dénigrement lié à la maison de bois empilés, « cabane de bûcherons », « loge », « bacu », « cabiole », « baraque » habitée par les « baraquins », est avant tout celle des « gens du finage » (le territoire cultivé), vis-à-vis des « gens des bois », réputés sauvages.



Cette maison de bûcherons de l'Allier (Thionne), a été, comme beaucoup d'autres, recouverte d'un torchis pour cacher les bois et renforcer l'isolation

A l'arrière plan derrière les Landais sur leurs échasses, une maison de rondins (Gravure de 1835 dans A.Hugo, *France Pittoresque*, p.124)



4. René AUCLAIR, *La maison des 3 sabots*, dans *Le Courrier de la fuste* n°3, p. 11

5. cf. *L'art de la fuste* Cahier n°3, p.84-89



Maison en chêne empilé à Thionne (Allier) : sans doute des arbres trop tordus pour être utilisés ailleurs, jointés de terre et chaux

Quant aux maisons du Nord-Agenais (Lot-et-Garonne et Dordogne), datées du début du XVI^e au XVIII^e siècles, loin d'être des maisons provisoires, constituées d'énormes poutres de chênes, elles donnent une impression de telle solidité et elles ont si bien traversé les siècles



'Même dans les pays de feuillus, la maison à pans de bois a été précédée, au moins en certaines régions très boisées, par des maisons à empilage dont on retrouve encore les traces aujourd'hui dans le Poitou, la Normandie, l'Agenais'

Pierre Deffontaines, *L'homme et la forêt*, p.120, Gallimard, 1969



1. Vallée de la Clarée (Htes Alpes)



2. Le grand Bornand (Hte-Savoie)



4. Bois et pierre au Grand Bornand



5. Détails : à Molines ...



6. ... à Furfande (Queyras)



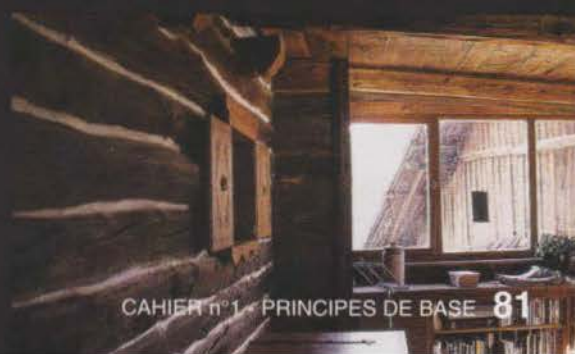
3. Ferme du Beaufortin (Savoie)

Le patrimoine des fustes en France pays de montagnes



7. Saint-Véran (Htes Alpes)

8. Fuste du Queyras rénovée





6. 'Bulletin des Amis du Pastourais', n°7 et 18

7. Henri RAULIN, *L'architecture rurale française - Dauphiné*, p. 50, Musée National des ATP, Berger-Levrault éd., 1977

Près de Villeréal (Lot-et-Garonne), une maison classée par les Monuments Historiques, constituée de poutres de chêne équarri de 30 à 40 cm de haut



Très souvent, comme ici à St-Dizier (Lot-et-Garonne), les maisons de bois empi-lées ont été inté-grées dans des agrandissements réalisés en colombage

qu'une des hypothèses émises pour expliquer leur existence est de leur donner un rôle défensif ⁶. Cachées souvent sous un torchis ou un enduit, intégrées dans une structure à pans de bois ou même en pierre ou en briques (ill. p.84), en campagne ou au centre d'un bourg, dont on découvre à l'occasion de travaux que certaines maisons cachent encore des pans de murs en bois empilés, elles attestent plutôt que dans cette région, bâtir en « dur » et pour durer, c'était alors bâtir en grosses poutres de chêne croisées aux angles.

De façon générale, on peut dire que ce mode de construction subsista dans les régions inac-cessibles aux ambitions du pouvoir central, en

Savoie et plus particulièrement encore dans le lointain Queyras ou dans le Comté de Nice. Sait-on par exemple que le mot de « fuste » désigne deux choses : les navires longs et légers de bas bord, sortis des chantiers navals de Venise, qui naviguaient à la voile ou à la rame, faits de... « fûts » (*fusto*), et aussi les constructions-granges en bois empilées du Queyras, également faites de « fûts ». On peut penser, avec Henri Raulin que *seules auraient échappé à l'interdiction de construire en bois les régions où le flottage des « fustes », fûts, grumes n'était absolument pas envisageable*⁷. Cette double définition illustre bien le conflit qui a pu exister, il y a quelques siècles, entre la construction navale et la construction rurale à empilage, toutes deux grosses consommatrices de bois.

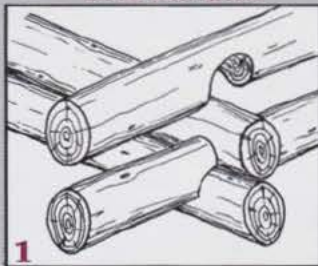
Mais la suppression des droits d'usage pour la construction ne toucha pas seulement les régions tournées vers la mer. Même les Alpes connurent une restriction de l'usage du bois : en Maurienne et Tarentaise par exemple, son emploi, dès 1727, devait être limité aux char-pentes et balcons.

Ensemble de fustes à Saint Vêran (Htes-Alpes)

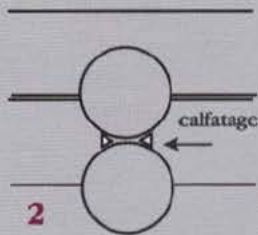


Bois bruts empilés : bois calfatés, bois ajustés, "pièce-en-pièce"

bois calfatés



1

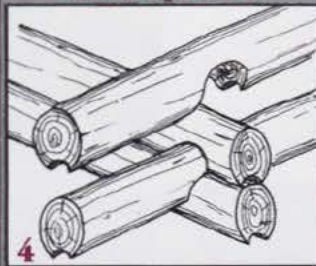


2



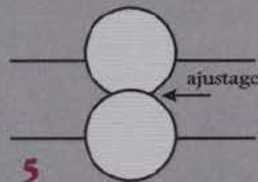
3

bois ajustés



4

"l'art de la fuste"

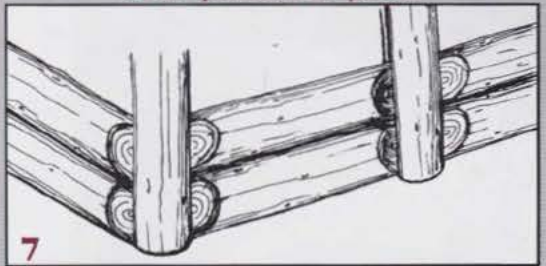


5



6

bois "pièce-sur-pièce"

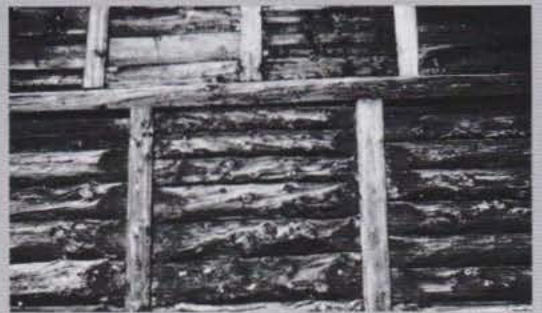


7



"La technique d'ossature poteau-poutre était appelée poteaux sur sole (en français dans le texte). La méthode de remplissage entre les poteaux était appelée pièces de bois sur pièces de bois (en français dans le texte), un nom par lequel elle est encore connue aujourd'hui à travers le Canada"

