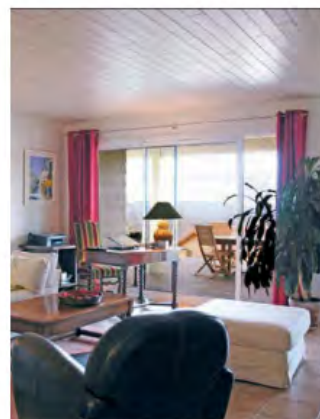




# CONSTRUIRE SA MAISON EN BOIS

■ Pascal Farcy

Toutes les techniques de construction



■ EYROLLES

ÉDITIONS EYROLLES  
61, bd Saint-Germain  
75240 Paris Cedex 05  
[www.editions-eyrolles.com](http://www.editions-eyrolles.com)

Remerciements à Sandy Meillon pour ses photos et informations en direct du Canada, Are Mathisen pour son aide en Norvège, Fatima Khélifa pour sa relecture.

Au-delà de ces remerciements amicaux, je tiens à remercier plus particulièrement les différents artisans constructeurs et autres industriels de la construction bois. S'il m'est ici hélas impossible de tous les nommer, je tiens malgré tout à tous les remercier pour leur accueil et leur disponibilité. Ils m'ont accueilli chaleureusement, sans compter leur temps, pour répondre à moult questions, me faire visiter des chantiers, m'exposer leurs problématiques. Enfin, ce livre n'aurait pas vu le jour sans les nombreux particuliers qui ont accepté de m'ouvrir leur porte pour m'entretenir de leur habitation, un peu partout en France. Ce faisant, ils ont assuré à cet ouvrage le retour sur expérience le plus complet possible pour juger au plus juste des avantages et inconvénients de chacune des solutions constructives possibles. Qu'ils en soient également tous remerciés.

En application de la loi du 11 mars 1957, il est interdit de reproduire intégralement ou partiellement le présent ouvrage, sur quelque support que ce soit, sans l'autorisation de l'Éditeur ou du Centre Français d'exploitation du droit de copie, 20, rue des Grands Augustins, 75006 Paris.

© Groupe Eyrolles, 2012, ISBN : 978-2-212-13473-5



# CONSTRUIRE SA MAISON EN BOIS

■ Pascal Farcy

Toutes les techniques de construction

EYROLLES

# Sommaire

<b>Avant-propos</b>	6
---------------------	---

## PARTIE 1

<b>Introduction</b>	9
---------------------	---

<b>1  En finir avec les idées reçues</b>	10
Solidité et longévité	10
Incendie	11
Insectes et champignons	12
Déforestation	13
Entretien	14
Coût	14

<b>2  Des avantages multiples</b>	16
-----------------------------------	----

Bien-être et qualité de vie	16
Le matériau de construction idéal	17
Technologie et réglementation	18
Une grande liberté architecturale	19
Solidité et durabilité	21
Performances thermiques	22
Des maisons qui respirent	24
Des projets évolutifs	25
Rapidité de mise en œuvre	25
Gage de sécurité	26

<b>3  La maison écologique</b>	
--------------------------------	--

par excellence	27
Une matière renouvelable, disponible	
en quantité	29
Un piège à carbone	30
Une isolation naturelle et adaptée à l'habitat passif	30
Un recyclage aisé en fin de vie	32

## PARTIE 2

<b>Choisir le bois</b>	33
------------------------	----

<b>1  De la forêt à la maison</b>	34
Qu'est-ce que le bois ?	34
Origines et caractéristiques principales	35
L'aubier et le bois parfait	35
Les classes d'emploi	36
Le bois et l'eau	37
Certifications et compagnie	38
Une transformation maîtrisée	41
Sciage et séchage	41
Les traitements de préservation	42
En conclusion	46
La trituration	49

## PARTIE 3

<b>Isolation, peinture, chauffage...</b>	51
--	----

<b>1  Être cohérent et faire les bons choix</b>	52
---	----

Une approche bioclimatique	52
Implantation et orientation	53
Une conception compacte	54
Baies vitrées, faire le bon choix	55
Choisir un double-vitrage	56
Évaluer la performance d'un vitrage	59
Une isolation de qualité	59
Choisir un isolant	60
Les conventionnels	61
L'offre écologique	62
Une étanchéité soignée	68

<b>2  Les revêtements extérieurs</b>	70
--------------------------------------	----

Pour les murs	70
Le bardage	70
Les composites	71
Le crépi	72
Autres finitions	72
Pour les toitures	73
Les bardesux, une utilisation mixte	73
Une toiture végétale	75

<b>3  Les revêtements intérieurs</b>	<b>76</b>
Pour les murs	76
Le papier peint	77
Les peintures	78
Les enduits à la chaux ou à la terre	79
La Sajeade®	79
Les parements pierre ou brique	80
Les lambris	80
Pour les sols	82
Les sols durs et froids	82
Les sols isolants et durables	83
Les revêtements d'origine végétale	85
Le bois	87
<b>4  Le chauffage</b>	<b>87</b>
Les poêles à granulés	88
La chaudière automatique	88
Autres énergies	90
La géothermie	90
L'électricité	91
Solaire et éolien	91
<b>5  Bois et grisaillement</b>	<b>94</b>
Au naturel	94
Traitements	95

## PARTIE 4

### Les différentes techniques de construction 97

<b>1  Fondations, soubassements et dalles</b>	<b>98</b>
Les fondations	98
Le soubassement	99
Le vide sanitaire	99
Le sous-sol	99
Les pilotis	100
Les plots	101
Le dallage sur terre-plein	101
Les dalles de sol	102
En béton	102
En bois	103
<b>2  Structures et murs porteurs</b>	<b>104</b>
L'ossature bois	104
Historique	104
Mise en œuvre	105
Avantages	106
Inconvénients	106
Adaptation à la RT 2012	107
L'empiilage de bois massif en rondin ou madrier	108
Historique	108
Mise en œuvre	109

De la RT2005 à la RT2012	109
Avantages	112
Inconvénients	112
Le rondin	112
Le madrier	113
La fuste	114
Les poteaux-poutres	116
Historique	116
Mise en œuvre	117
Avantages	117
Inconvénients	117
Adaptation à la RT 2012	117
Panneaux de bois massifs contrecollés	118
Historique	118
Mise en œuvre	118
Avantages	119
Inconvénients	119
Adaptation à la RT 2012	119
Des techniques moins connues	120
Le parpaing en bois massif	120
Le parpaing bois creux	121
Le madrier creux	122
Le colombage	123
Le bois cordé	124

<b>3  Exemples de réalisations</b>	<b>126</b>
De la scierie à la maison à ossature bois	126
Réalisation de la dalle sur plots	127
Élévation des murs du rez-de-chaussée	127
Après la dalle d'étage, montage des pignons	128
Fabrication de la charpente	128
Contreventement de la charpente et finition de la toiture	130
Mise en place du bardage de la façade	130
Finition intérieure	131
Des maisons passives	132
Qu'est-ce qu'une maison passive ?	132
Deux maisons neuves sur le standard passif	133
Un lotissement passif à proximité de Lyon	134
Extensions en bois (horizontale et verticale)	137
Mise à niveau thermique d'un habitat béton à l'aide du bois	138

## Annexes 143

<b>1  Foire aux questions</b>	<b>144</b>
<b>2  Contraintes administratives</b>	<b>152</b>
<b>3  Ressources et bibliographie</b>	<b>153</b>

# Avant-propos

Faire construire une maison n'est pas un acte anodin. C'est généralement le choix d'une mûre réflexion et le départ d'une aventure exceptionnelle. Voir son futur lieu de vie prendre forme progressivement est en effet une expérience unique et riche de sensation, cela d'autant plus lorsqu'on s'y implique, que cela soit au niveau de l'élaboration des plans, du choix des matériaux, des équipements et des finitions. En effet, aujourd'hui, en-dehors des contraintes de budget, il est à peu près possible de répondre aux cahiers des charges les plus complexes en utilisant une vaste gamme de techniques et de matériaux de construction. Parmi ceux-ci figure le bois avec ses multiples modes de construction...

L'utilisation du bois pour construire une maison n'est pas une nouveauté. Si en France, dans les années cinquante, l'avènement du béton a donné naissance à un lobby industriel puissant, occultant quasiment toutes les autres techniques de construction, de nombreux pays ont continué de recourir fortement au bois. C'est notamment le cas des États du Nord de l'Europe et de l'Amérique, avec des différences de consommation de bois par habitant particulièrement éloquentes. Ainsi, quand un Français consomme 0,18 m<sup>3</sup>/an de bois, un Américain atteint 0,44 m<sup>3</sup>/an, un Canadien 0,66 m<sup>3</sup>/an et un Finlandais 1 m<sup>3</sup>. Aujourd'hui, sous l'effet d'un renouveau certain, l'habitat en bois gagne des parts de marché (près de 50 % d'augmentation de part de marché depuis 2001). En 2010, il représentait ainsi en France environ 8 % des maisons individuelles construites, un chiffre qui s'élève à plus de 13 % si l'on prend en compte l'ensemble du secteur du bâtiment (industriel, administration, habitation, rénovation, surélévation, etc.).

## Le sachiez-vous ?

La consommation de bois par habitant est de 0,18 m<sup>3</sup> en France, contre 0,44 m<sup>3</sup> aux États-Unis, 0,66 m<sup>3</sup> au Canada et 1 m<sup>3</sup> en Finlande.

La vague environnementale actuelle n'explique pas, à elle seule, ce retour du matériau bois. Ainsi, au-delà de son aspect écologique indéniable, le bois garantit une liberté architecturale maximale, des performances thermiques optimales, un bien-être étonnant pour les occupants de la construction et, ce qui ne gâche rien, une rapidité de mise en œuvre imbattable.

D'autre part, le Grenelle de l'environnement ayant défini des objectifs ambitieux en termes de performance énergétique pour l'habitat (RT 2012), à compter du 1<sup>er</sup> janvier



En 2013 tous les permis de construire déposés pour des logements neufs devraient être à basse consommation. Une réglementation qui apparaît être taillée sur mesure pour les constructions bois, les mieux à même, avec la technique « briques Monomur », de la respecter.

### Construction basse consommation

Pour une construction neuve, l'expression « basse consommation » fixe un seuil maximal de consommation d'énergie (chauffage, production d'eau chaude, ventilation) de 50 kWh/m<sup>2</sup>.an d'énergie primaire, en tenant compte de tous les usages de la construction. Ce seuil est corrigé en fonction des zones climatiques et de l'altitude où se situe le projet, pour osciller entre 40 kWh/m<sup>2</sup>.an dans le Sud et 65 kWh/m<sup>2</sup>.an dans les régions les plus froides, à comparer aux valeurs actuelles de 80 kWh/m<sup>2</sup>.an et 130 kWh/m<sup>2</sup>.an respectivement.

De même, à l'heure où la lutte contre le réchauffement climatique et les émissions de gaz à effet de serre sont élevées au rang de priorité mondiale, du moins en théorie, l'habitat en bois se distingue de nouveau. En effet, le bois en absorbant du CO<sub>2</sub> (l'un des principaux gaz à effet de serre) lors de sa croissance est un véritable puits à carbone. Ainsi, quand des matériaux comme le béton ou la brique présentent un bilan énergétique et environnemental très discutable (les cimenteries font partie des usines les plus émettrices de CO<sub>2</sub>), le bois, au contraire, en stocke.

### CO<sub>2</sub>

Le CO<sub>2</sub> est l'un des principaux gaz à effet de serre.

Pour toutes ces raisons et bien d'autres encore, comme nous allons le voir dans cet ouvrage, aujourd'hui, la maison en bois est en train de redevenir une référence et une valeur sûre, aussi bien pour les concepteurs et constructeurs qui peuvent répondre dans le moindre détail aux différents besoins et aspirations de leurs clients, que pour les bénéficiaires qui y trouvent un gage de performance et de bien-être indiscutable.

### En bonne place

La forêt française est le troisième espace boisé d'Europe, et le premier pour sa superficie en feuillus.



Avec une superficie en augmentation régulière, la forêt française (troisième espace boisé d'Europe et premier pour sa superficie en feuillus) offre une diversité d'essences impressionnante. La France a tout intérêt à voir le bois prendre une part supérieure du secteur de la construction.



PARTIE 1

# INTRODUCTION



# 1 | En finir avec les idées reçues

Dès lors que l'on s'ouvre de l'intention de faire construire une maison en bois, après les premières réactions amicales souvent positives, dues au capital sympathie du matériau, arrivent rapidement de nombreuses interrogations, pour ne pas dire inquiétudes... aboutissant à comparer la future bâtisse avec la « maison des Trois Petits Cochons » détruite par le puissant souffle du « Grand Méchant Loup » ou l'abri réalisé au fond du jardin, sans précaution spécifique, et qui affiche rapidement le poids des années...

Cette comparaison qui relève de l'inconscient populaire a le mérite de démontrer que malgré la valeur affective que les Français portent au bois, la maison qui en est faite reste un produit de l'imaginaire souffrant d'un déficit d'image et de référent culturel.

## Solidité et longévité

Répartis un peu partout sur la planète et datant de plusieurs siècles, de nombreux bâtiments en bois parfaitement conservés apportent la preuve de la longévité des constructions qui utilisent ce matériau. Néanmoins, pour parvenir à une telle performance, les bois utilisés doivent être judicieusement choisis et mis en œuvre.

### L'exemple japonais

L'exemple de longévité du bois le plus connu est apporté par les temples japonais. Construits en bois, au XIII<sup>e</sup> siècle, ils demeurent dans un état de conservation exemplaire.

En effet, si le bois est un matériau qui résiste naturellement très bien au temps qui passe, notamment en termes de résistance mécanique, il peut être sujet à une dégradation plus ou moins importante et rapide dès lors que les conditions de conception et de mise en œuvre ne sont pas conformes aux règles de l'art. Pour éviter cela, en



Malgré son édification à la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, le temple japonais de Eiheiji ne fait pas partie des édifices en bois les plus anciens (ces derniers remontent au XIII<sup>e</sup> siècle et sont dans un état de conservation exceptionnelle).



France, les professionnels de la construction (architectes, constructeurs, artisans, etc.) sont soumis au respect des DTU qui définissent les règles techniques relatives à la bonne conception et exécution des travaux.

### Les DTU

Les DTU, Documents techniques unifiés, sont accessibles à tous. Ils servent de référence aux professionnels de la construction mais aussi aux experts des assurances et des tribunaux. Voir en fin d'ouvrage la « Ressources diverses ».

Enfin, depuis de très nombreuses générations plusieurs pays continuent d'utiliser massivement le bois dans l'habitat, avec des niveaux de sécurité et de durabilité qui n'ont rien à envier aux constructions « traditionnelles » que l'on connaît en France. Ainsi, aux États-Unis, au Canada et en Scandinavie environ 90 % des maisons individuelles construites chaque année sont en bois, tandis qu'au Japon on en compte plus de 50 %, en Grande-Bretagne plus de 40 %, en Allemagne 30 %, etc. Face à de tels pourcentages dans des pays industriellement et culturellement proches, la performance de la France interroge... Néanmoins, les mentalités évoluent et, en 2007, selon l'étude « Qui va faire les maisons bois de demain ? Scénarios prospectifs » du cabinet Caron Marketing réalisée pour le compte d'Afcobois, l'association française des constructeurs bois, 20 % des ménages accédant à la propriété se disaient prêts à acheter une maison de ce type. Un pourcentage qui se traduit par une très forte évolution du marché dans les régions les plus dynamiques en matière de construction bois. En effet, selon une étude de la Cellule économique régionale du BTP, en 2007, dans les Pays de la Loire 9 % des maisons construites l'auraient été en bois ; un niveau que l'on retrouve également en Bretagne et Poitou-Charentes, des régions voisines.

Au final, à bien y regarder, les inquiétudes en termes de longévité sont plus à mettre au compte des constructions en parpaing ou en brique creuse, apparues au <sup>XX</sup>e siècle, pour lesquelles on manque réellement de recul à l'inverse du bois utilisé depuis des siècles.

## Incendie

Ici encore, l'erreur naît de l'ignorance, car si le bois est un combustible apprécié, il résiste au feu grâce à sa mauvaise conductibilité thermique et à sa teneur en eau, qui lui confèrent une combustion très lente. Contrairement aux idées reçues, c'est donc un matériau doté de l'une des meilleures résistances au feu.

Pour s'en convaincre, il suffit de demander leur avis à des pompiers qui ont eu à intervenir dans les deux types de constructions, « béton » et « bois ». Leurs réponses sont systématiquement identiques : le bois brûle, mais sans émettre de gaz nocifs et, surtout, 10 fois moins vite que le béton et 250 fois moins vite que l'acier. D'autre part, dans un incendie, le bois se consume progressivement, tandis que l'acier se tord et que le béton

projette des particules de ciment. Une performance qui lui vaut d'être utilisé dans la fabrication de portes coupe-feu !