James Mitchell, Post and beam, p.8



Htes Alpes (Vallée de la Clarée) 8



bois croisés type "fustes"



pièce-en-pièce

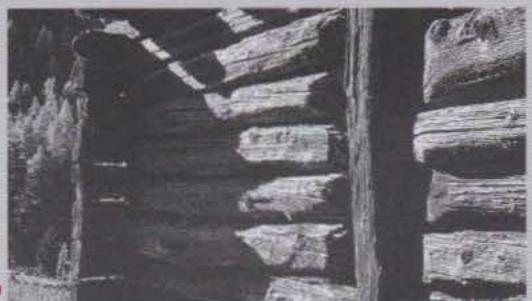


système mixte type "chapita"

11



Manitoba, 1854 9



10

Htes Alpes (Vallée de la Clarée)

V. Le patrimoine des fustes en France

pays de forêts



Villereal (Lot-et-Garonne)

170



Thionne (Allier)

173



Isle-et-Bardais (Allier) - Reconstitution

174

3. Des maisons et des granges

Dans une construction en bois empilés, les fûts bruts ou équarris, rondins ou madriers, assurent un rôle multiple : ils sont à la fois éléments de structure portante, de stabilité et d'isolation. Mais une distinction est à établir entre les constructions destinées à l'habitat, qui doivent être étanches, et celles destinées aux récoltes, qui au contraire doivent rester ventilées.

St-Dizier (Lot-et-Garonne)



171

Villereal (Lot-et-Garonne)



172



Dans le Nord-Agenais

175



Intérieur d'une maison du Lot et Garonne rénovée

176



"Grangette" dans la commune d'Allèves (Haute-Savoie). Dans le massif des Bauges (Savoie-Hte Savoie), autour du Châtelard et de La Compote, d'innombrables petites granges de rondins empilés (ou bien en structure poteaux), servaient à stocker le foin sur les parcelles dispersées.



plus remplies, et en particulier à cause de la raréfaction du bois utilisable en raison :

- du développement agricole et démographique : dans les Alpes du Sud, les cultures, les herbages ont dû monter le plus haut possible sur la montagne, repoussant les bois toujours plus haut ;

- de l'exploitation forestière : les massifs de moyenne montagne, d'accès facile, furent très tôt déboisés pour les besoins de la marine, de l'industrie...; on pense aux Bauges, aux Alpes du sud, comme on l'a vu, mais aussi sans doute au Jura, aux Vosges et même aux Pyrénées (dont on sait qu'elles étaient autrefois très boisées).



Empilage de poutres de chêne de toutes formes, jointées de chaux à Thionne (Allier).

• "Fustes-granges" :

Les constructions en rondins empilés que l'on trouve dans le Massif des Bauges (autour de La Compote), dans le Briançonnais (Vallée de la Clarée, de la Serverette), le Queyras (Saint-Véran, Molines, Villargaudin, Ceillac...), le Comté de Nice (vallée de la Tinée), sont des granges. Les bois sont assez sommairement encochés aux angles, à la hache, et l'assemblage est parfois renforcé par des chevilles en bois, entretoises à verrous ou poteaux pour renforcer la stabilité de la construction.

Pourtant, on estime généralement que ces granges, de même que les "mazots" de bois empilés que l'on trouve en Savoie dans des régions d'habitat en pierre, sont les vestiges d'un habitat fait entièrement de bois à l'origine. Pourquoi a-t-il disparu ? Sans doute les conditions énumérées ci-dessus n'étaient-elles



Coeur et ostensor sous le toit d'une grange du Beaufortin

Dans la vallée de la Clarée (Hautes-Alpes)



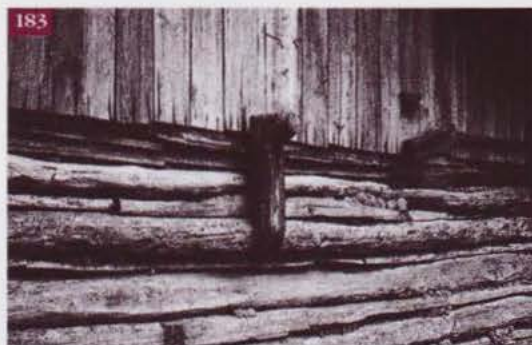
V. Le patrimoine des fustes en France

• "Fustes-habitat" :

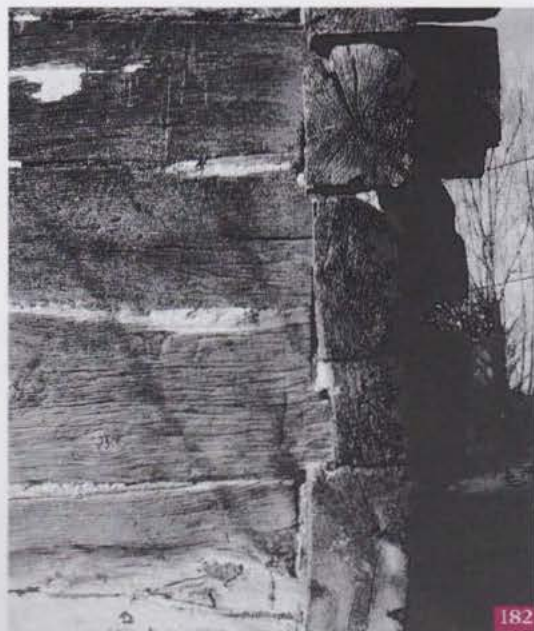
On peut en distinguer deux catégories :

- les maisons des pays de forêt : elles peuvent être de différents bois, selon l'essence principale dans la région, en chêne souvent, comme dans l'Allier ou le Nord-Agenais. Mais une distinction primordiale est à faire entre les maisons des populations forestières, sommairement construites, souvent provisoires même si certaines sont devenues définitives (et nous sont ainsi parvenues, grossièrement calfatées de mousse ou de copeaux, ou couvertes d'un torchis), et les maisons des colons attirés dans une région pour y défricher des terres, en fait des agriculteurs. Car c'est ainsi sans doute qu'il faut comprendre les maisons du Nord Agenais. Après la guerre de Cent ans, cette région, disputée entre l'Angleterre et la France, était tout entière à défricher et à reconstruire. Pour ce faire, on fit venir de toute la France des colons possédant du courage et aussi quelques moyens pour remettre en terre un pays qui s'était recouvert de profondes forêts. Leurs maisons admirablement construites, toutes de poutres de chênes dont certaines atteignent 40 cm de haut, tirées des domaines qui leurs étaient

Un des derniers vestiges de l'habitat des bûcherons de Franche-Comté : détail d'une maison à Aubertans (Haute-Saône)



A Loulans (Haute-Saône), les rondins apparaissent sous le torchis qui s'écaille



Détail de l'assemblage des poutres de chêne vieilles de plusieurs siècles, sur une maison près de Villeréal (Lot-et-Garonne)

offerts, attestent bien qu'ils bâtissaient pour durer. La meilleure preuve de la réussite de ces paysans pionniers est que la forêt disparut ... et avec elles les maisons de bois empilés, dont il semble que les plus récentes datent du début du XVIII^e siècle.

- Les maisons des pays de montagne : dans les Alpes du Nord (Massif des Bornes, Beaufortin, massif des Aravis), la partie habitation, construite sur un rez-de-chaussée en pierre, est à dominante de bois ; les madriers d'épicéa, équarris de façon parallèle et sur les 4 côtés, le plus souvent à la scie mécanique, étaient empilés, encochés à mi-bois aux

angles, le contact plat sur plat formant un mur plus jointif - un calfatage de mousse, d'étaupe ou de torchis était toutefois inséré entre les bois lors de la construction. Les madriers du deuxième étage, là où était stocké le foin, restaient ajourés. Toutes ces maisons avaient pour charpente de fortes pannes posées directement sur les murs extérieurs et les murs de refend, ou plus simplement sur une charpente-poteau : la pointe d'âne où venaient se croiser deux arbalétriers.

On peut se demander pourquoi, dans les Alpes du Nord, les hommes ont continué à habiter dans le bois, à la différence des Alpes du Sud. On peut penser à l'influence de la Suisse voisine, ou au climat (plus froid). L'explication est sûrement plus profonde. Elle tient sans doute à l'équilibre qui existe dans ces montagnes entre la culture, l'élevage et la forêt. En effet, ces régions, comme la Suisse ou l'Autriche, sont des régions de haute montagne dont l'agriculture, fondée sur l'élevage et la production laitière, est relativement prospère. Le terroir s'étage en trois zones bien marquée selon l'altitude : culture dans les vallées, pâturages-alpages au-dessus, et forêts tout en haut, sans qu'il y ait de concurrence entre ces trois domaines. La forêt y garde toute sa place (les habitants viennent y puiser leurs matériaux de construction), mais reste d'accès trop difficile

le pour être exploitée de façon rentable pour des besoins économiques extérieurs. Ici donc la forêt, située à un étage trop haut, ne peut ni être concurrencée par l'agriculture ni exploitée de façon rentable. Elle est disponible pour la construction locale.

Toutes ces raisons expliquent que la technique de construction des murs en bois empilés soit restée très rudimentaire en France, comme bloquée dans son évolution vernaculaire. On a longtemps construit en fûts bruts, comme c'est le cas pour les grangettes des Bauges et parfois pour les chalets d'alpage des Alpes du Nord, les « fustes » du Queyras, les chalets d'estive de Ceillac, les « chapila » de la vallée de la Clarée (Briançonnais), les granges de la vallée de la Tinée (Alpes Maritimes), pour les maisons à empilage de Franche-Comté et du Morvan. Mais les bois des constructions qui nous sont parvenues sont le plus souvent très sommairement équarris, on dirait plus précisément « dressés », en conservant leur forme conique. Cette opération, habituellement effectuée à la hache large ou épaule de mouton, avait pour but d'enlever une partie de l'aubier, ce bois blanc tendre et fragile à l'extérieur de l'arbre, de faciliter le séchage des fûts, de les alléger pour le transport jusqu'au site de construction et enfin de supprimer les irrégularités des troncs.



Pour retenir l'empilage des bois, une clef, caractéristique de l'architecture en bois de Haute-Savoie : ici sur un chalet du Grand Bornand



Un « chapila » dans la vallée de la Clarée (Hts-Alpes)



Un « meire », chalet d'estive en mélèze empilé aux Chalmettes (Hautes-Alpes)



1 En Italie (Ecomusée de Dietenheim, Haut Adige)



2 En Pologne (Village de Chocholow)



3 En France, dans le Nord Agenais (Lot)



4 En Roumanie : les rondins ont été recouverts d'un crépi bleu et ocre.



5 En Italie, Valsavaranche (Val d'Aoste)



6 En Italie, à
Extrepierraz
(Val d'Aoste)

Fustes de France et d'Europe : une grande parenté

7 En France, grenier ou « trésor » au Grand-Bornand (Hte Savoie)



188

Les fustes du Queyras ont été construites en mélèze suivant cette technique. Les bois conservant leur conicité étaient empilés ; à chaque rang on alternait le gros bout et le fin bout du fût, pour garder l'horizontalité des murs. La longueur des granges qui surplombaient et côtoyaient l'habitation en pierre du rez-de-chaussée correspondait à la longueur des arbres. A Saint-Véran elles peuvent atteindre 12 à 15 mètres de long par 7 à 8 mètres de large. Des poteaux permettaient parfois d'« abouter » les fûts et d'obtenir des longueurs supplémentaires.

Les maisons du Lot-et-Garonne et de Dordogne, construites pour durer et faites de chêne, étaient constituées de poutres équarries (débarassées de leur aubier fragile) et assemblées selon cette technique ; l'étanchéité était assurée par un mortier d'argile, de paille et de chaux placé entre les bois.

Alors que, dans les pays du Nord, on parvenait à construire des murs en bois empilés ajustés en longueur bois sur bois pour les rendre étanches, dans la tradition française de maisons à empilage, le procédé constructif s'est arrêté aux assemblages d'angle. L'ajustage longitudinal des bois posés l'un sur l'autre, pratiqué couramment de nos jours, dans les techniques artisanales, par une gorge, ou dans les techniques industrielles par un assemblage bouveté, y était inconnu.

B. C. PERRON,
*Saint-Véran, Zone
de protection du
Patrimoine
Architectural et
Urbain, Edisud,
1990*

4. Les maisons en bois empilés anciennes : des « Monuments Historiques » ou des ruines livrées au pillage ?

Dans le Lot-et-Garonne, la Dordogne, l'Allier, la Haute-Saône, les maisons à empilage ont été recensées, certaines ont été classées « Monuments Historiques » et font l'objet de restauration sous l'égide des services de la conservation du patrimoine. A Saint-Véran, dans le Queyras, a été créée une « Zone de Protection du Patrimoine Architectural et Urbain », dont les responsables sont chargés de définir les règles de préservation et de mise en valeur du patrimoine de ce village : la démolition des bâtiments traditionnels y est interdite ⁸.

Ces exemples témoignent de la reconnaissance de la richesse historique et architecturale que représentent ces constructions.

Mais ailleurs, combien de ces vieilles granges en bois empilés, dans le Beaufortin et le massif des Aravis particulièrement, sont démontées sans aucun contrôle, pour habiller d'un décor à l'ancienne des caisses de béton et les transformer en chalets de luxe dans les stations de ski à la mode ?

Pourquoi n'existe-t-il pas, dans les Alpes, **ce grand musée de plein air des maisons en bois empilés de France**, comme il en existe un en Alsace et dans les Landes pour les maisons à colombage, et comme il en existe tant en Suisse, Scandinavie, Pologne, Roumanie et autres pays d'Europe Centrale ? Il ne s'agit pas de recréer un village artificiel du temps jadis, mais prioritairement de sauver des bâtiments voués à disparaître d'ici très peu et de mettre à l'honneur un patrimoine de bois trop longtemps méprisé. Il en est temps encore, mais il faut faire vite. Pour tous ceux qui veulent redonner au bois massif ses lettres de noblesse, ce serait la plus belle et la première des actions à entreprendre.



Groupes de fustes
dans le bourg de
Saint-Véran
(Hautes-Alpes)

189



En Haute-Loire, une architecture innovante : des toitures étagées, presque plates, qui recevront une couverture de prairie, ...

5. Vers une évolution de l'architecture en bois brut

Que les maisons de bois brut empilé se rattachent à nos plus anciennes et très riches traditions architecturales est une chose, les laisser se figer dans cette tradition ou dans des modèles standardisés, d'ici et souvent d'ailleurs, en est une autre, et cela pour de nombreuses raisons.

D'abord parce que rien n'est plus changeants que les engouements. Depuis la première édition de cet ouvrage, beaucoup de «fustes» se sont élevées. Des auto-construc-teurs ont empilé avec passion et détermination rondin sur rondin pour nicher leur famille dans la maison de leur rêve. Des artisans, des entreprises ont proposé et réalisé, aux quatre coins du pays et ailleurs, des centaines de maisons de bois brut, modestes ou somptueuses. la fuste s'est propagée. mais ce faisant, elle s'est parfois, il faut bien le dire, un peu standardisée, voire banalisée.