**Tableau récapitulatif la perte de solidité d'une poutre de 3 m, d'une résistance initiale de 500 daN/m, face au feu et en fonction du matériau utilisé.**

	Acier	Béton armé	Bois (sapin)
Après ¼ d'heure	50 daN/m	293 daN/m	325 daN/m
Après ½ d'heure	25 daN/m	45 daN/m	125 daN/m
Après 1 heure	0 daN/m	0 daN/m	0 daN/m

## Insectes et champignons

Matière ligno-cellulosique, le bois contient des éléments nutritifs pour les insectes xylophages et leurs larves, ainsi que pour les champignons lignivores. Toutefois, tous les bois ne sont pas égaux face à ces « indésirables » et aux aléas météorologiques, certaines essences présentent une résistance étonnante (chêne, robinier, châtaignier,



Extension en peuplier thermochauffé (voir partie II, les traitements de préservation), du foyer de l'enfance de Sucy-en-Brie. Exempt de produits chimiques, les bois thermochauffés apportent une durabilité excellente et sans-entretien à toutes les essences. Ils sont particulièrement adaptés aux bardages, le revêtement extérieur des maisons à ossature bois ou de certaines constructions maçonnées.

ainsi que certains bois exotiques). Cependant ces bois sont généralement coûteux, ont un cycle de développement souvent lent et, ne sont donc que très rarement mis en œuvre dans la globalité d'une construction bois. Les professionnels leur préfèrent généralement des essences à développement plus rapide comme le sapin, l'épicéa, le pin sylvestre ou maritime, le douglas, que l'on traite pour préserver des risques d'attaques par les insectes et autres champignons.

Néanmoins, ce risque de « prédation » est essentiellement

lié à l'humidité contenue dans le bois. En effet, comme tous les êtres vivants, les agents destructeurs du bois ont besoin d'eau, d'air et d'une température adéquate pour se développer. En l'absence d'une seule de ses composantes la dégradation est stoppée. Aussi, avant même le choix des essences et l'application d'éventuels traitements (chimiques

ou thermiques), ce sont la conception, la mise en œuvre et l'entretien des constructions qui doivent viser à préserver le bois de toute exposition à une humidité de longue durée. Aujourd'hui, le niveau de performance atteint en termes de résistance aux éventuelles attaques des parasites du bois permet de construire également des maisons en bois dans les zones à termites, soit 54 départements officiellement concernés en France au 1<sup>er</sup> août, sans problème particulier.

## Déforestation

La déforestation dont est victime la planète n'est pas le fait du secteur de la construction en bois. La quête de zones de culture (essentiellement les agrocarburants et les céréales pour l'élevage), de prairies pour le bétail, de bois de chauffe et l'exploitation de ressources minières à ciel ouvert en sont les premiers responsables. Pour éviter d'y contribuer indirectement, le plus simple est de s'assurer d'un approvisionnement en bois locaux ou, à défaut, de bois éco-certifiés (cf. Partie II, Les certifications). Même si elles sont loin d'être parfaites, plusieurs certifications d'exploitation durable des forêts coexistent, les deux principales étant le PEFC et le FSC.



Une zone aussi vaste que la Floride est en train de disparaître dans le Nord-Est du Canada, pour exploiter les immenses gisements de sables bitumeux et obtenir, en fin de compte, du pétrole.

### Les certifications

PEFC : initialement Pan European Forest Certification, le PEFC est devenu Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes pour s'étendre au-delà de l'Europe (Programme pour l'approbation des schémas de certification forestière).

FSC : Forest Stewardship Council (Conseil de Soutien de la Forêt).

Au-delà de ces certifications, la durée de vie d'une maison en bois, correctement construite, est supérieure à la croissance des arbres utilisés pour la construire. Autrement dit, si les arbres coupés, pour sa construction, sont remplacés par des plants d'essences identiques, ces derniers arriveront à maturité tandis que la maison sera encore en bon état. Enfin, en contribuant à une régénération contrôlée des forêts, les constructions en bois participent à la lutte contre le réchauffement climatique en stockant du CO<sub>2</sub>.



La vitalité de la forêt européenne, sa biodiversité et la variété de ses essences en font un patrimoine naturel et économique de grande qualité. Pourtant, c'est une forêt sous-exploitée puisque l'on ne prélève que les deux tiers de la croissance annuelle de bois sur pied (60 % en France). Acheter du bois est donc un acte citoyen qui permet de soutenir l'emploi en milieu rural et... de lutter contre l'effet de serre dès lors que ce matériau provient d'une exploitation forestière durable.

## Entretien

Une maison bois n'a rien à voir avec une paire de volets qu'il faut repeindre régulièrement. Sa structure ne nécessite aucune intervention et, si ses murs sont couverts

d'un bardage, le choix d'une essence naturellement résistante aux intempéries (red cedar, mélèze, douglas...), ou l'application d'un traitement autoclave ou thermique, garantit sa durabilité sans intervention ultérieure. Même dans le cas d'un bardage peint ou lasuré, de nombreux produits de qualité, naturels ou non, sont disponibles sur le marché et offrent une longévité qui permet de se contenter d'une intervention tous les cinq à dix ans. Enfin, lorsque c'est un revêtement maçonné qui recouvre les murs, sa longévité est équivalente à celle des maisons en parpaing ou en brique.



Les façades peintes nécessitent un à quatre entretiens sur une période de trente ans, contrairement à celles réalisées à partir d'une essence naturellement durable ou thermo-traitée.

### Le saviez-vous ?

Le bardage est le revêtement extérieur en bois des maisons, les planches étant placées le plus souvent horizontalement et espacées de quelques centimètres de la structure. Ce type de construction évite la pénétration de l'humidité dans la structure et garantit un séchage rapide de la coque de protection que constitue le bardage via sa ventilation naturelle.

## Coût

Le marché du bâtiment bois connaît une forte croissance depuis 2001 (+ 46 %) à comparer aux 18 % de la filière construction, toutes techniques confondues. Néanmoins, bien que les promoteurs du bois aient aujourd'hui investi toutes les catégories du marché (de l'habitat social au grand luxe, en passant par le bâti professionnel et les extensions), au



niveau des particuliers, la construction bois demeure encore très orientée sur le haut de gamme. Ainsi, en 2005, quand 37 % des maisons individuelles traditionnelles d'architectes se positionnaient dans la catégorie « luxe à grand luxe » (plus de 125 000 €), en bois cette valeur atteignait 75 %. Encore plus révélateur, la catégorie « grand luxe » (plus de 172 000 €) représentait à elle seule 46 % du marché de la construction bois.

Toutefois, la « vague verte » que l'on connaît, la chute des mises en construction, l'optimisation des techniques et l'arrivée de nombreux opérateurs concourent à rendre ce marché de plus en plus concurrentiel. En conséquence, aujourd'hui, l'écart de prix avec le traditionnel est le plus souvent nul, avec un tarif au mètre carré habitable oscillant en moyenne entre 1 100 et 1 600 € TTC selon l'architecture et le niveau de prestation globale.

Malgré une facture de matériaux supérieure, cette équivalence économique finale tient pour l'essentiel aux caractéristiques intrinsèques de la construction en bois. Le bois permet en effet d'obtenir des constructions moins lourdes, nécessitant des fondations moins « volumineuses ». De même, il n'exige aucun temps de séchage. La vitesse d'exécution des chantiers est ainsi réduite par rapport au traditionnel, d'autant que les variations climatiques (notamment le gel) impactent moins sur la vie du chantier. Par conséquent, une planification du chantier bien réfléchie, à laquelle peut s'ajouter un niveau de préfabrication plus ou moins grand, contribue à rendre le budget de réalisation d'une construction bois comparable à celui d'une version maçonnée.

Au final, pour son bénéficiaire, et par rapport à une version traditionnelle, les gains économiques de la réalisation d'une construction bois sont doubles. Le gain de temps global limite la période qui voit le montant d'un loyer se cumuler au début du remboursement du prêt immobilier contracté. Mais c'est surtout à l'utilisation que l'investissement se révèle économiquement intéressant, avec un coût d'usage inférieur quant au chauffage et à l'entretien général de la maison.



À Paris, ce bâtiment comprend six logements sociaux.  
Source : [www.Maison bois - August 2010/actu.maison bois.fr](http://www.Maison bois - August 2010/actu.maison bois.fr)

## 2 | Des avantages multiples

Faute d'une ressource suffisamment abondante, il serait totalement illusoire d'imaginer pouvoir loger l'ensemble de la planète dans des habitats recourant systématiquement à un même matériau de construction. Autrement dit, avec le parpaing béton, la brique, la pierre et la terre, le bois fait partie du catalogue des principaux matériaux dans lequel nous « piochons » les éléments nécessaires à la base de notre habitat. Toutefois, aujourd'hui, ce choix, nous le confions le plus souvent à un interlocuteur spécifique, à qui nous nous en remettons pour définir les grandes lignes de ce qui deviendra notre lieu de résidence pour de nombreuses années, voire plusieurs générations d'individus.

C'est dans ce cadre que dans de nombreux pays, notamment en France où la première usine de ciment au monde a vu le jour en 1846 à Boulogne-sur-Mer, le lobbying cimentier permet d'occulter en grande partie les modes constructifs autres que le béton. Il en résulte qu'aujourd'hui alors que toutes ces autres solutions présentent des intérêts donnés, souvent supérieurs à une construction « traditionnelle » en parpaing béton, elles ne représentent qu'une faible part du marché de la construction, et le bois, malgré ses multiples avantages, illustre parfaitement ce paradoxe.

### Bien-être et qualité de vie

Choisir de vivre dans une maison en bois, c'est faire le choix d'opter pour une qualité de vie étonnante à bien des aspects. La majorité des personnes qui ont eu l'occasion de séjourner dans une maison en bois, au moins 24 heures, se disent généralement très agréablement surpris par l'absence d'effet « mur froid », l'acoustique générale et un sentiment, moins palpable mais au combien agréable, de non-oppression respiratoire, un peu comme s'ils étaient à l'extérieur et non dans un lieu clos (une notion qui ressort d'autant plus lorsqu'elle provient de personnes ayant des difficultés à respirer). Ses vertus, le bois les doit à sa texture.

Matériau naturellement respirant, le bois capte et rejette l'humidité produite par l'activité qui règne dans la maison. Cette capacité de régulation hygrométrique assure à l'habitation, été comme hiver, une atmosphère intérieure saine des plus agréables, ni trop humide ni trop sèche. Alliée à une isolation thermique de qualité, cette régulation

hygrométrie concourt à l'absence de parois froides. Ainsi, à proximité, ou même au contact, d'un mur extérieur, le sentiment de fraîcheur, voire de froid que l'on peut connaître dans une construction classique n'existe pas dans l'habitat en bois. Une caractéristique qui favorise également la qualité de l'air intérieur en évitant tout problème lié aux zones de condensation et d'humidité.

#### Zone de confort

L'humidité ambiante et la température jouent un rôle décisif dans la propagation des micro-organismes, bactéries et autres substances toxiques et/ou allergènes de notre environnement proche. Les qualités isolantes et hygroscopiques du bois créent ce que des chercheurs, de quatre centres de recherche européens, ont récemment dénommé une « zone de confort » qui contribue à assainir l'air ambiant des bâtiments, tout en assurant leur « respiration ».

S'il rend indiscutablement l'habitat plus sain, le bois offre aussi un grand confort acoustique à l'intérieur des bâtiments, ce qui lui vaut d'être fréquemment utilisé dans la construction des auditoriums. Sans parvenir à un tel niveau dans une habitation bois classique, on y constate néanmoins un effet résonance très nettement inférieure à une construction maçonnée, grâce à l'effet absorbant du bois. De même, l'isolation phonique du milieu extérieur se révèle tout aussi excellente, que cela soit dû aux propriétés isolantes du bois ou au surplus d'isolant dont bénéficient généralement ces constructions.

#### Pollution sonore

Ces dernières années, de nombreuses études ont mis en évidence que le bruit est ressenti comme une vraie nuisance. À ce titre, aujourd'hui on n'hésite plus à parler de pollution sonore.

Tous ces avantages cumulés font d'une maison bois une sorte de cocon, véritable milieu feutré et chaleureux, où le bien-être n'est pas un vain mot...

## Le matériau de construction idéal

Sa résistance, sa facilité de mise en œuvre, ses performances thermique et acoustique, son rapport poids/volume confèrent au bois une très bonne place parmi les autres matériaux de construction que l'on connaît. En outre, à encombrement identique sur le terrain, les maisons bois sont souvent près de 10 % plus grandes, leurs murs étant généralement moins épais en raison de leurs qualités thermiques intrinsèques. D'un point de vue environnemental, le bois s'avère être un champion en stockant du CO<sub>2</sub> (en moyenne, selon les essences, une tonne de CO<sub>2</sub> par mètre cube de bois). Enfin, si



Chaine de fabrication du constructeur Oseabois. Ici, l'ossature nue d'un pan de mur en cours de réalisation.





L'ossature bois est une technique particulièrement bien adaptée à la préfabrication de pans de murs entiers en usine. Acheminée sur le chantier par un camion, la maison en « kit » est alors assemblée en l'espace de quelques jours.

l'absence de délai de séchage favorise une construction beaucoup plus rapide, source d'économie, certaines techniques permettent de préfabriquer en usine des pans de mur entiers, conduisant à optimiser davantage « process de fabrication » et « délai de réalisation » sur le chantier.

Ultime atout, à l'heure où la rareté et le prix du foncier, surtout en ville, font du mètre carré habitable une valeur très prisée, la construction bois, en offrant des portées plus grandes et une enveloppe thermiquement plus performante à épaisseur de mur identique, permet de dédier davantage d'espace aux usagers. À emprise au sol égale, le gain varie entre 4 et 6 % de surface habitable supplémentaire, un luxe quand on connaît le tarif du mètre carré dans certaines villes...

## Technologie et réglementation

Le passage des rondins de bois empilés, la technique historiquement la plus répandue, à l'ossature bois qui prédomine outre-Atlantique, sans oublier toutes les autres technologies qui gravitent dans l'univers du bois de construction, ne s'est pas fait du jour au lendemain. Le principal « moteur » d'innovation a tenu à la volonté d'industrialiser la filière pour en améliorer tant la productivité que la qualité des constructions. À ce titre,

des industriels ont confronté leurs bureaux d'études aux professionnels du bois pour mettre au point de nouveaux principes constructifs. C'est ainsi qu'aujourd'hui des pans de mur complets sont fabriqués en série dans des usines avant d'être assemblés sur le chantier, en l'espace de quelques jours. De la même manière, l'outil informatique aidant, les architectes réalisent aujourd'hui de véritables œuvres d'art sous la forme de charpente de très grande portée, comme seul, ou presque, le bois peut le permettre.

Ainsi, depuis la fin du <sup>xx</sup>e siècle, l'alliance du matériau bois, de l'informatique et d'industriels inventifs, rend la construction bois adaptable aux cahiers des charges les plus complexes. Mais, alors qu'ailleurs l'industrialisation des procédés est une source d'uniformisation et de perte de créativité, les qualités du bois ont affranchi les architectes de la rigueur industrielle, conceptuelle et qualitative, leur ouvrant les portes d'une liberté d'expression exceptionnelle.



La technique lamellé-collé permet de s'affranchir des distances en permettant des portées exceptionnelles, sans renforts intermédiaires, que cela soit pour les bâtiments à vocation professionnelle ou pour l'habitat individuel.



Néanmoins, ces évolutions technologiques ne se font pas dans l'anarchie. Comme tous les matériaux de construction, le bois et ses dérivés n'échappent pas aux exigences réglementaires imposées par les DTU, dans le but de garantir le niveau de performances des bâtiments à la réglementation en cours. Il appartient ainsi aux fabricants de démontrer que les caractéristiques de leurs produits répondent à des exigences telles que la résistance mécanique, la résistance au feu, le pouvoir isolant, l'impact environnemental et sanitaire, etc. Menée, sous la responsabilité du Comité européen de normalisation (CEN), cette réglementation vise la fabrication et la mise en œuvre de la plupart des produits à base de bois utilisés dans le bâtiment, et plus particulièrement :

- les éléments de structure en bois massif ou lamellé-collé ;
- les panneaux dérivés du bois (panneaux de lamelles de bois type OSB, panneaux de particules, contreplaqués, etc.) ;
- les revêtements extérieurs (bardages, panneaux bois-ciment, etc.) et intérieurs (lambris, OSB, etc.) ;
- les menuiseries (portes, portes-fenêtres, fenêtres, fenêtres de toit, etc.) ;
- les produits d'assemblage, de traitement et de finition ;
- etc.