Or, pour qu'elle continue à vivre, qu'on la laisse vivre et s'étendre, elle doit pouvoir se diversifier et sortir de l'image archaïsante que certains continuent à lui associer. D'autant plus

...des poteaux et de grands vitrages pour ouvrir la maison vers le soleil et la vallée
(Architecte : Camille Houdart
Ent. J.-M. Wagner)

192



que ceux qui la jugent anachronique, dépassée ou déplacée sont souvent ceux-là mêmes qui sont chargés d'autoriser ou de refuser une construction. Certains constructeurs, certains architectes l'ont compris et orientent déjà la construction en bois brut vers de nouvelles directions, riches de perspectives.

1) « Rondins » et bois « facés » ou « dressés »

Ce mot de « fuste » que nous avons emprunté au vocabulaire du Queyras, s'est popularisé pour désigner les constructions artisanales en bois bruts empilés, ajustés et croisés aux angles.

Par souci d'authenticité et par référence à des images enfouies au plus profond de nous-mêmes, nous sommes fort attachés à ces « rondins », à cet arrondi du tronc de l'arbre. Mais à y bien regarder, les bois des fustes du Queyras eux-mêmes avaient souvent été débarrassés d'une dosse, les bois des vieux chalets alpins sont généralement sommairement équarris, ceux des maisons de bois empilés du Lot-et-Garonne ou de l'Allier également, sans cesser d'être du bois brut, irrégulier et décroissant. En perdant un peu de son arrondi et en offrant une face plane (du moins en extérieur, mais pourquoi pas en intérieur aussi, et pas obliga-



193



194

En Haute-Savoie : poteaux, bois « facés », charpente-poteaux, avec remplissage de vitrages et torchis de terre
(Architecte : Camille Houdart, Ent. M. Fordy)



195

Il ne s'agit pas de scier une dosse épaisse, mais pour éviter toute déformation du bois, d'aplanir très légèrement la forme externe du fût, en gardant toute sa conicité. Cette opération fera apparaître les dessins de la dosse.



196

V. Le patrimoine des fustes en France

toirement dans toutes les pièces), le bois brut, moins typé, pourra s'adapter à des contextes architecturaux beaucoup plus variés.

2) « Bouts débordants » et poteaux

Ah ces débords d'angle ! Combien sont-ils à vouloir les faire rageusement couper ! Trop marquants, trop « connotés », trop « ostensibles »... On peut admettre que, même si la patine du temps estompée ces éléments un peu « forts » que sont ces débords saillants, les fustes peuvent effectivement représenter un contraste visuel que certains jugeront déroutant dans un environnement bâti régional ou conventionnel marqué par les lignes nettes et verticales des murs de pierre ou de béton ? Alors, une solution : le poteau. Poteaux d'angle de la construction dite « pièce-en-pièce », poteaux intermédiaires ou poteaux-piliers, ils apportent aux constructions en bois brut le dynamisme de la verticalité qui ne fera que mettre en valeur, par contraste, les lignes horizontales et reposantes de l'empilage des bois.



197

La maison après le remontage des bois (à droite)...

198

... et en cours de finition (ci-contre) ...



...l'ossature du colombage est remplie de briques de chanvre qui recevront un enduit

199

(Architecte : Camille Houdart, Ent. B. Glénat)

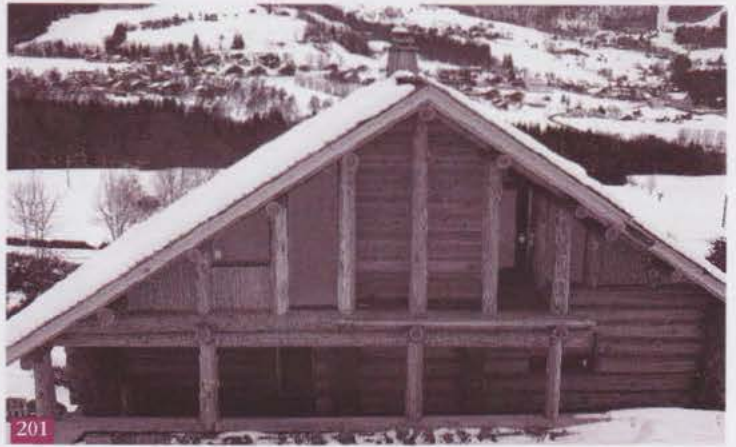


200

Dans les Pyrénées, cette construction avec poteaux, fixes ou bien coulissants (si le remplissage est en bois empilés), témoigne des innovations architecturales et techniques actuelles de construction en bois brut, qui évolue et sait s'adapter
(Architecte : Camille Houdart, Ent. A. Guisnet).

3) Le bois brut : un matériau parmi d'autres

Le bois brut, s'il est sûr de lui, ne doit pas être jaloux. Il peut cohabiter en bonne harmonie avec d'autres matériaux. Des réalisations multiples se font dans ce domaine. Pris entre poteaux de bois brut, le verre, la pierre, le bois (brut ou non), et aussi la terre, le chanvre, le béton de chaux et de bois..., revêtus ensuite d'un enduit d'une couleur bien choisie, permettent d'alléger, de diversifier l'architecture, de l'adapter à un contexte moins rural, de la plier aux impératifs d'intégration régionale.



Vue nord de la maison de la p. 91 : entre les poteaux : du bois scié, des vitrages, et un coffrage perdu de roseaux qui devra recevoir un torchis de terre et copeaux de bois. L'enduit sera en terre rouge de l'Isère (voir photo intérieure p. 94)



De devant, de derrière, et de l'intérieur : une maison sous toutes ses facettes, qui a dû s'adapter au contexte du Parc des Volcans d'Auvergne : colombage et bois empilé se conjuguent avec harmonie (Architecte : Camille Houdart, Ent. J. Largeau)



V. Le patrimoine des fustes en France



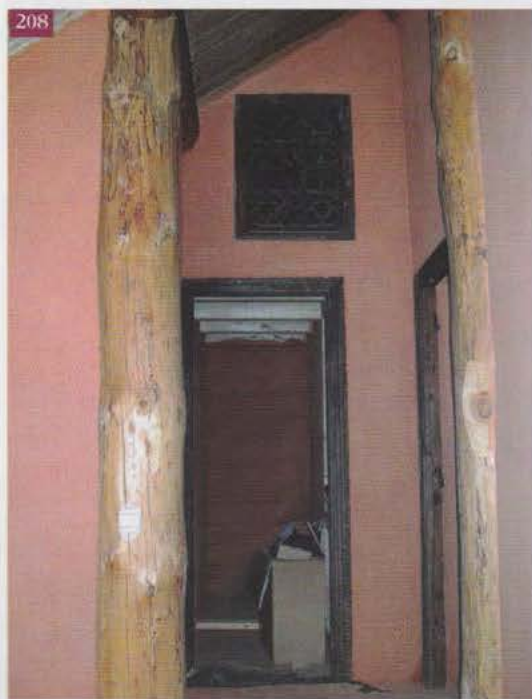
Du bois brut avec de l'ocre jaune, ...



... du bleu ...

Même si les procédés demandent encore innovations et recherches de la part des artisans, les matières se rencontrent, se plaisent et se marient, les techniques se croisent et l'architecture progresse. Et l'expérience prouve que, mis parfois dans l'obligation de présenter

... et de l'ocre rouge !



des projets architecturaux moins typés ou plus novateurs, les constructeurs ou leurs clients, souvent réticents au premier abord, n'ont généralement pas regretté d'avoir été poussés à évoluer du « tout fuste » à une complémentarité heureuse entre le bois brut et d'autres matériaux tout aussi respectueux de l'environnement.