Qu'il s'agisse d'éléments horizontaux, comme ici, ou verticaux, le bois est un matériau idéal de par son faible poids et la grande facilité d'adaptation permise.

— Wood Panel CHD.B.

## Une grande liberté architecturale

La souplesse de mise en œuvre et l'aptitude du bois à se marier avec d'autres matériaux sont quasiment inégalables. Ses caractéristiques mécaniques (résistance, souplesse, etc.) ainsi que son rapport poids-résistance facilitent son intégration à un site donné. Il n'est donc pas étonnant qu'aujourd'hui les architectes soient de plus en plus nombreux à l'intégrer, à des degrés divers, dans leurs études. Néanmoins, ce retour du bois dans nos constructions est aussi favorisé par le fait que nous vivons une intense période de « frénésie verte ». De même, la hausse de bâtiments publics et professionnels y recourant, participe à le rendre de crédible aux yeux du plus grand nombre. En effet, il y a peu, la construction en bois était encore quasiment l'apanage des seuls bâtiments haut de gamme, où les qualités du matériau, alliées à la diversité de ses mises en œuvre, facilitent les grands volumes et la libre expression architecturale. La maison en bois s'affranchit ainsi progressivement de l'image persistante du chalet montagnard, tant dans les esprits que sur le terrain. La rupture est également visuelle. L'évolution des techniques aidant, certaines maisons bois ne se distinguent plus de l'extérieur, ni même de l'intérieur, d'une maison maçonnée, tous les styles sont dorénavant possibles, y compris un revêtement extérieur type crépi. Ces

revêtements maçonnés, ajoutés à la diversité des nuances des multiples essences de bois et de matériaux composites, recouverts ou non d'un film protecteur (peinture, etc.), offrent des possibilités de personnalisation illimitées pour l'enveloppe extérieure des bâtiments.

Grâce à cette palette, la maison en bois s'intègre dans tous les styles d'espaces urbains comme ruraux, et elle peut être présente au centre de Paris comme au fin fond des territoires les plus reculés de France.

Les possibilités de traitements de l'intérieur n'ont rien à envier à celles des façades. Matériau noble et chaud, le bois apparent permet de réaliser des intérieurs chaleureux. Néanmoins, ici encore, l'évolution des techniques a rendu possible la pose de revêtements plus « conventionnels », à savoir les plaques de plâtre. Mises en œuvre de la même manière que sur des murs maçonnés, ces techniques ouvrent les constructions bois à l'immense catalogue des revêtements muraux (peinture, carrelage, papier peint, tissu, fausse pierre, etc.), offrant une grande souplesse pour l'habillage/décoration des pièces. Par ailleurs, lors de la construction, l'intégration d'un mur maçonné, par exemple en « vieilles pierres », peut apporter non seulement son cachet esthétique mais aussi une inertie thermique qui fait défaut à des techniques comme l'ossature bois.



La pose de cèdre sur une maison bois ne s'improvise pas, mais effectuée par un professionnel expérimenté, elle ne pose pas de problème particulier.

## Quelques chiffres

À 73 %, les architectes travaillent pour les particuliers. Ils construisent à 64 % en maçonnerie et 36 % en bois. Pour le bois, 49 % de leurs projets sont en ossature bois, 18 % en poteau poutre et 31 % en un mixte maçonnerie-bois. Moins souple et surtout plus typé architecturalement, le madrier ou rondin ne représente que 2 % de leurs projets en bois.



Si les chalets présentent une architecture très typée, ils illustrent aussi parfaitement la durabilité d'une construction en milieu extrême.

*Source : plot.concretywhere.co.uk*

## Le saviez-vous ?

Un mur maçonné dans une construction en bois doit être intégré avec soin pour éviter tout risque de pont thermique, source de gaspillage d'énergie.

L'inertie thermique d'une construction est sa capacité à emmagasiner de la chaleur ou de la fraîcheur et à la conserver dans le temps.



Rien ne distingue cet intérieur de maison à ossature bois de celui d'une construction classique.



L'intérieur des maisons en bois empilé est caractéristique, avec l'omniprésence du bois.

## Solidité et durabilité

Une poutre de 3 mètres de portée, capable de supporter 20 tonnes, pèse 60 kg en résineux, 80 kg en acier et 300 kg en béton armé. Mais au-delà de la résistance mécanique, en matière de construction en bois, c'est la qualité de la conception, le soin apporté à la réalisation et l'intégration dans l'environnement proche qui détermineront la résistance au temps de la bâtisse. Comme nous l'avons vu précédemment, les agents destructeurs ont besoin d'une humidité minimale, d'oxygène et d'une température adéquate pour prospérer et attaquer le bois. L'absence d'une seule de ces conditions stoppe la dégradation, voire l'empêche de survenir. Autrement dit, dans des conditions idéales, on peut affirmer que le matériau bois est pratiquement « éternel » (des éléments en bois, parfaitement intacts, ont été retrouvés dans des tombeaux égyptiens de plus de 3 500 ans...).

Afin d'assurer la durabilité d'une construction en bois, il convient donc de faire la chasse à tous les pièges à eau et d'assurer une ventilation maximale aux parties ne pouvant pas être préservées d'un contact avec l'eau comme les façades, par exemple. En outre, la réalisation de ces zones doit faire appel à des bois naturellement durables comme le



Nombre de bâtisses anciennes ont encore des tuiles en bois comme cette église dont l'intégralité des murs et toitures sont en bois. Ce type de couverture n'a rien à envier, y compris en longévité, à nos tuiles actuelles.





Pour éviter les remontées d'humidité dans le bois, un film d'étanchéité est intercalé entre les pilotis en béton et l'ossature de la dalle d'une future maison.

mélèze, le châtaignier, etc. ou, à défaut, assurer la durabilité du bois par un traitement approprié. Ce souci de préserver le bois doit intervenir dès la phase de construction avec, évidemment, le recours à du bois sec mais aussi en isolant correctement le bâtiment des remontées d'humidité du sol, via les fondations. À ce titre, un film d'étanchéité doit systématiquement être inséré sur les zones de contact entre la construction en bois et les fondations, habituellement en béton.

## Performances thermiques

Quelle que soit la technique retenue, tous les systèmes constructifs à base de bois sont par nature très performants thermiquement, notamment grâce à la faible conductivité de ce matériau.

### Conductivité thermique

La conductivité thermique (coefficient  $\lambda$ ) exprime la quantité de chaleur traversant en 1 seconde 1 mètre de matériau homogène, pour un écart de température de 1°Kelvin entre ses deux faces. Ce coefficient est exprimé en Watt par mètre-Kelvin (W/m.K), plus sa valeur est faible, plus le matériau est isolant.

En effet, la structure cellulaire du bois emprisonne l'air dans de petits volumes, contribuant à en faire un mauvais conducteur thermique, autrement dit, une matière naturellement isolante. Concrètement, le coefficient moyen de conductivité thermique des bois résineux les plus couramment utilisés dans les structures bois des constructions (sapin, épicéa), est de 0,14 W/m.K. En comparaison, le béton est presque douze fois moins isolant ( $\lambda = 1,65$  W/m.K) et la brique pleine environ sept fois moins ( $\lambda = 1$  W/m.K). Toutefois, outre ces valeurs théoriques, il est plus intéressant de comparer la résistance thermique effective de trois murs, de 20 cm d'épaisseur chacun, réalisés respectivement avec une ossature bois remplie de laine de roche de faible densité (20 kg/m<sup>3</sup>), de blocs béton type parpaing, de brique Monomur, pour pouvoir comparer ces solutions constructives.

### Résistance thermique

La résistance thermique  $R$  donne la résistance qu'oppose un matériau au passage de la chaleur ou du froid. Elle dépend de la conductivité thermique et de l'épaisseur de matériau :  $R = e/\lambda$ .



**Résistance thermique d'un mur de 20 cm d'épaisseur selon trois techniques constructives ; plus la valeur est faible, plus le mur est isolant. Le « matériau » le plus isolant est l'air immobile avec  $\lambda = 0,024$ .**

Ossature bois + laine de roche	Parpaing	Brique Monomur
3,88	0,21	1,66

Le résultat est largement en faveur du bois pour un mur de 20 cm, soit l'épaisseur d'un bloc béton traditionnel. Si évidemment, les murs en blocs béton reçoivent systématiquement un doublage isolant, c'est autant de surface habitable perdue par rapport à un mur en ossature bois ou en brique Monomur. Enfin, au-delà des aptitudes isolantes du bois, les constructions qui l'intègrent offrent l'intérêt d'une quasi-absence de ponts thermiques, lesquels représentent jusqu'à 20 % des déperditions d'une maison maçonnée conforme à la RT 2005.

### Ponts thermiques

Les ponts thermiques se concentrent essentiellement aux jonctions dalle/façade, mur porteur/façade et dalle/balcon. Causées plus particulièrement par les éléments de maçonnerie se trouvant à l'intérieur des locaux et qui aboutissent sur les façades, ils occasionnent une surconsommation d'énergie et une baisse du confort (zone de froid et d'humidité).

En conclusion, selon la technique retenue et la région d'implantation, une maison en bois classique consomme entre 50 et 100 kWh/m<sup>2</sup> par an, soit un niveau de performance supérieur à la RT 2005 et le gage d'environ 30 % d'économie de chauffage par rapport à une maison béton.

### Avantages et inconvénients d'une inertie thermique importante

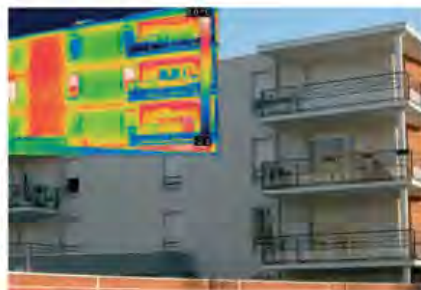
L'inertie thermique d'une construction est liée à sa capacité à accumuler de l'énergie calorifique et à la restituer en un temps plus ou moins long, ce qui se traduit par la présence d'un matériau de forte densité, en son intérieur. C'est notamment le cas des vieilles maisons en pierre que l'on trouve dans de nombreuses régions. Ces bâtiments, à forte inertie thermique, se réchauffent ou se refroidissent très lentement, favorisant le maintien d'une température stable. À l'inverse, les constructions à faible inertie suivent plus rapidement les fluctuations de température. Ainsi, par exemple, dans le cas d'un chauffage à bois, type cheminée, dont la longévité effective fait qu'il est difficile de le maintenir actif toute une nuit, une habitation à faible inertie thermique verra sa température diminuer sensiblement, tandis que son homologue à forte inertie conservera une température plus élevée.



Dans une construction à ossature bois, l'isolation occupe toute l'épaisseur de cette dernière.

### Avantages et inconvénients d'une inertie thermique importante (suite)

Néanmoins, dès lors que l'on dispose d'un système de chauffage constant (géothermie, chauffage central, pompe à chaleur, électricité, etc.), il convient de relativiser l'intérêt d'une forte inertie thermique. Les études menées en la matière montrent en effet que son influence se limite entre 1 et 3 °C, et qu'à ce titre il est légitime de s'interroger pour savoir s'il n'est pas plus intéressant de privilégier les constructions à faible inertie. Bénéficiant d'une forte réactivité thermique, ces dernières se chauffent rapidement en hiver, tandis qu'il est également plus facile d'y faire descendre la température en été.



Toutes les constructions en bois se caractérisent par une quasi-absence de pont thermique. Sur ce bâtiment, les déperditions thermiques apparaissent en rouge sur sa thermographie.

## Des maisons qui respirent

Par définition, une habitation doit avant tout être étanche aux intempéries et aux courants d'air, or, comme nous l'avons vu précédemment, le bois est un matériau respirant. On entend par paroi respirante une enveloppe perméable aux échanges gazeux et plus particulièrement aux excès de vapeur d'eau à l'intérieur du bâtiment. Autrement dit, une maison en bois fonctionne un peu comme une Cocotte-minute, elle capte le surplus d'humidité produit par l'activité qui y règne pour l'expulser à l'extérieur.

### Un régulateur d'humidité

Cette faculté du bois à réguler l'humidité, à l'intérieur d'un espace clos, est de nos jours en partie freinée par la pose d'un frein vapeur sur la face intérieure des murs des constructions en ossature bois. Sans ce film, le passage de l'humidité de l'intérieur de l'habitation vers l'extérieur, au travers des murs, verrait la vapeur d'eau se condenser dans l'isolant et, à court terme, de la moisissure s'y développer.

Le taux d'humidité est ainsi stable, et une simple extraction de l'air des pièces humides (WC, salles d'eau, cuisine) suffit à réguler les apports ponctuels et excessifs d'humidité. Les problèmes qui peuvent apparaître avec une enveloppe trop étanche et un système de ventilation mécanique contrôlée (VMC) inapproprié n'existent pas. De même, les paradoxales ouvertures d'ouïes d'aération sur les fenêtres et autres portes des constructions maçonnées sont inutiles. Ces sources de consommation supplémentaire et de perte de chaleur sont avantageusement remplacées par les capacités de régulation hygrométrique du bois.

Pour illustrer la différence qui existe entre une habitation classique et sa déclinaison en bois, on peut comparer l'enveloppe de cette dernière aux nouveaux tissus respirants mais étanches, type GORE-TEX®. Ces derniers sont étanches sur leur face extérieure mais

laissent s'échapper la vapeur d'eau produite via la transpiration. À l'inverse, les premiers vêtements coupe-vent et pluie, qui sont apparus sur le marché, aussi imperméables à l'extérieur qu'à l'intérieur, en bloquant tout échange gazeux avec l'extérieur, jusqu'au point de faire « baigner » ceux qui les utilisaient dans un cocktail de transpiration et d'odeur peu engageant, représentent bien ce qui se passe dans certaines constructions maçonnées étanches.

## Des projets évolutifs

Le bois est le matériau idéal de l'extension, notamment verticale (ajout d'un étage), y compris sur des maisons maçonnées. Sa souplesse d'adaptation et sa légèreté, par rapport aux autres solutions constructives, font merveille et permettent des ajouts de niveaux sans renforcement des fondations. On peut ainsi commencer par un projet modeste puis l'agrandir au fil du temps par des ajouts de pièces, le tout à des tarifs très raisonnables.



La légèreté du bois est plébiscitée par nombre d'architectes pour l'ajout d'un étage à une maison traditionnelle.

De même, la facilité de déplacement ou d'ajout de cloisons et d'ouvertures fait de ces constructions des modèles d'adaptation à l'évolution des besoins des habitants qui y vivent.

## Rapidité de mise en œuvre

Chantier sec, hormis pour les fondations, la construction bois s'affranchit en grande partie des contraintes de séchage, qui bloquent la construction. De même, le développement de la préfabrication, voire de la conception de modules à assembler comme des LEGO®, réduit considérablement les temps de mise en œuvre sur les chantiers. Ainsi, globalement, on considère que le délai de construction des bâtiments en bois est environ deux à trois fois plus rapide, selon le procédé retenu, que celui d'une solution maçonnée.



## Gage de sécurité

La mise en œuvre du bois impose une grande rigueur conceptuelle. Quand le maçon travaille au centimètre, le constructeur de maisons en bois travaille au millimètre ; une précision source de qualité et de durabilité.

Comme le montrent les statistiques officielles, le risque d'incendie dans les constructions en bois n'est pas plus élevé qu'ailleurs. De plus, comme nous l'avons déjà vu, le bois est plus sécuritaire en cas de feu. Il ne se déforme quasiment pas, tout en ne dégageant pas de fumée toxique. De par sa teneur en eau et sa faible conductivité thermique, il se consume lentement. La couche carbonisée qui se crée en surface ralentit la progression du feu et permet aux parties internes de conserver leur résistance mécanique (cf. En finir avec les idées reçues) plus longtemps qu'une structure en béton armé.

Autre preuve de l'aspect sécuritaire du bois, il est largement utilisé dans les atmosphères agressives, au contact de matériaux corrosifs. On le trouve ainsi régulièrement dans les stations d'épuration, les hangars à sel, etc. Enfin, la légèreté et la souplesse du bois ainsi que l'aptitude de ses assemblages à reprendre leurs formes initiales après des efforts ont fait la preuve de la résistance des bâtiments en bois dans les zones sismiques.

Enfin, la meilleure preuve de la qualité, fiabilité et sécurité du bois est apportée par certaines compagnies d'assurances. En effet, si certaines se montrent peu enclines à assurer des constructions en bois, d'autres, à l'inverse, visiblement mieux informées, accordent de substantielles ristournes aux propriétaires de ce type de construction...