Une technique de l'Age du Bronze que les outils actuels permettent d'adapter aux exigences d'aujourd'hui : c'est l'art d'ajuster des bois bruts pour en faire des maisons belles, saines et confortables. Un artisan entreprend d'en transmettre les secrets, pour faire connaître un mode de construction artisanal qui répond aux qualités des bois français et aux aspirations profondes de notre époque.

La tronçonneuse s'est tue. Le fustier l'a posée, puis s'est redressé, les reins douloureux. L'entaille est belle, propre.

Le grappin de la grue vient accrocher le fût entaillé ; il l'élève et le balance dans les airs, puis, dans un grand arc de cercle, le dirige vers la fuste en construction. Doucement, lentement, il l'approche du mur de bois bruts ; le gros tronc difforme se balance, hésite, se cabre, vient heurter le mur dans un bruit sourd. D'un mouvement léger, le filin le dégage, le soulève, comme pour apprivoiser un monstre, le descend peu à peu, sans à-coups, le rapproche encore du dernier bois du haut du mur, qui l'attend.

Et puis, sans éveiller sa méfiance, il le pose et l'encastre : l'animal est dompté, bloqué. Le fût a trouvé sa place, étroite, parfaite, ajustée. Mâle et femelle, les deux bois se sont épousés.

En cet instant précis, le fustier, au plus profond de lui-même, est heureux.



209
Le coup d'oeil et la maîtrise de l'artisan pour savoir comment dompter un tronc brut et lui faire prendre sa place dans la fuste.

Cette technique de construction est née à l'Age du Bronze, dans les grandes forêts d'Europe. La plupart des peuples des pays d'Europe tempérée et nordique l'ont adoptée, développée au cours de l'histoire, avant de l'exporter en Amérique où elle a été portée à un très haut niveau de perfectionnement. Elle fut réinventée et pratiquée un peu partout au long des siècles chaque fois que, dans un milieu où la forêt tenait la principale place, les

hommes devaient, provisoirement ou durablement se loger, dans des conditions sûres et aussi confortables que le permettait l'époque ou la situation. Cette technique, si évidente qu'elle peut paraître rudimentaire, de nombreuses conditions sont aujourd'hui remplies pour la voir renaître dans notre pays : le matériau, les aspirations des hommes, les soucis écologiques et économiques se rencontrent.

- Le bois est là

La forêt ne cesse depuis la fin du siècle dernier et surtout au XX^e siècle, de regagner des terres. Plantés dès la fin de la deuxième guerre mondiale par une multitude de petits propriétaires devenus citadins, pins, mélèzes, épicéas, douglas, occupent les vieilles parcelles agricoles.

Par-delà le souci de fixer les dunes, de restaurer les terrains de montagne, le but du Fonds Forestier National fut, lors de sa création en 1946, de rendre la France indépendante des importations de bois et en particulier de bois de papeterie et de pâte à papier. Une politique forestière productiviste - où l'Etat va même jusqu'à subventionner les éclaircies -, porte aujourd'hui ses fruits: le plus grand groupe papetier américain et mondial a investi en France. C'est dire le potentiel de sa forêt!

Cette jeune forêt résineuse plantée avec l'aide de l'Etat, et qui entre maintenant en pleine production, pourrait pourtant avoir une bien meilleure destinée que la papeterie ou l'emballage, pour peu que l'on prenne conscience que, si elles poussent lentement, les essences résineuses peuvent fournir un bois serré, à haute résistance mécanique: les exemples de sylviculture allemande ou belge, orientées davantage vers la qualité que vers la productivité, devraient être plus suivis. Le fustier pour sa part recherche les bois de qualité. Mais les objectifs des uns et des autres sont bien divergents: d'un côté une industrie du papier et de l'emballage peu soucieuse de la qualité du bois, productiviste, qui réclame un matériau bon marché et qui utilise le bois pour en faire un produit "consom-

mable" et jetable, à faible valeur ajoutée, qui retournera bien vite dans l'atmosphère sous forme de gaz carbonique; de l'autre des utilisateurs de bois aux techniques artisanales, soucieux de trouver des bois de qualité à croissance lente, qui produiront un ouvrage à haute valeur ajoutée, des maisons en bois où le carbone sera stocké pour quelques siècles...

Un espoir aujourd'hui pour l'artisan constructeur: le gouvernement semble faire preuve, en cette fin de XX^e siècle, d'ambitions nouvelles pour cette forêt française, qui est devenue en production la première d'Europe: le « Rapport Bianco », ***« La forêt: une chance pour la France »****. Un de ses axes prioritaires concerne l'usage du bois dans la construction et un de ses objectifs est de « ***diversifier l'offre des techniques constructives bois*** » et de promouvoir entre autres le « ***bois empilé*** »...

De fait, les bois de la jeune forêt française sont tout-à-fait adaptés à une utilisation artisanale, et tout particulièrement à la construction en rondins bruts, surtout quand ils ont pu bénéficier d'une sylviculture orientée vers la qualité et non la production et quand on se donne la peine de les trier.

- Les aspirations des hommes aussi

Longtemps les hommes de la forêt ont souffert d'un complexe vis-à-vis des hommes de la terre. Pour le paysan, le statut social venait de la construction d'une maison de pierre qui se transmettait de génération en génération, certes pas d'une cabane de bois dans la forêt. Et quand on devait vivre dans une maison de bois, le réflexe était souvent, pour cacher sa misère, de camoufler les poutres, au moins ceux de « belle façade », derrière un enduit imitant les maisons de maçon.

Ce complexe vis-à-vis de la pierre, et aujourd'hui du béton, est en voie de disparaître; bien plus, il s'est retourné. En effet, la pierre avec ses différences de composition, de textures, et de nuances ayant été elle-même remplacée par les parpaings, bétons et crépis, plats, lisses, monotones, sans relief, devenus synonymes de banlieues uniformes, de pavillons standardisés, de villes invivables, les hommes veulent de moins en moins de ces « maisons en dur ». Avides

* Rapport de J.-L. Bianco au Premier Ministre dans le cadre d'une mission préparatoire à la Loi d'orientation forestière (1999).



C'est le moment superbe où deux bois vont s'épouser...(entaille «au carré»)

maintenant de nature, les habitants des villes ont pour leur maison d'autres rêves qu'autrefois: plus que jamais ils lui demandent d'être un refuge véritable, tant psychologique que physique, contre les agressions de la vie contemporaine. Or la maison faite d'arbres extraits de la forêt pour être taillés et assemblés, offre à l'homme d'aujourd'hui ce havre auquel il aspire, une protection évidente et naturelle, comme peut l'être le nid pour l'oiseau ou le cocon pour le futur papillon. Pour l'homme comme pour l'oiseau, les matériaux bruts, nés de l'énergie solaire, sont pris dans la nature. A l'un comme à l'autre, la construction demande beaucoup d'énergie physique. Quand à l'énergie « combustible », la construction d'une fuste n'en demande guère plus que celle d'un nid... surtout en comparaison des autres modes de construction humains. Nos contemporains l'ont compris. La maison de bois brut représente pour beaucoup la maison dont ils rêvent. A-t-on le droit de les décevoir, quand ce rêve est réalisable et représente, de plus, un débouché intéressant pour la forêt française et une réelle source d'emplois par la création d'entreprises artisanales?

- Il existe pourtant quelques freins

Cela est vrai, mais ces freins tiennent plus du malentendu que d'un refus systématique des pouvoirs publics. De plus, il y a parfois un décalage entre le discours officiel et les décisions administratives, qui peuvent être de nature à freiner la construction en bois en France.

Pourtant il est bon de rappeler que, en aucun cas, un permis de construire ne saurait être refusé en raison de l'utilisation du matériau bois. Bien au contraire la Charte *Bois-Construction-Environnement* encourage l'utilisation du bois dans la construction comme l'indique le communiqué ci-contre.

Toutefois, un permis de construire peut être refusé en vertu de l'application des dispositions de l'article R111-21 du code de l'urbanisme ainsi que de l'article UA11 du Plan d'occupation des sols (POS ou PLU), dans les communes qui en ont adopté un. Le refus de permis sera alors motivé par l'expression suivante: « (le projet)...serait de nature à porter atteinte au caractère des lieux avoisinants ainsi qu'aux paysages naturels ou bâtis ». Cette appréciation est à la discrétion de la personne chargée d'instruire le permis de construire (Architecte DDE, fonctionnaire

Communiqué de Presse (Mars 2001)

Le ministre de l'Agriculture et de la Pêche, le ministre de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement, et le secrétaire d'État au Logement, ainsi que les principales organisations professionnelles impliquées dans la construction, ont signé le mercredi 28 mars 2001, la charte **"Bois-Construction-Environnement"** dans le cadre de la semaine du bois. Par cette charte, les signataires s'engagent à augmenter de façon significative l'usage du bois dans les projets de construction afin de participer à la lutte contre l'effet de serre. Le ministère de l'Éducation Nationale, le ministère de la Culture et de la Communication, le secrétariat d'État chargé des PME, du Commerce, de l'Artisanat et de la Consommation sont également partenaires de la Charte. La charte reconnaît que le bois est un matériau présentant un intérêt certain pour l'environnement dont les potentialités sont sous-exploitées : la forêt constitue une part essentielle de notre écosystème et le bois est un matériau renouvelable sans consommation d'énergie produite par l'homme. Enfin, stockant du carbone, il joue un rôle important de régulateur du taux de gaz carbonique (CO₂) dans l'atmosphère et contribue à limiter l'effet de serre.

Les signataires s'engagent à accroître de 25 % la part du bois dans la construction d'ici 2010.

Chacun agira dans son domaine de compétence et dans plusieurs secteurs : la communication, visant à mieux faire connaître le bois, ses filières, ses techniques, ses possibilités ; la compétitivité et les marchés pour mieux positionner le bois par rapport aux matériaux concurrents ; la recherche et la formation, et enfin les réglementations, afin de lever les freins souvent mis à un usage accru du bois dans la construction. »



211
Le tronc de l'arbre utilisé sous sa forme naturelle, ni équarri, ni raboté, avec ses irrégularités, ses noeuds et ses veines... c'est le bois brut

DDE, Maire...). Or il s'avère que c'est uniquement sur cet article que s'appuient les représentants de l'Administration française quand ils veulent refuser une maison en bois, exprimant ainsi un jugement et un goût personnel esthétique totalement subjectif.

En France, la majorité du patrimoine bâti n'est pas en bois, et on peut admettre que l'on puisse avoir des réticences pour y insérer des maisons en bois apparent. Aussi, dans certaines régions, l'Administration préfère-t-elle décourager d'avance ceux qui veulent construire en bois en disant que le « bois est interdit ». (On vous le dira, mais on ne vous l'écrira pas).

Il ne faut pas en tenir compte mais il ne faut pas espérer non plus faire passer un quelconque plan-type de « maison en rondins ». La conception de votre projet de maison en bois devra tenir compte de l'architecture et des matériaux locaux. Cela représente un véritable travail de création architectural. La fuste est une technique qui, au service de l'architecture, deviendra un art.

La technique de construction en bois brut peut avoir une grande souplesse et si l'on veut bien s'en donner la peine, elle peut prendre la place qu'elle mérite dans notre pays.

Qui soit durable : 1000 ans, c'est l'âge de la plus vieille maison en rondins bruts d'Europe, l'ancien évêché de Kirkjubæur, aux Îles Féroé.
On pourra lire son histoire extraordinaire dans *La prairie sur le toit* (éd. 2004)

Et s'il existait un matériau de construction :

- qui soit beau
- qui se renouvelle
- qui soit durable
- qui ne demande que de l'énergie solaire pour être produit
- qui demande très peu d'énergie pour être transformé
- qui ne produise aucune pollution
- qui assainisse l'atmosphère en stockant pour des siècles le carbone contenu dans le gaz carbonique
- qui soit naturellement très isolant
- qui possède une telle masse thermique qu'il régule naturellement les variations de température extérieure
- qui équilibre l'hygrométrie de l'air
- qui filtre les odeurs
- qui offre une acoustique de salle de concert
- qui laisse passer les rayonnements et les ondes
- dont on puisse faire une maison qui se fonde dans la nature, « comme si elle avait poussé là » ...

Ce matériau existe depuis plus de 300 millions d'années ;

les hommes l'utilisent ainsi depuis 3000 ans :

c'est le tronc de l'arbre utilisé sous sa forme naturelle,

ni équarri, ni raboté,

avec ses irrégularités, ses noeuds et ses veines,

c'est le bois brut

Qui soit durable : 1000 ans..



Bibliographie sommaire *

Il est impossible de citer, dans le cadre de ce premier cahier, tous les livres et études sur l'histoire, l'évolution et la diffusion des maisons en rondins bruts, sur la physiologie du bois et sur la technique de construction en bois empilés. Nous nous contenterons de mentionner ici les plus accessibles (sans pouvoir éviter de faire référence à des ouvrages étrangers) en nous réservant de fournir une bibliographie détaillée au fur et à mesure des sujets traités dans chacun des prochains cahiers de la collection.

1) Sur la préhistoire et l'histoire de la construction en bois et plus particulièrement en rondins

- VITRUVÉ, *Les dix livres d'architecture*, éd. Balland

- Pierre PETREQUIN, *Gens de l'eau, gens de la terre*, Coll. «La Mémoire du temps», Hachette 1984, 345 p.

- Pierre PETREQUIN, «Cultivateurs néolithiques en ambiance forestière», dans *Le bois dans l'architecture*, Actes des colloques de la Direction du Patrimoine n°14, Picard 1995, p.14-24.

- Aimé BOQUET, «L'architecture d'un village néolithique à Charavines dans l'Isère», dans *Le bois dans l'architecture*, Idem, p.25-33

- Grégoire SOBERSKI, *Une cité fortifiée à l'Age du Fer, Biskupine*, éd. Albin Michel Jeunesse, 1984, 62 p.

2) Sur la construction en rondins bruts en Europe ...

- M.SUZUKI, C.NORBERG-SCHULZ, Y.FUTAGAWA, *Maisons de bois en Europe*, Office du Livre, Fribourg, 1978

- Karl KLÖCKNER, *Der Blockbau*, Verlag Kallweg, München, 1982.

- Alfred POHLER, *Alte Tiroler Bauernhöfe*, Steiger Verlag, Innsbruck.

- Thérèse et Jean-Marie BRESSON, *Maisons de bois, Architectures scandinaves*, Dunod 1978.

- J.METRO, *Le bois. Architecture traditionnelle en Norvège*, Mémoire de l'Ecole d'Architecture de Nancy, 1981.

- Hermann PHLEPS

. *Holzbaukunst Der Blockbau*, 1942, rééd. Bruderverlag Karlsruhe, 1989, 324 p

. *The craft of log building*, (version en anglais du précédent), Lee Valley Tools Ltd., Ottawa, Ontario 1982

3) ...en Russie

- Igor BARTENEV, Boris FEDOROV, *Architecture de la Russie Septentrionale*, Ed. du Progrès, URSS 1971

- Y.JANIN, *Un crescendo à travers les âges* (Architecture religieuse en bois de la Russie septentrionale), éd. G.Girard, Paris 1985.

- *Le bois dans l'architecture et la sculpture slaves*, Les presses de l'UNESCO, 1981.

4) ... en Amérique du Nord

- Donovan CLEMON, *Living with logs*, Hancock House Publishers, 94 p.