### 3| La maison écologique par excellence

Le bâtiment est le secteur qui a la plus importante empreinte écologique en France. Quand on intègre la construction, l'utilisation et la fin de vie (démolition, recyclage...), il représente :

- 46 % de la consommation d'énergie (la consommation moyenne du parc de résidences principales est de 240 kilowattheures d'énergie primaire par mètre carré et par an) ;
- 23 % des émissions de gaz à effet de serre (ses émissions ont augmenté d'environ 15 % depuis 1990) ;
- 50 % des ressources naturelles consommées ;
- 15 % de la consommation d'eau.

#### Empreinte écologique

L'empreinte écologique des Européens est de 5 hectares, quand elle devrait être inférieure à 1,5 hectare dans le cadre d'un développement soutenable. Elle contribue au déficit de production de la planète face à une demande anthropique qui ne ralentit pas. Aujourd'hui, l'homme consomme près de deux fois plus que la planète ne peut lui fournir durablement...

Un constat qui n'est pas étonnant puisque nous passons environ 90 % de notre temps à l'intérieur d'un bâtiment. Ce secteur constitue donc un levier important pour réduire notre empreinte écologique et parvenir à diviser par quatre nos émissions de gaz à effet de serre d'ici à 2050, avec comme année référence 1990. Dans ce cadre, la conception et la construction de bâtiments consommant beaucoup moins d'énergie sont devenues un objectif majeur, validé lors du Grenelle de l'environnement fin 2007. Si cette évolution est à saluer, force est de constater qu'elle demeure insuffisante en ne prenant pas en compte l'impact environnemental de la construction en elle-même. Or ce dernier est loin d'être neutre, puisqu'en moyenne la production des matériaux nécessaires à la construction d'une maison moyenne conventionnelle a un impact énergétique que l'on estime entre 50 et 100 ans de chauffage et de production d'eau



Notre habitat est extraordinairement énergivore. À lui seul, tout compris (de la construction à la démolition, en passant par l'usage), il représente près de la moitié de l'énergie consommée en France.

chaude (soit entre 700 000 et un million de kilowattheures pour une maison moyenne), selon le type constructif retenu et la localisation du chantier. Pour la prise en compte de ce paramètre, il convient de s'intéresser principalement à l'énergie grise des matériaux de construction. Leur détermination doit donc devenir un critère de choix au même titre que l'isolation et le procédé de chauffage.

### Énergie grise

L'énergie grise évalue la dépense énergétique nécessaire pour fabriquer et distribuer un matériau. Sa détermination prend aussi en compte l'énergie nécessaire à l'extraction des matières premières et à leur convoyage sur le site de transformation, ainsi que le recyclage ou l'élimination du matériau en fin de vie.

Porté par la vague environnementale en cours, le bois répond à nombre de ces contraintes. Naturel et renouvelable, il capte et stocke le  $\text{CO}_2$ , à une énergie grise moyenne, tout en présentant des qualités constructives gage d'un habitat sain. Aussi, lorsque la conception, la mise en œuvre et les essences de l'ouvrage sont adéquates, le bois s'impose dans une optique de « développement durable ». Les déchets de chantier, tout comme les composants d'une construction bois en fin de vie, sont recyclables sous diverses formes, reconstituées ou énergétiques. En effet, la décomposition ou la combustion du bois ne rejette dans l'atmosphère que la quantité exacte de carbone absorbée lors de la croissance.

Matériaux	Conductivité thermique $\lambda$ (W/m.K)	Énergie grise (kWh/m <sup>3</sup> )
<i>Gros œuvre</i>		
Bloc béton type parpaing	0,95	275
Brique Monomur type 3B Bellenberg	0,12	600
Béton cellulaire 450 kg/m <sup>3</sup>	0,12	490
Bois brut, type épicéa ou sapin, section à l'air	0,14	329
<i>Isolants</i>		
Polyuréthane	0,03	1 100
Laine de roche 70 kg/m <sup>3</sup>	0,04	432
Laine de bois 50 kg/m <sup>3</sup>	0,05	58
Petite botte de paille, pose sur le chant	0,045	0
Laine de chanvre 40 kg/m <sup>3</sup>	0,04	48
Ouate de cellulose soufflée 23 kg/m <sup>3</sup>	0,04	50

Matériaux	Conductivité thermique $\lambda$ (W/m.K)	Energie grise (kWh/m <sup>3</sup> )
<i>Cloison, paroi contreventement, etc.</i>		
Plaque de plâtre BA13	0,25	1 452
bermacell	0,36	1 685
Carreau de plâtre	0,32	1 311
Panneau type OSB	0,12	2 359
Panneau contreplaqué	0,1	4 000

## Une matière renouvelable, disponible en quantité

En France, le bois ne représente que 10 % de la valeur des matériaux utilisés dans la construction, quand en Amérique du Nord et en Scandinavie on atteint 35 % ou encore 15 % en Allemagne. Ce relatif désintérêt pour le bois ne doit pourtant rien à un problème de ressource, la superficie forestière française étant en augmentation depuis le début du XIX<sup>e</sup> siècle. En l'espace de deux siècles, la France a vu sa forêt quasiment doubler de surface et l'on peut difficilement dire que le phénomène ralentit lorsque l'on sait que les surfaces boisées, qui occupaient 11 millions d'hectares en 1950, représentent désormais plus de 16 millions d'hectares. De plus, les arbres étant en croissance permanente, le volume de bois s'inscrit également à la hausse. La diversité est également au rendez-vous avec 128 essences de bois différentes, dont les résineux que l'on rencontre le plus fréquemment dans la construction (sapin, épicéa, douglas, pin maritime, pin sylvestre, etc.).

Néanmoins, si la ressource est présente, la topographie des lieux (zones de montagne), le morcellement des propriétaires forestiers et leurs finalités (chasse, loisirs, etc.) font que sur la centaine de millions de mètres cubes de bois produits (plantations et accroissement naturel) en moyenne chaque année, seul un tiers est commercialisé (bois d'œuvre, d'énergie et à papier pour l'essentiel). La marge de progression reste donc importante et cela sans nuire à la forêt, qu'il s'agisse de sa surface ou, dans une moindre mesure, de sa biodiversité. En effet, alors que la forêt s'accroissait, le volume de bois commercialisé a également fortement progressé avec 13 millions de mètres cubes en 1950, 26 millions en 1960 et environ 35 millions depuis le début des années quatre-vingt-dix (hors tempêtes). Un volume qui devrait croître de douze millions de mètres cubes, dès 2012, si les objectifs fixés par le Grenelle de l'environnement sont tenus.

À l'inverse du bois exotique, même provenant de plantation dites « éco-certifiées », qui présente un bilan environnemental et social peu flatteur, le bois produit localement et à un rythme soutenable est aujourd'hui le seul matériau de construction véritablement renouvelable et disponible en quantité. Enfin, et ce n'est pas le moindre de ses avantages, à tous les stades de sa production-transformation, il génère des emplois au niveau local.



### Production à la hausse

Si les objectifs fixés par le Grenelle de l'environnement sont tenus, douze millions de mètres cubes supplémentaires devraient venir s'ajouter à la production nationale chaque année, dès 2012.

## Un piège à carbone

Mis en œuvre dans le bâtiment, le bois est le seul matériau à stocker du  $\text{CO}_2$ , contribuant ainsi à limiter l'accroissement de l'effet de serre. En moyenne, une tonne de  $\text{CO}_2$  sommeille dans chaque mètre cube de bois, tandis que le développement naturel et les plantations permettent de capturer chaque année environ sept millions de tonnes de  $\text{CO}_2$ .



En moyenne, la production d'un mètre cube de bois capte une tonne de  $\text{CO}_2$ .

Comme nous venons de le voir (cf. précédent tableau « Énergie grise »), bien que devancé par le bloc béton, si l'on ne prend pas en compte l'intégralité de la maçonnerie (mur extérieur, isolant, paroi intérieure), le bois est peu énergivore. Et si on y intègre le bénéfice environnemental du stockage de carbone, son bilan s'en trouve encore amélioré pour en faire le matériau de construction qui consomme le moins d'énergie. On estime ainsi que construire une maison en bois revient à neutraliser cinq années d'émissions de  $\text{CO}_2$  de la voiture moyenne des Français, ou encore qu'une augmentation de 1 % de la part de marché du bois de construction générerait l'économie de 350 000 tep (tonnes équivalent pétrole) par an, selon l'Ademe (Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie).

## Une isolation naturelle et adaptée à l'habitat passif

Dans l'habitat, le chauffage représente le poste énergétique le plus important avec, à lui seul, 14 % des émissions totales de gaz à effet de serre françaises et, pour les particuliers, près de 70 % des dépenses énergétiques domestiques. Dans ce cadre, progressivement le niveau d'isolation des constructions est revu à la hausse. Si la



consommation moyenne de l'habitat dans les années soixante-dix était de l'ordre de 300 kWh/m<sup>2</sup>.an, elle s'établit aujourd'hui à environ 180 kWh/m<sup>2</sup>.an, avec des constructions neuves qui oscillent entre 80 et 130 kWh/m<sup>2</sup>.an selon qu'on se trouve au sud ou au nord de l'Hexagone. Avec le passage à l'année 2013 en France, la totalité des nouvelles constructions devra présenter une consommation d'énergie primaire inférieure à 50 kWh/m<sup>2</sup>.an, en conformité avec l'entrée en vigueur de la RT 2012 (Réglementation Thermique 2012). Avec un cahier des charges dit « basse consommation », le seuil maximal de consommation d'énergie (chauffage, production d'eau chaude, ventilation) sera alors ramené, en fonction des zones climatiques et de l'altitude où se situe le projet, à une fourchette oscillant entre 40 et 65 kWh/m<sup>2</sup>.an, soit un niveau d'efficacité énergétique deux fois supérieur à la RT 2005...

Naturellement isolant, le bois est très bien positionné pour répondre à cette évolution. En effet, les constructions bois mises en œuvre actuellement offrent d'ores et déjà un niveau de performance supérieur à la RT 2005. Face aux promoteurs des solutions traditionnelles, exception faite des professionnels utilisant des briques Monomur également très performantes en la matière, le saut technologique à franchir par les constructeurs en bois sera donc moindre. Pour tous, la recette pour y parvenir repose sur un travail spécifique concernant au minimum l'enveloppe du bâtiment et plus particulièrement son isolation thermique et son étanchéité. Or, qui dit isolation plus performante, dit murs plus épais avec davantage d'isolant. Avec le bénéfice de parois extérieures naturellement isolantes, l'isolation d'une maison bois permet ainsi, à performances identiques, des épaisseurs de murs raisonnables et, donc, à surface identique, un espace habitable plus important. En revanche, au niveau étanchéité, un soin plus grand doit être apporté lors de la construction, particulièrement aux raccords entre les différents panneaux, aux joints entre les lés du frein-vapeur, aux passages des gaines, etc.

### Dates d'application de la RT 2012

La Réglementation Thermique 2012 s'applique à tous les permis de construire déposés à compter du :

• 28 octobre 2011

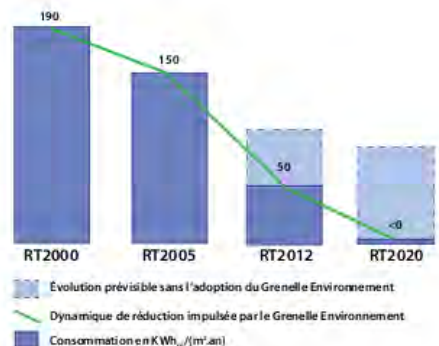
- Pour les logements (maisons individuelles, immeubles collectifs, foyers de jeunes travailleurs et cités universitaires) situés en zone ANRU (Agence Nationale pour la Rénovation Urbaine)

- Pour les bureaux, les bâtiments d'enseignement et les établissements d'accueil de la petite enfance

• 1<sup>er</sup> janvier 2013

- Pour les bâtiments à usage d'habitation situés en dehors des périmètres de rénovation urbaine.

Pour les autres bâtiments tertiaires, la RT 2012 entrera en vigueur un an après la publication des arrêtés spécifiques (vraisemblablement courant 2013).



## Un recyclage aisé en fin de vie

En fin de vie, lorsqu'une construction en bois doit être démolie ou transformée, sa valorisation est plus aisée que celle d'une bâtisse maçonnée. Ses composants sont plus facilement démontables et séparables en vue de leur recyclage. Bien qu'ils puissent souvent être directement réutilisés, les caractéristiques du bois ne variant quasiment pas dans le temps, les éléments en bois peuvent aussi être valorisés sous forme d'énergie dans une chaufferie, ou intégrer une filière de transformation du bois pour devenir, par exemple, des poutres en lamellé-collé, des panneaux d'aggloméré, etc.

PARTIE 2

# CHOISIR LE BOIS



# 1 | De la forêt à la maison

Environ un tiers du bois utilisé en France dans le secteur de la construction est d'origine étrangère. Ce « déficit » de bois français, essentiellement au profit de bois du nord de l'Europe, est dû à de multiples raisons tant qualitatives qu'économiques. Une même essence, cultivée dans des conditions et des lieux distincts, puis coupée et préparée selon des procédés différents donnera un bois dont les caractéristiques ne seront pas identiques. C'est ainsi que les forêts du nord de l'Europe produisent des arbres au bois unanimement reconnu pour sa résistance mécanique ("serré" avec des cernes plus fins, en raison d'un climat plus rude, et d'un développement plus lent). Exploitées de façon industrielle, ces forêts sont de véritables champs d'arbres (un peu comme la forêt landaise en France), pauvres en biodiversité. Toutefois, l'homogénéité des essences cultivées, les pratiques culturales et les techniques de transformation et de conditionnement sont optimisées pour proposer un matériau de qualité à un tarif comparable à sa version locale dans l'ensemble des pays occidentaux, ceci malgré le coût du transport.

## Privilégier le bois d'origine française ?

À l'heure du développement durable, la logique voudrait que l'on privilégie un approvisionnement local. Pourtant les professionnels privilégient ouvertement les bois d'Europe du Nord, voire de Russie malgré leur provenance incertaine, pour la construction. Or, aujourd'hui, si le débat est réel parmi les forestiers hexagonaux pour s'orienter, ou non, vers une meilleure sélection génétique des essences et une sylviculture adaptée afin de produire des bois à cernes fins, le bois actuel n'est pas dénué de qualité. Tendre, peu dense, à cernes épais, cette production résineuse offre néanmoins l'avantage de présenter, par rapport à ses concurrents nordiques, un retrait moindre et un coefficient d'isolation et de masse thermique supérieur. Autrement dit, si on préfère du bois du nord de l'Europe pour une maison à ossature bois, où la résistance mécanique est primordiale, pour une construction en bois massif enplé, où l'on recherche, à l'inverse, un bois isolant et au faible coefficient de retrait, du bois d'origine française sera parfaitement adapté...

## Qu'est-ce que le bois ?

Cette question peut surprendre, mais il n'est pas inintéressant de faire un point sur ce qu'est le bois avant qu'il ne devienne un matériau de construction, ne serait-ce que pour mieux comprendre ses multiples possibilités d'utilisation et appréhender l'incroyable diversité de son catalogue d'essences aux intérêts constructifs forts variés.



## Origines et caractéristiques principales

Avant de devenir un matériau naturel rigide, résistant, isolant et énergétique, le bois assure la conduction de la sève brute des plantes ligneuses. Il se développe chaque année par couches successives, pour former le tronc et les branches, en assurant aux arbres une résistance plus ou moins grande face aux aléas météorologiques que sont les températures extrêmes, les vents forts, etc. En conséquence, élaboré par un organisme vivant

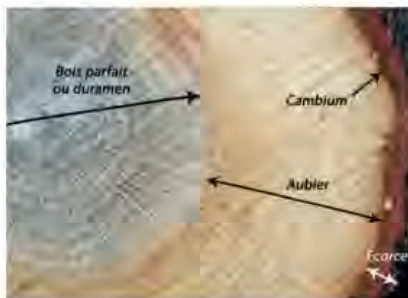
au milieu d'un écosystème soumis aux variations saisonnières, le bois voit l'épaisseur de son aubier, de ses cernes annuels d'accroissement, mais aussi sa densité et son homogénéité être le reflet de ses conditions de développement. Ainsi, la nature et la forme différentes des cellules qui le composent font que sa structure est hétérogène, impliquant de fait des caractéristiques mécaniques variables (résistance, souplesse, dureté, etc.). De même, l'orientation de sa structure cellulaire fait que la résistance d'une planche ne sera pas la même si le constructeur la fait travailler radialement ou axialement. Ainsi, quand on travaille avec le bois, il est important d'avoir en tête ces différents paramètres, tout en sachant que rien n'est figé. En effet, les caractéristiques, du bois le plus sec, restent celles d'un matériau naturel susceptible, notamment, de perdre de l'humidité ou d'en capter dans l'air ambiant, et donc de varier dimensionnellement.