- Alex W. BEALER and John O.ELLIS, *The log cabin, homes of the North American Wilderness*, Barre Publishing, Massachusetts, 192 p.

- Allan and Doris MUIR, *Building the Château Montebello*, Muir Publishing Company Ltd, Gardenvale, Québec, 1980.

- A.THIEDE and C.TEIPNER . *The Log Home Book*, Gibbs Smith Publisher, 1993, Layton, Utah, USA . *Hands-on Log Homes*, Gibbs Smith Publisher, 1998, Layton, Utah, USA

- Laura INGALLS FALLS, *La petite maison dans la prairie*, Flammarion

- Terry G. Jordan, *A Folk Architecture*, University of Texas Press, Austin, 1994, USA

5) ... et en France

- «Architecture rurale dans les Hautes-Alpes», dans *Le monde alpin et rhodanien*, n°4 bis, 1983, p.201

- Abbé Eugène BOUCHEY, *Le charbonnier dans les bois*, Besançon (écrit en 1874)

- P.PETREQUIN, «Une architecture liée à l'exploitation de la forêt : la baraque de charbonnier», dans *Publications du C.U.E.R.*, Université de Franche-Comté, 1982, n°4

- Charles GRAD, «A travers l'Alsace et la Lorraine», dans *Le Tour du Monde*, t.XLVIII, 1884.

- Annick STEIN

. *La maison bois*, Edisud, 1993.

. *Les maisons de montagne*, Eyrolles, 1994

- Collection *L'architecture rurale Française*, éd. Musée National des ATP - Berger-Levrault : Savoie, Dauphiné, Bourbonnais-Nivernais, Comté de Nice

- C.PERRON, Saint-Véran, *Zone de protection du Patrimoine Architectural et Urbain*, Edisud, 1990

- - Julius NATTERER, Jean-Luc SANDOZ, Martial REY, *Construction en bois, Matériau, technologie et dimensionnement*, P.P.U.R., Lausanne, 2000, 472 p

6) Sur la physiologie du bois et son utilisation dans la construction

- Jean CAMPREDON, *Le bois*, éd. Que sais-je ? PUF, 1982

- J.GELDHAUSER, *Le bois*, Miniguide Nathan tout terrain, 1988, 80 p.

- J.HEURTEMATTE, J.MERCIER, *Travail du bois*, Delagrave 1982, 128 p.

- *Pense-Précis Bois*, Ass. des anciens élèves de l'Ecole Supérieure du Bois, éd. H. Vial, 1984, 564 p.

- *Construire en bois*, t.1, 1987, 284 p., t.2, 1994, 338 p., Presses Polytechniques Romandes, Lausanne

- Dominique GAUZIN-MÜLLER, *Le bois dans la construction*, Le Moniteur 1990, 382 p.

- *Le bois, matériau d'ingénierie*, ARBO-LOR.- ENGREF, Nancy 1994, 434 p.

7) Sur la technique de construction en rondins bruts

- Vic JANZEN, *Your log house*, Muir Publishing company, Gardenvale, Québec, 1981, 170 p.

- André JULIEN, *La maison de bois rond*, Ed. de Mortagne, Québec, 1985

- Allan MACKIE, *Building with logs*, Log House Publishing Company, Prince George, B.C., Canada, 1979

- Allan MACKIE, *Notches of all kinds*, Log House Publishing Company, idem, 1977

- James MITCHELL, *The craft of modular Post and Beam*, Hartley and Marks Publishers, Vancouver, Canada-

* Certains ouvrages en anglais sont disponibles auprès de l'association Bois sacré T.C.B. Consulter le site : boisbrut.org

2 Sommaire

3 Avant-Propos

7 Deux mots d'introduction

9 CHAPITRE I

Comment l'idée vint aux hommes d'ajuster des troncs d'arbres pour en faire leurs maisons

9 1ère étape - empiler des troncs : l'entaille ronde

- 10 1. La cellule de base
- 12 2. Comment rapprocher les bois : le premier gabarit
- 14 3. Premiers traçages : une histoire de translation
- 17 4. Quand les techniques bifurquent

18 2ème étape - Ajuster les fûts : l'entaille longue

- 18 1. Le traçage de la gorge
- 21 2. Tronçonneuse et compas à niveaux : le renouveau

26 CHAPITRE II

Quelques règles de base pour la construction d'une maison en rondins bruts ajustés

26 I. Le tassement retrait

- 26 1. L'eau dans le bois : retrait et tassement
- 27 2. Quelle sera l'humidité finale du bois quand il sera «sec» ?
- 28 3. Comment sèche le bois ? Plan axial, radial et tangentiel
- 28 4. Comment s'effectue le retrait dans une construction en rondins ?
- 29 5. Quelles peuvent être les conséquences du retrait sur l'assemblage d'angle ?
 - 29 - L'entaille en «tête de chien»
 - 29 - L'entaille en «tête de bétier»
 - 32 - L'entaille en «tête de cheval»
- 32 6. Est-il possible de limiter le tassement dû au retrait d'un mur en rondins ?
- 34 7. La valeur du tassement retrait

34 II. Le tassement compression

- 34 1. Quelles sont les conséquences des descentes de charges ?
- 35 2. Ce qui peut s'opposer au tassement compression : les rondins «suspendus»

38 III. Les conséquences techniques du tassement

- 38 1. Quelle sera la hauteur du tassement définitif (retrait + compression) ?
- 38 2. Sur combien de temps s'étalera le tassement ?
- 39 3. Comment seront conçus la toiture et les pignons ?
- 43 4. Comment se fait le montage des portes et des fenêtres ?
- 44 5. Le remontage des cloisons légères
- 44 6. Les poteaux
- 45 7. Les escaliers
- 45 8. La cheminée
- 45 9. L'installation sanitaire

46 CHAPITRE III

Une maison durable

- 46 1. Selon quels critères choisir les bois d'une fuste ?
- 57 2. Quel traitement pour les rondins ?

69 CHAPITRE IV

Bois brut, santé et environnement

76 CHAPITRE V

Le patrimoine des fustes en France

- 78 1. Quelques conditions de développement d'une architecture de bois empilés
- 79 2. La construction en bois empilés en France à travers les régions et l'histoire
- 84 3. Des maisons ou des granges ?
- 89 4. Les maisons en bois empilés anciennes
- 90 5. Vers une évolution de l'architecture en bois brut

95 En conclusion

99 Pour en savoir plus : bibliographie

100 Table des matières

Remerciements

Nous souhaiterions remercier tout particulièrement les auteurs de quelques unes des photographies publiées dans ce cahier : Jean-Louis GORCE, Thérèse HOUDART, Christian BOUCHAGE, Thierry DELACHAT, Florent MORIZOT, ainsi que les propriétaires de maisons en bois empilées anciennes ou modernes qui nous ont autorisé à en prendre des photos.

Notre plus grande reconnaissance revient à toutes les personnes qui, depuis près de vingt ans, nous ont fait l'extrême confiance de nous charger de la réalisation de leur maison, et à qui nous devons la pratique nécessaire à la rédaction de ces cahiers.

Merci enfin aux constructeurs de tous les temps, connus ou anonymes, qui ont illustré de leurs chefs-d'oeuvre et perpétué jusqu'à l'aube du XXI^e siècle la technique d'ajustage des rondins bruts. Ils nous ont transmis leur passion et leur savoir-faire ; à nous de les transmettre à d'autres.