En résumé, matériau aux caractéristiques variables, le bois se distingue par une grande diversité et par son caractère « vivant », en partie non maîtrisé, à l'inverse de la brique, de l'ardoise, du béton, de l'acier, etc. Il convient, à ce titre, de prendre des précautions simples mais indispensables quand on l'utilise (bois sec, construction préservée de l'humidité, etc.), pour prévenir tout désagrément.

Néanmoins, malgré ce portrait, qui peut paraître inquiétant dans nos sociétés où chaque détail se doit d'être contrôlé, le bilan avantages/inconvénients du matériau bois est indéniablement positif, d'autant que certaines qualités sont communes à toutes les sortes de bois. On citera, par exemple, son rapport poids/résistance mécanique imbattable, sa relative souplesse, sa facilité de mise en œuvre, son caractère isolant, son aptitude à « respirer », sa séquestration de  $\text{CO}_2$ , etc.

## L'aubier et le bois parfait

L'aubier, ou les couches successives de vaisseaux, se forme sous le cambium et représente le bois physiologiquement actif. En l'espace de quelques années, de nouveaux cercles de croissance viennent remplacer ces vaisseaux transporteurs de sève qui se



Comme son nom le laisse entendre, le duramen, ou bois parfait, constitue la partie la plus intéressante pour les professionnels du bois.

bouchent et s'imprègnent progressivement de différentes substances, telle la résine. L'aubier se transforme ainsi en bois parfait, ou duramen. Sa résistance aux différentes attaques (humidité, champignons, etc.) est alors optimale, alors que celle de l'aubier est généralement nulle. Pour cette raison, le bois de construction ne devrait idéalement jamais comporter d'aubier.

Selon les essences, la résistance, la dureté et la porosité du duramen sont plus ou moins grandes. Lorsque la durabilité naturelle est insuffisante par rapport aux risques encourus, seule l'application d'un traitement de préservation (chimique ou thermique) peut assurer la protection nécessaire. Une technique d'autant plus facile que les bois les moins denses et durs sont les plus facilement imprégnables.

Type de bois	Densité	Dureté	Essences types
Très lourds et très durs	0,85	9	Azobé, ipé...
Lourds et durs	0,7 à 0,85	5 à 9	Charme, certains chênes...
Moyennement lourds et moyennement durs	0,58 à 0,7	2,5 à 5	Frêne, châtaignier, chênes, pins...
Légers et tendres	0,45 à 0,55	1,25 à 2,5	Douglas, épicéa, sapin, certains pins...
Très légers et très tendres	0,45	1,25	Wéed cedar, sequoia, peuplier...

Globalement, les essences à la croissance la plus rapide produisent les cernes de croissance les plus larges et forment un bois plus léger et poreux. Plusieurs résineux font partie de cette catégorie, dont les essences les plus sollicitées dans la construction. À l'opposé, les feuillus tels que le chêne ou le châtaignier produisent un bois plus "noble", plus lourd et plus dur, mais qui demande beaucoup plus d'années avant de pouvoir être récolté.

#### Indice de dureté

La dureté des bois est exprimée avec l'indice Chalais-Meudon. C'est le principal critère de sélection d'une essence de parquet et d'escalier.

## Les classes d'emploi

Il est indispensable de choisir des essences d'arbres naturellement durables pour l'utilisation prévue et de respecter les règles de mise en œuvre correspondantes. Néanmoins, ne serait-ce que pour des raisons économiques, il est possible de choisir un bois non adapté à un usage donné dès lors que l'on recourt à un traitement pour augmenter sensiblement sa durée de vie.

Cinq classes d'emploi déterminent la situation du bois en service et l'évaluation des risques d'altération biologique. Elles permettent de choisir l'essence, naturelle ou traitée, à utiliser en fonction du service attendu.

### Définition des classes d'emploi pour les risques d'attaques biologiques

Classes d'emploi	Situation générale en service	Exposition à l'humidité	Risques biologiques	Humidité du bois en service	Exemples d'emplois
1	Bois situé à l'intérieur, à l'abri total des intempéries	Aucune	Insectes et termites	Toujours inférieure à 20 %	Escaliers, parquets, portes, etc.
2	Hors du contact du sol et protégé des intempéries, mais dans une zone où l'humidité ambiante peut être importante	Temporaire	Champignons de surface, insectes et termites	Occasionnellement supérieure à 20 %	Charpentes, ossatures, etc.
3	Bois en extérieur, sans contact avec le sol	Alternances humidité/sécheresse, sans stagnation d'eau	Pourriture, insectes et termites	Fréquemment supérieure à 20 %	Bardages, fenêtres, etc.
4	En contact permanent avec le sol ou de l'eau douce	Permanente	Pourriture, insectes et termites	Supérieure à 20 % en permanence	Riquets de clôtures, terrasses, etc.
5	Dans l'eau salée	Permanente	Pourriture, insectes et térébrants marins	Supérieure à 20 % en permanence	Jetées, pontons, etc.

## Le bois et l'eau

Au moment de l'abattage, l'arbre contient une forte proportion d'humidité (entre 50 et 100 % comme dans le cas de certains peupliers). L'arbre abattu, le bois va progressivement perdre la majeure partie de cette eau par évaporation, sans subir de retrait ou de déformation. Cette phase, dite de ressuyage, passée, le bois ne contient plus que l'eau qui imprègne les membranes de ses cellules, soit environ 30 % quel que soit l'essence. Le séchage de cette eau entraîne des phénomènes de retrait et de déformation plus ou moins importants, dépendant du sens dans lequel ont été débitées les planches, de l'essence et de l'importance du séchage supplémentaire.

Cette sensibilité à l'humidité conditionne le taux de séchage des bois à mettre en œuvre selon qu'ils seront utilisés à l'extérieur ou à l'intérieur. Ainsi, un bois installé à l'extérieur (bardages, fenêtres, volets, etc.) se situera environ à 13 % d'humidité en été et à 19 % en hiver. Pour que l'ouvrage



Ce type de séchoir traditionnel permet de gagner du temps en raccourcissant considérablement le temps de séchage tout en payant à un taux d'humidité plus faible.



“travaille” (se déforme) le moins possible, on met en œuvre des bois dont l’humidité est environ au milieu de la fourchette de variation potentielle, soit approximativement à 16 %. À l’intérieur, le problème de la stabilité est similaire, avec en été une humidité du bois voisine de 12 à 13 % pour atteindre en hiver environ 7 % (pour une maison correctement ventilée et chauffée). Ainsi, l’humidité moyenne des bois intérieurs (escaliers, lambris, portes, etc.) doit donc être d’environ 10 %.

## Certifications et compagnie...

La certification forestière trouve ses racines dans le concept de développement durable. C’est un processus volontaire d’audit qui vise à démontrer que les exploitations forestières qui l’adoptent gèrent les forêts et utilisent leurs ressources de façon durable. Si historiquement, seules les forêts tropicales étaient concernées, aujourd’hui, plusieurs éco-certifications sont appliquées. Toutes mettent en avant, dans leur discours commercial, le principe de la traçabilité pour attester leurs pratiques durables, mais seuls le PEFC et le FSC semblent relativement recommandables.

### Le PEFC



Principale certification forestière à travers le monde, le PEFC, ou Programme for the Endorsement of Forest Certification schemes (Programme de reconnaissance des certifications forestières), a vu le jour en 1998. Mis en place par les propriétaires forestiers européens, considérant le FSC comme trop contraignant et peu adapté à leurs petites exploitations, sa vocation est de promouvoir des pratiques forestières durables.

En théorie, le PEFC garantit que chaque exploitation forestière certifiée est gérée selon les règles établies par les professionnels et les usagers, néanmoins cette certification est accordée sur la base d’un simple engagement. De même, dans plusieurs pays, le PEFC n’est pas un système certification en tant que tel, mais plutôt une manière de parvenir à des standards minimaux d’aménagement forestier durable. Ainsi, il suffit qu’un propriétaire privé adhère à une charte régionale de bonne gestion forestière pour bénéficier des avantages qu’octroie le PEFC. En effet, cette “certification” repose sur le principe de la confiance et, à ce titre, ne comporte ni audit initial ni audit de suivi. Même si chaque exploitant adhèrent s’expose à être audité de façon imprévisible, seuls des audits aléatoires sont pour l’essentiel réalisés sur quelques propriétaires faisant office d’échantillon représentatif.

Autre point discutable du PEFC, même s’il figure sur un produit, il ne garantit pas le recours à des bois 100 % certifiés. Il suffit qu’au moins 70 % du bois provienne de forêts certifiées PEFC, pour que le logo puisse être apposé sur un produit.

Pour ces différentes raisons, contrairement à la certification FSC, le PEFC n’est aujourd’hui soutenu par aucune ONG environnementale internationale (en France, ce



label reçoit toutefois le soutien de la fédération des associations de protection de l'environnement France Nature Environnement – FNE). Cette absence de soutien au niveau international est d'autant plus justifiée, que le PEFC est particulièrement controversé dans de nombreux pays, y compris occidentaux, avec l'exploitation de forêts primaires comme dans le nord de l'Europe, en Russie ou au Canada. Toutefois, malgré plusieurs scandales de "gestion forestière durable" pour le moins douteuse, comme en Tasmanie, où des forêts primaires (jamais exploitées ou influencées par l'homme) sont exploitées en d'immenses coupes rases puis brûlées au napalm pour faciliter la régénération, aucun certificat n'a été enlevé depuis la création du PEFC.

### Les critères de base du PEFC

Le système PEFC a vocation à répondre au principe du développement durable. Il a ainsi fait sien les six critères définis lors de la seconde conférence ministérielle Paneuropéenne pour la protection des forêts en Europe :

Critère 1 : Conservation et amélioration appropriée des ressources forestières et leur contribution aux cycles globaux du carbone.

Critère 2 : Maintien de la santé et de la vitalité des écosystèmes forestiers.

Critère 3 : Maintien et encouragement des fonctions de production des forêts (bois et autres produits).

Critère 4 : Maintien, conservation et amélioration appropriée de la diversité biologique dans les écosystèmes forestiers.

Critère 5 : Maintien et amélioration appropriée des fonctions de protection par la gestion des forêts (particulièrement sols et eaux).

Critère 6 : Maintien des autres fonctions socio-économiques.

## Le FSC



Le Forest Stewardship Council (FSC), ou Conseil de bonne gestion forestière, a été créé en 1993. Institué, à l'origine, pour protéger les zones forestières des pays en voie de développement, où les législations et préoccupations sociales et environnementales étaient quasiment inexistantes, le FSC a aujourd'hui très largement dépassé ces frontières.

Deuxième certification, après le PEFC, elle repose sur dix principes et ne connaît théoriquement pas plusieurs écritures. Ses fondamentaux sont au nombre de trois avec une gestion forestière socialement, écologiquement et économiquement responsable.

À l'inverse du PEFC, son mode de certification ne repose pas sur un simple engagement. L'exploitant forestier intéressé subit un pré-audit, lequel conditionne sa demande de certification. Si celle-ci est acceptée, elle débouche sur un audit complet, dont l'analyse permet, ou non, au forestier de bénéficier de la certification FSC. Après cette phase, un suivi et un contrôle annuel sont effectués et, si nécessaire, des mesures correctives sont mises en place.

En outre, le FSC bénéficie du crédit du WWF, partie prenante de l'organisation, ainsi que de Greenpeace notamment. Malgré cela, cette certification n'est pas exempte de problèmes ni de failles. En Amazonie, en Thaïlande, au Congo, etc. d'importants dysfonctionnements sont apparus. Par ailleurs, la certification FSC peut-être accordée

à des bois provenant de vastes monocultures, tandis qu'une appellation "FSC Source mixte" permet, depuis quelques années, de commercialiser un produit comportant au minimum 10 % de bois FSC, dès lors que le reste du bois provient d'une source contrôlée par l'entreprise elle-même...

Cela dit, aujourd'hui, le FSC est de loin la certification forestière internationale la plus stricte d'un point de vue environnemental et social.

### Les dix principes du FSC

#### Principe 1 : Respect des lois et des principes du FSC

La gestion forestière doit se conformer à toutes les lois en vigueur dans le pays où elle est menée ainsi qu'à tous les traités internationaux dont ce pays est signataire. Elle sera de même conforme aux "Principes et Critères" du FSC.

#### Principe 2 : Propriété foncière, droits d'usage et responsabilités

La propriété foncière et les droits d'usage à long terme des ressources forestières doivent être clairement définis, documentés et légalement établis.

#### Principe 3 : Droits des peuples indigènes

Les droits légaux et coutumiers des peuples indigènes à la propriété, à l'usage et à la gestion de leurs terrains, territoires et ressources doivent être reconnus et respectés.

#### Principe 4 : Relations communautaires et droits des travailleurs

Les opérations de gestion forestière doivent maintenir ou améliorer le bien-être social et économique à long terme des travailleurs forestiers et des communautés locales.

#### Principe 5 : Prestations de la forêt

Les opérations de gestion forestière doivent encourager l'utilisation efficace des multiples produits et services de la forêt pour en garantir la viabilité économique ainsi qu'une large variété de prestations environnementales et sociales.

#### Principe 6 : Impact environnemental

L'aménagement forestier doit maintenir la diversité biologique et les valeurs qui y sont associées, les ressources hydriques, les sols, ainsi que les paysages et les écosystèmes fragiles et uniques, de manière à assurer la conservation des fonctions écologiques et l'intégrité de la forêt.

#### Principe 7 : Plan de gestion

Un plan de gestion, en relation avec l'échelle et l'intensité de l'exploitation, doit être écrit, appliqué et mis à jour. Les objectifs à long terme de la gestion et les moyens d'y parvenir doivent être clairement indiqués.

#### Principe 8 : Suivi et évaluation

Un suivi, en relation avec l'échelle et l'intensité de l'exploitation forestière, doit être conduit pour évaluer la condition de la forêt, les rendements des produits forestiers, la filière du bois, les opérations de gestion et leurs impacts sociaux et environnementaux.

#### Principe 9 : Conservation des forêts avec une haute valeur de conservation

Les activités de gestion des forêts avec une haute valeur de conservation devront conserver ou augmenter les attributs qui les caractérisent. Les décisions sur les forêts avec une haute valeur de conservation seront toujours considérées dans le contexte d'un principe de précaution.

#### Principe 10 : Plantations

Les plantations doivent être planifiées et aménagées en conformité avec les Principes et Critères 1 - 9, et le Principe 10 avec son critère correspondant. Même si les plantations sont capables d'offrir une variété de prestations sociales et économiques et contribuent à satisfaire les besoins mondiaux en produits forestiers, elles devraient être un complément de la gestion des forêts naturelles, réduire les pressions sur celles-ci et promouvoir leur restauration et leur conservation.

## Le bois AOC

Jusqu'alors, les AOC (Appellation d'origine contrôlée) ne référençaient aucun bois. Aujourd'hui, deux démarches sont en cours en France, l'une en Rhône-Alpes, avec le bois de Chartreuse et l'autre dans le Jura. Dans les deux cas, il s'agit de valoriser une spécificité du bois produit (comme une résistance mécanique au-dessus de la moyenne, en Chartreuse), ou encore un savoir-faire.

## Une transformation maîtrisée

Avant que la planche n'arrive entre les mains du constructeur, de nombreuses étapes se succèdent afin que l'arbre passe au stade de morceau de bois. Végétal vivant au départ, le bois devient un matériau sensible à son environnement final. Un environnement d'utilisation, par définition, impossible à contrôler, et pour lequel il convient donc d'adapter, de transformer et de préserver le bois.

## Sciage et séchage

Dès leur sortie de la forêt, les troncs (ou grumes pour les professionnels) arrivent en scierie et y sont immédiatement triés avant d'être placés sur une aire de stockage. Là, les grumes sont arrosées afin que leur taux d'humidité se maintienne au maximum pour empêcher le développement des champignons et autres attaques d'insectes. Vient ensuite l'étape de la transformation qui consiste à découper une grume pour en faire des planches à faces parallèles.

Cette étape achevée, la phase de séchage peut commencer. Comme nous l'avons vu précédemment, jusqu'à environ 30 %, la première partie du séchage n'entraîne pas de déformation du bois. En revanche, afin d'éviter le plus possible les risques de travail du bois après sa mise en œuvre, le séchage doit être mené jusqu'au taux d'hygrométrie correspondant à son usage à venir (de 15 à 16 % pour du bois d'œuvre, et environ 10 % pour un bois à usage intérieur).

Deux techniques de séchage sont pratiquées. La plus ancienne est naturelle : le bois est stocké sous abri, en piles bien ventilées par l'intermédiaire de liteaux intercalaires entre chaque planche. À notre époque d'optimisation à tout va, cette technique présente l'inconvénient de s'étaler sur plusieurs mois et ne permet pas d'atteindre les taux d'humidité nécessaires à la réalisation de parquets, de lamellé-collé, etc. De plus, elle représente une immobilisation financière importante pour la scierie. C'est pourquoi cette méthode tend à disparaître au profit du séchage artificiel, lequel est mené dans des cellules de séchage à plus ou moins haute température et avec un taux d'humidité ambiant parfaitement contrôlé. La durée dépend de l'essence et de l'épaisseur des planches à sécher, sachant que pour passer de 50 % à 12 % d'humidité des planches de 27 mm d'épaisseur, il faut environ vingt jours pour du chêne et seulement trois jours pour du sapin.





Les scieries sont généralement installées à proximité des sites de production. Les troncs y arrivent entiers, avant d'en sortir en planches, sèches ou non. Ici le séchage se fait à l'air libre, les moiroux sont sautés pour prévenir les déformations et faciliter les manipulations.

## Les traitements de préservation

Comme pour tout matériau, lorsque l'on utilise du bois il convient de prendre en compte sa pérennité au regard de la fonction à remplir. Si le bois peut être choisi en raison de sa durabilité naturelle, un traitement peut aussi lui être appliqué pour lui apporter une longévité cohérente avec l'usage qui en prévu. La majorité des traitements visent logiquement l'humidité, principal ennemi du bois, qui favorise la survenue et l'action des insectes prédateurs et des champignons. Appliqués en surface ou à cœur, ces traitements sont indispensables aux essences dont la durabilité naturelle est insuffisante pour l'usage auquel elles sont destinées.

### Par trempage

Pour résister à des expositions temporaires à l'humidité (classe d'emploi 2), les bois passent quelques minutes dans des bacs contenant une solution chimique visant à former une barrière superficielle. Suit une phase de ressuyage à l'air libre pour que le bois retrouve son taux d'humidité initial. La protection n'affectant que la surface, les bois ne doivent pas être usinés ultérieurement.

### Par autoclave

Dans le cas de contraintes élevées (bardage, dalle de terrasse, piquet de clôture, etc.), soit pour les classes d'emploi 3 ou 4, le recours au procédé autoclave permet de faire pénétrer davantage le traitement. Mis sous vide pour chasser l'air emprisonné dans ses cellules, le bois devient perméable aux produits de traitements aqueux, lesquels, dans une deuxième phase, se retrouvent littéralement injectés sous pression durant une période plus ou moins longue selon la perméabilité de l'essence traitée. Le traitement



se termine par une étape de séchage pour revenir au taux d'humidité initial. Ce procédé permet d'obtenir une durabilité supérieure à vingt ans.

### Arsenic et compagnie...

Jusqu'à il y a peu, les produits de traitement les plus couramment utilisés en autoclave étaient à base de métaux lourds et plus particulièrement d'arsenic. Après plusieurs scandales sanitaires (notamment en Amérique du Nord, impliquant de jeunes enfants fréquentant des aires de jeux en bois traité...), ces substances ont été remplacées par des molécules moins nocives.



### Par traitement thermique

Parallèlement aux procédés précédents, des techniques alternatives, sans apport de chimie, se développent depuis quelques années, avec l'objectif de réduire au minimum l'impact environnemental et sanitaire tout en gardant une qualité de protection équivalente, voire supérieure (classes d'emploi 3 et 4). Deux techniques, originaires de France, sont ainsi déjà proposées dans de nombreux pays, visant à faire passer le bois du stade hydrophile (qui absorbe ou retient l'eau) à celui d'hydrophobe (qui la repousse).

La première tient à un traitement thermique du bois. Les anciens des campagnes le savaient, le bois brûlé superficiellement résiste mieux à l'humidité. C'est ainsi qu'on brûlait, et que l'on brûle encore en certains lieux, superficiellement la partie enterrée des piquets de clôture. Aujourd'hui, ce principe est repris par de nombreuses structures avec des variantes de température (entre 160 et 270 °C), d'atmosphère, de refroidissement, de temps et d'appellation. Ainsi, que l'on parle de Rétification®, de BMT® (Bois modifié thermiquement), de Thermowood®, de Perdure®, de Plato®, de Stabilprocess®, de Mékitek®, il s'agit systématiquement d'un procédé de transformation du bois sous une atmosphère à haute température contrôlée, pauvre en oxygène (azote, vapeur d'eau et gaz de combustion).

Grâce à ce procédé, la structure interne du bois est profondément modifiée, on pourrait presque dire fossilisée, et perd plus de la moitié de sa capacité d'absorption d'eau. Esthétiquement, le bois prend une jolie teinte brune, proche du caramel, qu'il perd progressivement lorsqu'il est soumis aux intempéries et au soleil, sans que cela ne modifie ses propriétés. De plus, ce traitement thermique confère au bois traité une stabilité dimensionnelle plus importante, une augmentation de sa résistance aux prédateurs biologiques (champignons, insectes, sauf les termites), des propriétés isolantes thermiquement encore supérieures, une meilleure dureté (uniquement pour les bois traités à très haute température)... Mais, en cas de contact prolongé avec le sol, le bois se dégrade plus rapidement, grisaille plus vite et voit ses propriétés mécaniques amoindries en ce qui concerne la flexion, l'écrasement radial et la résistance aux chocs,

raison pour laquelle il est davantage utilisé en bardage. Fabriqués à une échelle plus réduite que les bois « autoclave chimiques », ces bois « thermiques » sont de 15 à 20 % plus chers. Enfin, à l'inverse des bois « autoclave » gavés de substances chimiques, ces bois modifiés thermiquement sont complètement recyclables en fin de vie.



Four pour production de Bois Modifié Thermiquement avec devant une pile de bois à traiter (à gauche sur la photo) et une déjà traitée.

De même que les traitements autoclave, à de rares exceptions, ces traitements thermiques ne sont au point depuis plusieurs années que pour certains bois, à savoir l'épicéa, le sapin, le pin maritime, le douglas, le pin sylvestre, soit les essences les plus fréquemment utilisées dans la construction.

### Les bois modifiés par traitement thermique, des bois écolo ?

Un constat revient souvent dans certains discours : « ces bois ne seraient pas écologiques à cause de la dépense énergétique qu'ils représentent lors du traitement de chauffe ». Des études de l'Ademe permettent d'évaluer la quantité d'énergie consommée pour produire 1 kg de bois modifié thermiquement, en moyenne, selon les essences et les procédés.

Si l'on prend comme référence le bois scié et séché qui représente une dépense énergétique de 1,5 MJ/kg (1 mégajoule correspond à environ 1/4 d'heure de fonctionnement d'un radiateur électrique de 1 000 W), les bois modifiés thermiquement, sciés et séchés se positionnent dans une fourchette oscillant entre 3,3 et 3,8 MJ/kg. Une évaluation certes plus de deux fois supérieure au bois classique, mais comportant une valeur ajoutée qui permet d'éviter tout entretien (pour peu que l'on accepte le grisaillement du bois) et substance chimique. De plus, en comparaison avec d'autres matériaux à base de bois, le bilan est meilleur : le panneau de particules atteint 4 MJ/kg, tandis que le contreplaqué s'élève à 7 MJ/kg. Et face à d'autres matériaux qui tentent de prendre une place sur le marché du bardage, la différence est encore plus importante, le PVC extrudé représentant 41 MJ/kg et l'aluminium détenant le « record » avec 74 MJ/kg.

### Modification par des huiles chauffées

Deuxième procédé alternatif, le traitement par des huiles végétales chauffées a été validé par le CNRS (Centre national de recherche scientifique) et le Cirad (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement.) avant d'être développé industriellement par la société Oléobois à partir de 2002. Aujourd'hui, comme pour les bois modifiés thermiquement, plusieurs procédés sont mis en œuvre, dont un système dit « bi-oléothermie » qui consiste à plonger le bois dans deux bains d'huile successifs à des températures différentes. Ce traitement s'applique aux bois verts ou humides.

Le recours au chauffage du(es) bain(s) d'huile permet de faciliter la pénétration du bois par l'huile (lin, colza, etc.), avec l'objectif de le rendre hydrophobe et donc durable

au regard des classes d'emploi 3 et 4. Après la phase « injection » de l'huile, un rapide égouttage précède le séchage à l'air libre.

Par rapport au bois thermique, ce procédé consomme un peu moins d'énergie et grisaille plus lentement. Néanmoins, plus nouveau sur le marché, il est nettement moins généralisé et plus difficile à se procurer.

## Traitement par badigeonnage ou pulvérisation

Quel que soit le produit utilisé, cette technique ne peut permettre de protéger des bois au-delà de la classe d'emploi 2. Le traitement n'est efficace que superficiellement et ne doit être apposé que sur des surfaces finies. De plus, même si les fabricants de peinture ont fait de réels progrès, face au soleil et aux intempéries, ce type de film protecteur ne pourra jamais avoir une longévité aussi



Le robinier, ou faux acacia, produit un des bois les plus durables et résistants face aux éléments extérieurs. Ici, une lame de terrasse.

importante qu'un traitement à cœur. Aussi, en l'apposant, pour augmenter la classe d'emploi d'un bois donné, il convient de garder à l'esprit qu'une intervention régulière sera systématiquement nécessaire pour maintenir cette protection. C'est pourquoi, le badigeonnage ou la pulvérisation ne sont quasiment pas mis en œuvre, sauf sur des bois naturellement résistants et à des fins esthétiques (voir Partie III, Protection du bois), ainsi que lors d'applications ponctuelles telles qu'une coupe ou une taille de charpente.

## Termites et compagnie

Dans la lutte contre les termites et autres capricornes, outre la prévention via la mise en œuvre de certaines techniques lors de la construction, le recours à un traitement préventif ou curatif spécifique peut s'avérer nécessaire dans les régions très infestées.

Parmi les substances possibles, citons le Wood-Bliss, un produit non insecticide qui assure la protection du bois en le rendant non identifiable par ses prédateurs. Sans solvant, diluable à l'eau et fabriqué à base de matières premières minérales et végétales, il protège le bois durablement (en extérieur, une protection contre l'humidité est requise). Il s'applique en surface comme en injection dans le cas de poutres, pour une action en profondeur.

Autre technique sans pesticides, l'ASAM (Anhydride Succinique d'Alkénoate de Méthyle) est un dérivé d'huile de colza, obtenu après une réaction chimique avec un anhydride. Développée par l'unité de chimie agro-industrielle de l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique), ainsi que l'INPT (Institut national polytechnique de Toulouse) et l'ENSIACET (Ecole nationale supérieure des ingénieurs en arts chimiques et technologiques), l'ASAM transforme la cellulose en ester de cellulose, ce qui a pour conséquence de la rendre non consommable par les insectes xylophages, leurs enzymes digestives n'y étant adaptées. L'ASAM ne tue donc pas les insectes mais rend les pièces de bois traitées sans intérêt pour eux. Cette technique prometteuse n'est hélas toujours pas disponible.



## En conclusion

Que cela soit pour des raisons éthiques (destruction d'habitat d'ethnies minoritaires, pillage des ressources de pays en développement, etc.), environnementales (déforestation, perte de biodiversité, etc.) ou économiques (coût des essences « haut de gamme »), il est impossible de construire entièrement une maison dans une essence naturellement durable d'un point de vue intempérie et prédateurs biologiques (champignons et autres insectes). En conséquence, outre les choix techniques mis en œuvre pour les préserver, la définition des essences est fondamentale tant pour la résistance naturelle que pour l'aptitude à recevoir un traitement (voir les deux tableaux suivants). Aujourd'hui, ce choix est relativement facile, et les techniques de préservation suffisamment fiables pour augmenter la classe d'emploi d'un bois donné. Ainsi, par exemple, pour un revêtement extérieur en bois, de type bardage, on a le choix entre des essences naturellement résistantes (le douglas et le mélèze étant les plus employés), ou un bois moins onéreux mais qu'il convient de traiter pour l'amener au même niveau de durabilité (classe 3). Avec l'arrivée des bois modifiés thermiquement, exempts de pesticides mais également résistants aux champignons et aux insectes, ce traitement ne pose plus vraiment de problème environnemental, tout en restant économiquement accessible.

Autrement dit, aujourd'hui pour celui qui veut faire construire une maison ou une extension en bois, le principal souci environnemental doit être la provenance et le mode de production du matériau. Pour cela, la solution mise en avant le plus fréquemment est le recours à des bois éco-certifiés, idéalement via le FSC. Néanmoins, cette seule certification ne suffit pas, la notion de distance est aussi à prendre en compte. L'empreinte écologique d'un bardage en bois qui fait des milliers de kilomètres pour nous parvenir peut être bien supérieure à son alternative locale... en plastique. Il est donc intéressant de vérifier le lieu de production et de transformation du bois. Hélas, il faut bien reconnaître que la transparence en la matière a encore de grands progrès à faire, et l'accès à ce genre d'information demeure très hasardeux pour le consommateur final. Aussi, le mieux est-il encore de choisir des bois produits et traités localement, dans le pays de résidence, sachant qu'au sein de l'Union européenne (qui est à l'origine du concept de gestion forestière durable sur lequel s'appuie la "certification" PEFC), les conditions sociales et environnementales seront toujours meilleures qu'en Russie, ou dans certaines régions du Canada et de Finlande, sans parler des pays asiatiques, africains ou sud-américains. Par ailleurs, n'oublions pas qu'en Europe, les abattages annuels sont nettement inférieurs à la croissance forestière menée dans pratiquement tous les pays.



**Durabilité naturelle face à l'humidité, pour des bois exempts d'aubier, en fonction des classes de risques**

Essences	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Feuillus				
Charme	non	non	non	non
Châtaignier	oui	oui	oui	oui
Chêne pédonculé	oui	oui	oui	oui
Érable	non	non	non	non
Frêne	non	non	non	non
Hêtre	non	non	non	non
Orme	oui	oui	non	non
Peuplier	non	non	non	non
Robinier	oui	oui	oui	oui
Villeul	non	non	non	non
Résineux				
Douglas	oui	oui	oui	non
Épicéa	non	non	non	non
Mélèze	oui	oui	oui	non
Pin maritime	oui	oui	oui	non
Pin noir d'Autriche et latifolia	oui	oui	non	non
Pin sylvestre	oui	oui	oui	non
Sapin	non	non	non	non
Western red cedar	oui	oui	oui	non

Pour les essences aptes aux risques, pour les classes 1 et 2, la durabilité n'a pas de limite. Pour la classe 3, la durée de service est de l'ordre de vingt-cinq ans et pour la classe 4 supérieure dix ans. Sachant que pour ces deux dernières classes, des déformations peuvent être constatées et qu'une section de bois généreusement dimensionnée sera, par définition, bien plus durable qu'une section juste définie.

**Durabilité naturelle face aux agents biologiques et imprégnabilité des bois  
aux traitements correspondants**

Essences	Bois parfait / Champignons	Aubier / Capricorne <sup>1</sup>	Aubier / Vrillette <sup>1</sup>	Bois parfait / Termite <sup>2</sup>	Imprégnabilité du bois parfait	Imprégnabilité de l'aubier
Feuillus						
Charme	non durable	Les feuillus ne sont pas attaqués par le capricorne	sensible	sensible	oui	oui
Châtaignier	durable		sensible	sensible	non	moyenne
Chêne pédonculé	durable		sensible	sensible	non	oui
Érable	non durable		sensible	sensible	oui	oui
Frêne	non durable		sensible	sensible	moyenne	moyenne
Hêtre	non durable		sensible	sensible	oui	oui
Orme	non durable		sensible	sensible	faible	oui
Peuplier	peu durable		sensible	sensible	moyenne	faible
Résineux						
Douglas	moyenne	sensible	sensible	sensible	non	moyenne
Épicéa	peu durable	sensible, y compris le bois parfait	sensible, y compris le bois parfait	sensible	faible	faible
Mélèze	moyenne	sensible	sensible	sensible	non	moyenne
Pin maritime	moyenne	sensible	sensible	sensible	non	moyenne
Pin noir d'Autriche et lancéolé	peu durable	sensible	sensible	sensible	faible	oui
Pin sylvestre	moyenne	sensible	sensible	sensible	faible	oui
Sapin	faible	sensible, y compris le bois parfait	sensible, y compris le bois parfait	sensible	moyenne	moyenne
Western red cedar	durable	sensible	sensible	sensible	faible	faible

1 - Le bois parfait n'est, sauf exception, pas sensible au capricorne ni à la vrillette.