La fuste désigne de nos jours un procédé de construction en bois brut, rondins ou bois équarris, mais toujours bois de pays, qui conservent leur forme naturelle et sont ajustés bois sur bois. Ils peuvent être assemblés par empilage suivant des techniques d'ajustage de grande précision, avec ou sans débords apparents, mais également utilisés dans des structures poteaux-poutres ou colombage qui permettent la mise en œuvre conjointe de divers matériaux, naturels ou synthétiques, tels que pierre, torchis, chanvre ou autres.

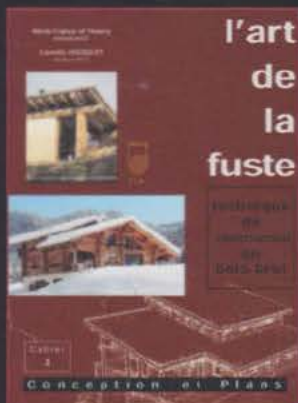
Il s'agit donc d'une technique d'ajustage qui fait appel à un traçage de précision. Cette méthode de construction, d'une grande souplesse, permet aux architectes de s'adapter à l'architecture locale et de respecter ses contraintes.

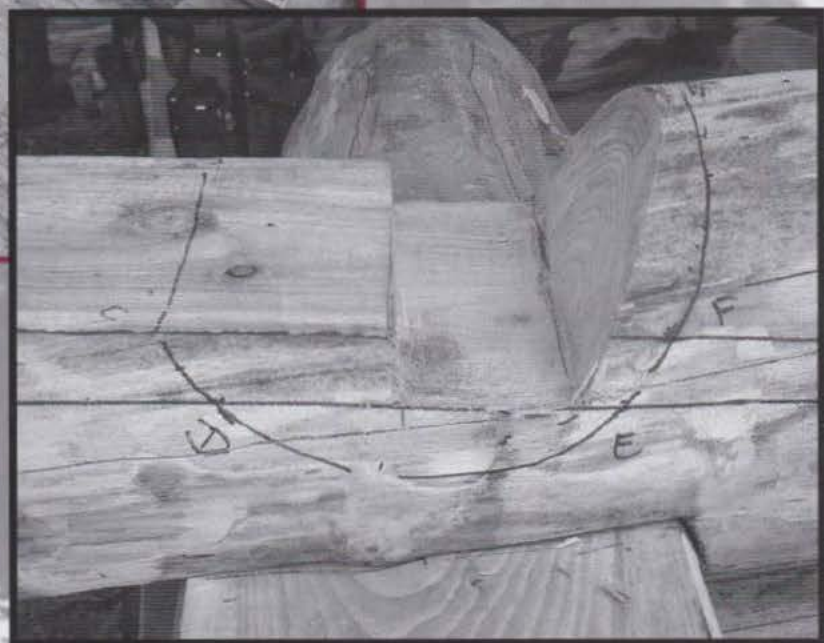
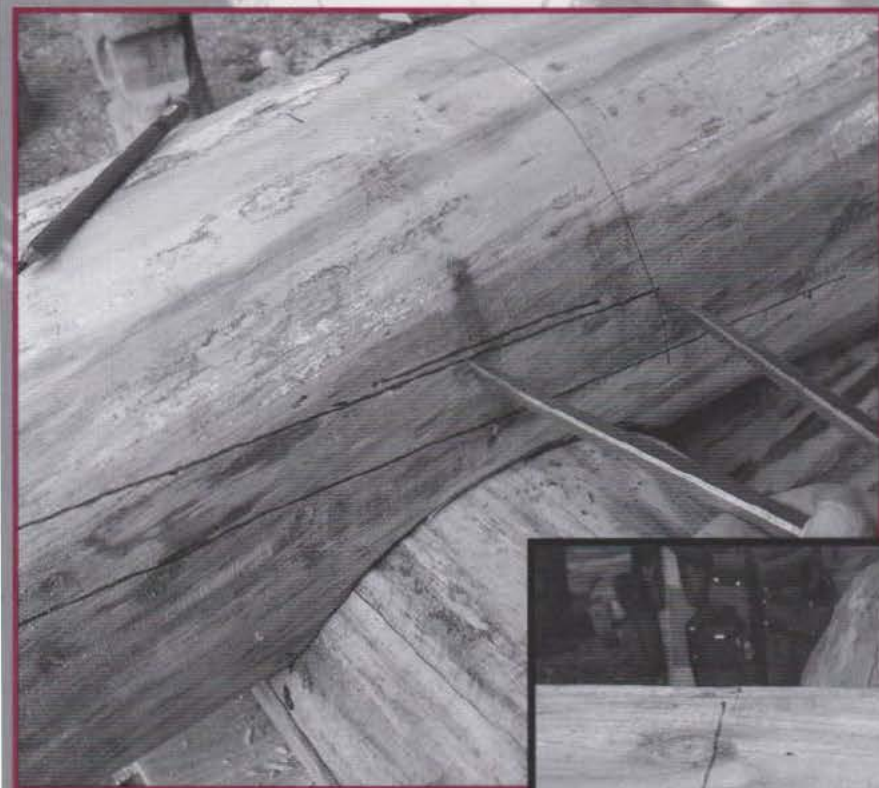
La fuste, point de rencontre entre la force de la nature et l'art de l'homme, n'est pas une architecture, mais une technique au service de l'architecture contemporaine : elle peut alors devenir un art.

T.H.

Imprimerie « La Gutenberg »
19000 TULLE

Dépôt légal mars 2000





Imprimerie « La Gutenberg »
19000 TULLE

Dépôt légal mars 2009



T. et M.-F. HOUDART, les auteurs de *L'art de la fuste* (Photo J.-L. Gorce)



Association

« Le Bois sacré »

La Nouaille - 19160 - LAMAZIERE-BASSE

Créée en 1990 par T. et M.F. Houdart, l'Association **Bois sacré** s'est donnée 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.

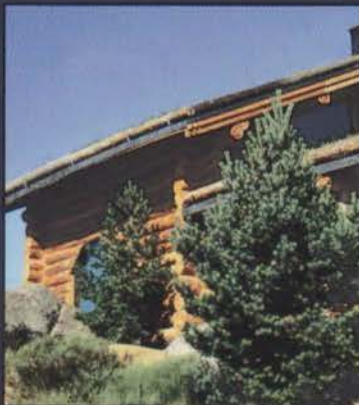
Ses membres sont des artisans et techniciens du bois au savoir-faire confirmé, qui sont à même de diffuser une technique à caractère hautement artisanal.

Elle s'adresse à la fois à de futurs artisans attirés par des techniques anciennes qui, renouvelées, 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 « Bois sacré » 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.

Découvrir la construction en bois bruts

Construire en rondins bruts, c'est-à-dire en troncs d'arbres, ou encore, à proprement parler, en «fûts», est plus qu'une technique : c'est un art. Car d'un matériau naturel irrégulier dont seul le temps stabilisera les dimensions, il faut faire une maison qui soit belle, certes, mais aussi solide, étanche, et qui devra le rester. La construction artisanale en rondins bruts connaît aujourd'hui un grand renouveau. Thierry et Marie-F. HOUDART, constructeurs-fustiers depuis plus de vingt cinq ans, entreprennent, dans ce premier cahier, de raconter l'évolution de cette technique, pratiquée de l'Âge du Bronze au XX^e siècle dans les pays forestiers d'Europe et d'Amérique du Nord et qui fait partie du patrimoine architectural français, avant d'en d'expliquer les grands principes. A l'aube du 3^e millénaire, ce mode de construction artisanal, renouvelé, bien adapté aux qualités des bois de nos forêts, correspond aussi aux rêves de nos contemporains : celle d'une maison chaude, saine, apaisante, confortable, naturelle et belle, une maison qui porterait encore la marque vivante de l'arbre de la forêt et la trace de la main de l'homme qui l'a construite...



techniques de construction en bois bruts