2 - L'aubier de toutes les essences de bois est sensible aux termites.

## La trituration

Outre les poutres, madriers, rondins et autres planches, les panneaux en bois font partie des éléments indissociables de la construction en bois. Obtenus à partir de déchets de bois, les panneaux d'aggloméré sont produits en agglomérant sous pression des particules de bois encollées à l'aide de résines thermodurcissables.

Alternatifs au contreplaqué, les panneaux OSB (Oriented Strand Board) se présentent sous la forme de plaques en bois constituées de fines lamelles, longues de 6 à 8 cm, encollées puis orientées dans la longueur du panneau pour les couches extérieures et dans le sens de sa largeur pour les couches intérieures. Cette structure offre de multiples avantages (excellentes performances mécaniques, durabilité, planéité, isolation thermique et phonique, faible coût). Disponible en diverses dimensions et épaisseurs, sa fabrication permet de valoriser les bois dits d'éclaircie (arbres abattus pour favoriser le développement des plus beaux spécimens). À l'inverse de l'aggloméré, les panneaux OSB sont très utilisés dans la construction, notamment pour le contreventement des murs et la réalisation des dalles de sol.

### OSB et formaldéhyde

Reconnu comme cancérigène pour l'homme, le formaldéhyde entre dans la composition du liant utilisé pour lier les lamelles de bois des panneaux OSB (on le trouve aussi dans le contreplaqué et l'aggloméré, pour ne parler que des panneaux de bois). Aussi, l'arrivée sur le marché français du Sterling OSB Zero, de Norbord, l'un des principaux producteurs d'OSB, est une bonne nouvelle. Ce panneau présente en effet les mêmes caractéristiques qu'un OSB standard, mais sans formaldéhyde ajouté (0,15 % de formaldéhyde en masse, soit le taux naturel du bois). Cette nouvelle référence se substitue complètement au panneau Sterling OSB conventionnel de Norbord.

À noter que Krono, le numéro un de l'OSB en France, distribue déjà un OSB sans formaldéhyde ajouté (Kronoply F\*\*\*), à un prix légèrement supérieur à sa gamme traditionnelle qui perdure.









PARTIE 3

# ISOLATION, PEINTURE, CHAUFFAGE...



## 1 | Être cohérent et faire les bons choix

À l'heure où notre vulnérabilité énergétique nous fait enfin prendre conscience de la nécessité d'économiser l'énergie, l'expérience nous montre que les mesures les plus efficaces en termes de performance énergétique sont prises dès l'implantation et la conception du projet. En effet, adopter une démarche globale dès la conception, plutôt qu'empiler des solutions techniques plus complexes les unes que les autres, permet, à performance énergétique identique, de substantielles économies en isolant et moyen de chauffage. La rigueur constructive qu'impose une construction en bois facilite l'adoption de cette vision globale. De même, le niveau de précision constructif que requiert le bois facilite d'autant le soin à apporter à la réalisation de l'enveloppe extérieure (dalle, murs et toiture), avec un souci du détail permanent en ce qui concerne l'étanchéité à l'eau ou à l'air, gage d'un confort thermique de haut niveau associé à une dépense énergétique moindre.



L'habitat le plus bioclimatique possible est probablement celui imaginé pour les Hobbits, de sympathiques petits personnages créés par John Ronald Reuel Tolkien, dans les années 1950. Par la magie du cinéma, ces « habitats » ont vu le jour pour les besoins du film *Le Seigneur des anneaux*.

### Une approche bioclimatique

C'est aux années 1970, au lendemain de la première crise pétrolière, que remonte les débuts de l'architecture bioclimatique. Suite à la flambée des cours du pétrole, de nouvelles voies furent explorées pour tenter de réduire la facture énergétique de nos habitations. Néanmoins, la crise passée, ces grandes idées ont été en partie abandonnées, notamment en France. Aujourd'hui, face au déclin énergétique et à la nécessité de réduire les émissions de gaz à effet de serre, l'approche bioclimatique fait son retour.

L'objectif est simple : profiter des ressources environnementales locales et gratuites tout en se protégeant des contraintes climatiques. Ainsi, en période froide, le principe est de favoriser les apports solaires, de stocker leur énergie pour la redistribuer progressivement tout en limitant au maximum les déperditions énergétiques. À

l'inverse, en période chaude, il convient de protéger la maison du rayonnement solaire, notamment les baies vitrées, tout en évacuant les calories intérieures. Si, à première vue, les deux objectifs semblent difficilement conciliables, la pratique montre que le respect de quelques règles simples permet d'y parvenir assez facilement, pour peu que des contraintes d'urbanisme n'y fassent pas obstacle. Pour cela, le concept bioclimatique repose sur plusieurs aspects comme l'implantation, l'orientation et la forme de l'habitation, la disposition des pièces et des baies vitrées, la végétation environnante, etc.

## Implantation et orientation

Une implantation bioclimatique vise à utiliser le relief naturel du terrain, la végétation environnante et les constructions voisines pour protéger l'habitation du vent froid en hiver et du soleil en été. La façade nord d'une construction gagne ainsi à être située en contrebas d'une déclinaison de terrain, à proximité d'un bâtiment voisin, d'arbres à feuilles persistantes ou de résineux. De même, il est intéressant de bénéficier d'arbres à feuilles caduques le long de la façade ouest. Ils la protégeront de l'ardeur du soleil estival, tout en laissant passer la lumière en hiver et en limitant les effets des vents dominants. Pour les façades sud et est, le principe est le même qu'à l'ouest, si ce n'est que la seule protection sera liée au vent et, dans une moindre mesure, au soleil à l'est.

Partant du principe que les pièces à vivre (salon, salle à manger, cuisine) requièrent plus d'éclairage et de température que les chambres, W.-C. et autres espaces de rangement, leur disposition doit privilégier la zone où les apports solaires seront les plus importants. Idéalement, elles doivent être positionnées au sud (lumière et énergie solaire toute la journée) avec un côté éventuellement à l'est (soleil au lever). Pour bénéficier des bienfaits du soleil, les baies vitrées et autres fenêtres doivent donc se situer principalement au sud, d'autant que le soleil hivernal agit principalement sur cette façade et permet ainsi de profiter de ses apports thermiques. En été, plus hauts dans le ciel, les rayons solaires peuvent être facilement bloqués par un brise-soleil (auvent, balcon, avancée de toiture, etc.), qui les laissera passer en hiver, lorsqu'ils sont plus bas sur l'horizon.

### Orientation

Une orientation plein sud n'est pas toujours possible. En conception bioclimatique, on admet une marge d'une quinzaine de degrés vers l'est ou l'ouest.

Au nord, seul côté privé de soleil, les pièces les plus « froides » doivent y être disposées pour constituer un tampon naturel pour les pièces à vivre plus chaudes. La façade ouest est la plus problématique. Généreusement arrosée par les rayons du soleil estival, elle « profite » du soleil jusqu'à son coucher, générant rapidement des problèmes de surchauffe sans que l'on puisse y faire grand-chose (végétation mise à part, aucun brise-soleil n'est totalement efficace). De plus, l'ouest est majoritairement, en France,





De grandes baies vitrées au sud permettent un chauffage passif via les rayons solaires hivernaux, tandis qu'en été, ces mêmes surfaces sont protégées par un brise-soleil. Une orientation plein sud n'étant pas toujours possible en conception citée « bioclimatique », on admet une marge d'une quinzaine de degrés vers l'Est ou l'Ouest.

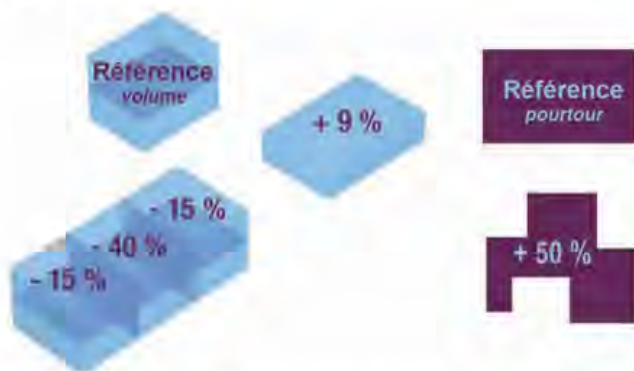
l'orientation des vents dominants, sources de déperdition thermique en saison froide. Dans ces conditions, une façade avec le strict minimum d'ouvertures est à prévoir. Et dans le cas d'une construction avec garage, l'installation de ce dernier sur ce côté est préconisée pour amortir les effets thermiques de l'orientation.

## Une conception compacte

Quelle que soit la composition des murs, plus leur surface est grande et plus importants seront les échanges thermiques entre l'extérieur et l'intérieur. Aussi, la forme d'une construction détermine la surface des parois extérieures : une maison en longueur consommera plus d'énergie qu'une construction de même surface mais avec un étage (la dalle de sol et la toiture, quasiment deux fois plus réduites, limiteront d'autant les échanges avec l'extérieur et

les déperditions). En conséquence, celui qui recherche une maison agréable à vivre été comme hiver, avec une faible consommation d'énergie, doit mettre en œuvre le troisième grand principe, après l'isolation et l'orientation, qu'est la compacité de la construction.

La compacité se définit comme le rapport entre le volume et la surface de parois froides. Exprimée en mètres, plus cette valeur est grande, plus la maison est compacte et moins elle aura de déperditions.



Comparaison des déperditions de l'enveloppe de différents logements de surface et volume identiques. Des constructions moyennes, et/ou sur plusieurs niveaux, ont une compacité supérieure à une habitation seule. De même, plus le périmètre est réduit, moins l'habitation a de déperditions (moins de surfaces avec l'extérieur).

### Humidité

On l'a vu, le bois n'aime pas une humidité importante et constante. Matériau hygroscopique, il a la capacité de la capter pour la restituer ultérieurement, lorsque l'air est plus sec. Néanmoins, dans le cas d'une façade continuellement à l'ombre, ou le long de laquelle se trouvent de nombreux arbres, les conditions de restitution de ce surplus d'humidité peuvent ne jamais être remplies, contribuant au développement d'une couche verdâtre sur la paroi, qui doit être interprétée comme le premier niveau de la dégradation de la façade. Dans ce cas, une simple action de taille des arbres, suffisante pour laisser la paroi respirer de nouveau, suffira à rétablir l'hygrométrie nécessaire à la bonne conservation du bois.

## Baies vitrées, faire le bon choix

Gage de confort thermique et phonique, que cela soit en rénovation ou en construction, le double-vitrage s'est imposé comme un composant essentiel de nos logements. La palette proposée par les constructeurs est d'une diversité impressionnante tant en formes qu'en solutions techniques. Se substituant au mur, la performance thermique d'un vitrage est primordiale. Aujourd'hui, les doubles-vitrages apportent une réponse relativement satisfaisante en la matière, même si d'importants progrès restent à faire, notamment pour la liaison châssis/mur. Avec une déperdition de chaleur d'environ 40 % inférieure à un vitrage simple, ils ont contribué à une évolution architecturale de nos résidences. La dimension des baies vitrées a été revue à la hausse pour des intérieurs plus lumineux, bénéficiant des calories du soleil en hiver. Cette évolution a poussé les constructeurs à concevoir des produits encore plus performants et polyvalents, en tentant de répondre à des contraintes diverses, voire opposées (capter les rayons solaires hivernaux, mais les repousser en été).

Cela dit, même performante, une menuiserie extérieure provoquera toujours une déperdition cinq à six fois plus importante qu'un mur opaque correctement isolé. Néanmoins, quel que soit son degré de technicité, un double-vitrage réduit l'effet « vitre froide », limite très fortement les problèmes de buée et, en conséquence, augmente fortement la sensation de confort. S'il fait 0 °C à l'extérieur, il fera 5 °C à côté d'une fenêtre équipée d'un simple vitrage, 10 à 11 °C près d'une fenêtre à double-vitrage classique et 16 à 17 °C à proximité d'une fenêtre à double-vitrage renforcé. Économiquement, en contribuant à une meilleure isolation de l'habitation, le double-vitrage permet un gain énergétique réel, notamment en hiver.



Plus c'est rouge, plus la température est anormalement élevée et les déperditions sont importantes : - 25 à 30 % par la toiture ; - 20 à 25 % par le renouvellement de l'air (ouverture des portes et fenêtres, cheminée, VMC, et autres infiltrations) ; - 20 à 25 % par les façades (murs, portes et fenêtres) ; - 5 à 10 % par les ponts thermiques ; - 7 à 10 % par le plancher de sol.



Les fabricants rivalisent d'astuces pour améliorer les performances du double-vitrage. La surface croissante des bords vitrés rend leur choix encore plus important.

L'adaptation d'un double-vitrage sur une maison en bois ne pose pas spécialement de problème. En revanche, un soin particulier doit être accordé à l'étanchéité entre le châssis de l'ouverture et le bâtiment, faute de quoi des infiltrations d'eau seront possibles avec les conséquences que l'on sait sur la durabilité du bois. Par ailleurs, sur des constructions en empilage de bois massif, des précautions supplémentaires doivent être prises pour permettre le « travail » du bois sans compromettre la durabilité des ouvertures et leur étanchéité globale.

## Choisir un double-vitrage

En apparence, le principe d'un double-vitrage est simple, avec un bloc de deux vitres séparées par un « vide ». Mais les évolutions techniques du verre et de la chimie aidant, les constructeurs ont démultiplié leur offre pour répondre à des contraintes de plus en plus spécifiques d'isolation, de contrôle solaire, d'opacité variable, d'anti-effraction, d'entretien, etc.

## Vision

Malgré le niveau de sophistication que les industriels du verre atteignent, le double-vitrage n'est pas exempt de problèmes qui « polluent » la vision. Hormis un souci de fabrication (au niveau du verre ou de l'assemblage), ces

défauts résultent essentiellement de phénomènes physiques et optiques, inhérents à la superposition de plusieurs verres.

Lors de la fabrication du double-vitrage, l'emprisonnement de l'air ou du gaz, entre les deux vitres, se fait à la pression atmosphérique du lieu de l'assemblage. Dans ces conditions spécifiques, les pressions internes et externes sont en équilibre. Les vitrages n'étant soumis à aucune pression, leur surface est indemne de déformation et la vision qu'ils offrent est satisfaisante. Or, dès qu'il y a une

différence  
de pression  
entre l'espace  
interne entre

Les constructions actuelles sont le plus souvent fort vitrées, nécessitant des vitrages de plus en plus techniques pour répondre aux multiples contraintes d'utilisation qui leur incombent.

© Michel Bernin - CHD/B





les vitres et le milieu extérieur (sous l'effet du soleil qui dilate l'air emprisonné, d'une pose à une altitude différente du lieu de fabrication, etc.), une surpression ou sous-pression rompt la planéité des verres, lesquels deviennent convexes ou concaves, déformant la vision. Dans certains cas extrêmes (vitrage posé à une altitude supérieure à celle du lieu de fabrication, franchissements de cols en transport routier ou transport aérien sans précaution) la durabilité/l'efficacité du vitrage peut être compromise.

De plus, la qualité des verres étant de plus en plus grande (planéité, épaisseur constante, transparence), les différentes composantes de la lumière (en fonction de la longueur d'ondes) peuvent interférer et faire apparaître un ensemble de franges colorées, sous certaines conditions d'éclairage, de température et de pression. Ce phénomène peut être limité par l'utilisation de verres d'épaisseurs différentes.

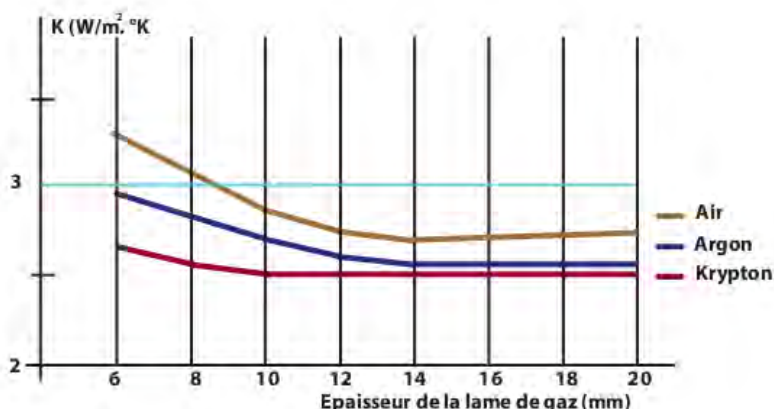


Sous l'effet de divers paramètres la couche d'air emprisonnée entre les vitres se contracte ou se dilate imposant des contraintes de flexion sur le vitrage.

## Isolation thermique

Physiquement, l'isolation thermique est principalement apportée par le vide entre les deux vitres (épaisseur, nature du gaz et de l'intercalaire) et, dans une moindre mesure, par l'épaisseur des verres ainsi que la présence éventuelle d'un film pour limiter les transferts de chaleur. Outre les coefficients de transmission thermique et surfacique (voir encadré ci-dessous), la dénomination d'un double-vitrage apporte donc un premier élément de réponse quant à sa performance thermique, en donnant les dimensions des verres et de l'espace qui les sépare. Par exemple, 4/12/4 correspond à une épaisseur de 4 mm pour la vitre située à l'extérieur, suivie de 12 mm de « vide » et 4 mm pour la seconde vitre.

En comparaison d'un simple vitrage, un double-vitrage classique permet d'éviter une déperdition de chaleur allant jusqu'à 40 %. Ses standards sont : 4/12/4 ou 4/16/4. Le double-vitrage à isolation thermique renforcé (TR), également dit « faiblement émissif », offre une performance encore supérieure. Sa vitre, côté habitat, reçoit sur sa face située dans le « vide » une fine couche d'oxydes métalliques qui limite encore le transfert de chaleur vers l'extérieur. Entre les deux vitres, cet équipement est généralement proposé avec une lame d'argon (plus rarement de krypton) qui présente des performances isolantes supérieures à l'air. Ainsi, comparé à un double-vitrage classique, ce matériel évite une déperdition de chaleur d'environ 30 à 50 %. Les dimensions les plus communes sont le 4/16/4 et le 6/16/6 (pour les baies vitrées de grande taille).



Performance thermique d'un double vitrage en fonction de la nature de la lame d'air entre les deux vitres.

### Isolation phonique

Un double-vitrage limite fortement la pression sonore de l'extérieur. Dans certaines zones, il peut être nécessaire d'augmenter encore cette isolation phonique. Pour cela, les doubles-vitrages asymétriques, en 10/10/4 par exemple, apportent une solution efficace mais compromettent un peu l'efficacité thermique.

### Retardateur d'effraction

Ce type de double-vitrage retardateur est constitué de deux vitres collées entre elles avec un film plastique. Dans sa dénomination (44,2/8/4, par exemple, les deux premiers chiffres déterminent l'épaisseur des vitres collées, 4 mm chacune dans ce cas). Ce type de solution peut être rendu obligatoire par l'assureur du bien, mais il ne fait que retarder l'effraction.

### Autonettoyant

Les industriels sont toujours à la recherche du petit plus pour faire la différence face à leurs concurrents. C'est ainsi que Saint-Gobain propose dorénavant un traitement qui permet à la vitre extérieure de rester propre plus longtemps. La lumière solaire décompose les saletés déposées sur le vitrage et rend le film de surface perméable à l'eau. La pluie s'étale sur le verre sans former de gouttes et, en s'écoulant, évacue les résidus décomposés par les rayons ultraviolets.

## Évaluer la performance d'un vitrage

Un vitrage sépare deux zones de températures différentes, générant un échange thermique du milieu le plus chaud vers le plus froid. Le coefficient de transmission thermique  $U_g$  (anciennement  $K$ ) caractérise ce transfert. Il est déterminé en évaluant la quantité de chaleur qui traverse une paroi de  $1 \text{ m}^2$  séparant deux milieux ayant une différence de température de  $1^\circ\text{C}$ . Plus sa valeur est basse (exprimée en  $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ ), plus l'isolation est bonne. Néanmoins, bien que conventionnel, ce coefficient permet uniquement de comparer les performances thermiques des différents vitrages, et non ceux de la globalité de la fenêtre ou de la porte. Dans ce dernier cas, il faut se référer au coefficient de transmission surfacique  $U_w$ .

Outre ces coefficients, d'autres données peuvent être intéressantes à prendre en compte, en commençant par le facteur solaire (FS). Celui-ci correspond au rapport entre l'énergie solaire qui « frappe » le vitrage et celle qui pénètre dans le local. Plus ce facteur est petit, plus les apports solaires sont faibles. Ainsi, on privilégiera un facteur solaire moyen afin de capter un maximum d'énergie en hiver, tandis qu'une protection devra obligatoirement écarter les baies vitrées des rayons solaires estivaux. À l'inverse, dans une construction traditionnelle, pour les baies orientées au sud, il est préférable de privilégier le facteur solaire le plus faible.

## Une isolation de qualité

En comparant deux logements identiques (volume habitable, surfaces vitrées, efficacité du système de chauffage...), on s'aperçoit que la consommation d'énergie en matière de chauffage et de climatisation peut varier de 1 à 4 selon l'état des parois (ouvertures, murs, sols et plafonds) et le renouvellement de l'air. En effet, la quantité d'énergie nécessaire pour garantir un bon niveau de confort ne dépend pas uniquement du volume intérieur et de la météo, mais également des déperditions calorifiques des parois. Ainsi, pour une construction maçonnée, dans une pièce où l'air est à  $20^\circ\text{C}$ , lorsqu'on se place à un mètre d'un mur mal isolé, présentant une température de  $13^\circ\text{C}$ , on ressent une température correspondant à  $16,5^\circ\text{C}$ . À l'inverse, si le mur est correctement isolé, sa température effective sera de  $18^\circ\text{C}$ , tandis qu'à un mètre elle sera de  $19^\circ\text{C}$ , et cela pour une dépense énergétique identique... Si ce constat n'est pas aussi flagrant dans le cas d'une construction en bois, en raison du caractère naturellement isolant de ce matériau, il montre néanmoins l'intérêt que présente un bâtiment bien isolé. De plus, une température agréable et constante, été comme hiver, est le gage d'un habitat confortable. Enfin, l'expérience montre qu'une maison bien isolée vieillit « mieux » et, à ce titre, nécessite moins de travaux d'entretien.

Pour y parvenir, une isolation de qualité est un passage obligatoire. Si la majorité des constructions en bois sont isolées avec des laines minérales (laine de roche ou de verre), dans ce type de construction, au bilan environnemental flatteur par rapport aux





Une température confortable et régulière est la base d'une maison agréable à vivre.

Photo: Delphine Uermat

artificielle. Aujourd'hui, sur le marché, on trouve quatre familles d'isolants à partir de :

- produits minéraux (laines de verre ou de roche, verre cellulaire, vermiculite, perlite...) ;
- matières végétales (liège, chanvre, lin, fibres de bois, cellulose...),
- matières animales (laine de mouton) ;
- produits de synthèse (polystyrène, polyuréthane, PVC...).

L'isolation est en place pour des dizaines d'années, voire pour toute la vie de la construction. À ce titre, il est nécessaire de choisir un isolant qui conserve, intact dans le temps, ses caractéristiques, et qui ne se tasse pas (ce qui est le cas des laines minérales proposées en rouleau). La pose de l'isolant est un autre aspect à ne pas négliger. Celle-ci est trop souvent perfectible, que cela soit dû à de la négligence et/ou à un isolant peu pratique à poser.

Quoi qu'il en soit, le résultat est une perte de performance très importante. À titre d'exemple, la résistance thermique est divisée par cinq lorsque, sur un mètre carré isolé, un jointement ménage un espace d'un millimètre sur un mètre de longueur. Autrement dit, il est inutile d'investir dans un isolant de qualité si la pose n'est pas effectuée avec soin.

solutions traditionnelles, il paraît logique de privilégier des isolants moins discutables quant à leur impact environnemental et sanitaire. En ce domaine, les isolants dits « écologiques » possèdent des arguments solides : performances, facilité de pose, quasi-absence d'émanations toxiques et coût environnemental faible devraient en faire les favoris du développement durable.

## Choisir un isolant

Le meilleur isolant est sans conteste l'air, et plus précisément un air sec et immobile. Un bon isolant se doit donc d'emprisonner une quantité d'air importante, que ce soit de manière naturelle ou

### Le saviez-vous ?

En Allemagne, les laines de verre et de roche sont reconnues comme des matériaux cancérogènes, tandis que les isolants à base de produits pétroliers (polystyrène, etc.) sont critiquables pour leurs émanations. En outre, ces deux familles d'isolants présentent un bilan environnemental déplorable et posent des problèmes de recyclage.

### Comment comparer des isolants et mesurer leur efficacité thermique

Deux éléments sont à prendre en compte :

– Le coefficient de conductivité

Représenté par la lettre  $\lambda$  (lambda) et exprimé en watts par mètre degré Celsius ( $W/m^{\circ}C$ ), la conductivité thermique caractérise l'aptitude d'un matériau à transmettre la chaleur. Autrement dit, la valeur  $\lambda$  correspond à la quantité de chaleur qui passe du côté chaud au côté froid d'un matériau de 1 m d'épaisseur, pour un écart de température de 1 degré entre ses deux faces. Plus la conductivité thermique est faible, plus le matériau est isolant.

Aujourd'hui, un bon isolant a une conductivité thermique comprise entre 0,035 et 0,045. Néanmoins, une génération d'isolants très haute performance arrive sur le marché, avec une conductivité qui se rapproche de l'air (0,023).

– La résistance thermique (résistivité)

Désignée par la lettre  $R$ , la résistance thermique d'un isolant est fonction du coefficient de conductivité  $\lambda$ , et de l'épaisseur du matériau, elle s'exprime en watts par mètre carré degré Celsius ( $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$ ). Plus  $R$  est grand, meilleure est l'isolation. Un isolant est reconnu comme ayant une bonne résistance thermique à partir de  $R = 0,5$ .

## Les conventionnels

Si leur performance thermique et leur coût moindre sont indéniables, leur qualité environnementale et leur confort de pose (notamment pour la famille des laines minérales) sont, en revanche, très loin des isolants dits « écologiques ». De même, la durabilité des laines minérales est sujette à caution.

### La laine de roche

La laine de roche est obtenue à partir de roche diabase, analogue au basalte volcanique, via un procédé très énergivore (voir La maison écologique par excellence, tableau énergie grise). Bon isolant thermique, elle présente en outre une excellente résistance au feu. Disponible sous de multiples formes, sa pose doit être effectuée en prenant un minimum de précaution (masque et combinaison) pour se protéger des particules en suspension et de son caractère irritant.



La laine de roche est l'isolant le plus répandu dans la construction en bois.

### La laine de verre

Issue de la silice, la production de laine de verre est moins énergivore que la laine de roche, ce qui ne l'empêche pas d'être encore plus douteuse que cette dernière quant à

son impact environnemental et sanitaire. En conséquence, les précautions de pose sont identiques à celles de la laine de roche. Selon l'Agence locale de l'énergie de l'agglomération lyonnaise (ALE), une isolation en laine de verre a une durée de vie de seulement dix ans, perdant généralement au bout de ce laps de temps la moitié de son épaisseur.

## Le polystyrène

D'origine pétrolière, le polystyrène existe sous deux formes : expansé (EPS et EPS-SE) et extrudé (XPS). Son principal défaut tient à sa totale absence de perméabilité, qui bloque la vapeur d'eau à l'intérieur de la maison. Pour une isolation performante, il convient de privilégier la mousse de polystyrène extrudé, plus isolante que l'expansé. Toutefois, proposé sous forme de panneau rigide, la jonction du polystyrène extrudé avec les diverses parties de la construction est plus délicate qu'avec des éléments souples comme les différentes laines, un problème encore amplifié par l'appétence des rongeurs à son attention. Enfin, sa production est également très énergivore, et en cas d'incendie, c'est l'un des isolants les plus dangereux par les gaz toxiques qu'il émet.

## Le polyuréthane

C'est aujourd'hui, sans contestation possible, l'isolant le plus performant d'un point de vue thermique, en raison de sa structure alvéolaire emprisonnant un gaz à faible conductivité thermique et à son expansion qui permet à sa mousse de combler les moindres interstices. Néanmoins, mis à part l'aspect thermique, le polyuréthane est l'isolant à ne pas utiliser. Quelle que soit sa présentation (panneau ou mousse), c'est le plus énergivore des isolants (voir La maison écologique par excellence, tableau énergie grise) et il est également très inflammable (certaines assurances voient leur prime

à la hausse). En ce qui concerne la santé, le polyuréthane est une source d'allergie pour la peau, les muqueuses et l'appareil respiratoire. De plus, en cas d'incendie, il libère des gaz très toxiques.

## L'offre écologique

L'offre de matériaux isolants écologiques est importante. Comme pour les isolants traditionnels, au-delà des performances thermiques et de l'aptitude à une utilisation donnée

La mousse polyuréthane permet d'obtenir une isolation exceptionnelle. Toutefois, d'un point de vue de santé et environnemental c'est un isolant à bannir.





(pose verticale/horizontale...), les conditionnements sont variés et s'adaptent à la surface à isoler : en rouleau, en panneau, en vrac, avec ou sans parement. Cela dit, les qualités environnementales sont différentes et peuvent, pour certains isolants, varier d'un fabricant à un autre. Ici comme ailleurs, il est donc indispensable de bien se renseigner auprès du fabricant et de se procurer la fiche technique de l'isolant.

### La ouate de cellulose

La cellulose n'est pas un produit naturel, elle provient du recyclage de papier journal et d'autres papiers. Elle peut être soufflée avec une machine adaptée en vrac (la pulvérisation permet de combler tous les espaces, ce qui est le gage d'une isolation efficace), à sec ou à l'état humide, ou répartie à la main (surfaces planes). Traitée avec un produit ignifuge (borax...), elle peut contenir d'autres produits chimiques pour éloigner les rongeurs ou prévenir le tassement qui diminue ses capacités d'isolation. Les encres résiduelles et les additifs sont également toxiques et possèdent une certaine odeur. Enfin, la sensibilité à l'eau est grande et un pare-vapeur est indispensable.



Pulvérisée, la ouate de cellulose est l'isolant écologique que l'on rencontre le plus fréquemment dans la construction bois.

### La fibre de bois

Même si son efficacité thermique est inférieure à celle du liège, la fibre de bois offre l'une des meilleures performances thermiques du marché, accompagnée d'une bonne inertie thermique. Elle s'adapte à tous types de travaux (isolation des murs, toitures, combles, extérieurs...), avec une grande durabilité. Dans le cas de panneaux de haute densité (jusqu'à 150 kg/m<sup>3</sup>), idéals pour l'inertie thermique, il est indispensable de vérifier si la structure du support est compatible avec la charge. Écologiquement, le seul point à vérifier tient au liant utilisé pour la fibre, certains fabricants utilisent toutefois de la lignine, une substance naturelle contenue dans le bois.



La fibre de bois haute densité a une bonne inertie thermique, gage d'une température régulière dans le temps.



Le chanvre rencontre un succès certain en construction « bio ».

## Le lin

Les fibres courtes non utilisées par l'industrie textile sont récupérées pour l'élaboration de feutres d'isolation. La laine de lin est plus douce et plus facile à travailler que le chanvre, elle possède en outre un excellent coefficient de conductivité. Utilisé depuis des dizaines d'années comme matériau d'isolation dans les pays du nord de l'Europe, le lin ne peut se voir reprocher que sa production d'origine agricole, pas forcément biologique. En vrac, il est sujet au tassement.

## Le chanvre

Le chanvre permet d'obtenir un matériau isolant efficace et polyvalent. S'il se met en œuvre facilement, en rouleau, ou en vrac, il se tasse rapidement. D'autre part, ces fibres ajoutées à un mélange de chaux permettent de confectionner un matériau résistant et isolant, le béton de chanvre. Ce procédé de construction, associé à une ossature bois (apparente ou non), permet la réalisation de murs porteurs (environ 25 cm d'épaisseur), sains, isolants et respirants. Comme le lin, si on peut regretter qu'il provienne généralement d'une production agricole non biologique, il est facile à poser, y compris en panneau.

## La laine de mouton

Seul isolant d'origine animale, la pure laine vierge de mouton est principalement utilisée pour l'isolation des combles. Contrairement aux laines minérales, sa pureté permet d'absorber l'humidité, puis de la restituer sans perdre ses qualités isolantes. Néanmoins, si la laine est naturelle, certains fabricants lui appliquent des traitements toxiques (contre les acariens...), et elle est sujette au tassement.



## La paille

Quasiment inconnue comme matériau d'isolation en France, la paille de blé est néanmoins un isolant de qualité pour peu que l'on ne regarde pas

Méconnue et souffrant d'un déficit d'image indiscutable, la paille est pourtant une excellente solution pour isoler une maison et, accessoirement, présente le meilleur rapport performance/prix. Ici une extension réalisée en ossature bois avec isolation paille.

Photo Vincent Brousseau - Approchebio

à l'épaisseur des murs (environ 40 cm). Plusieurs maisons passives, en Allemagne, l'ont d'ailleurs choisi comme isolant. Autre avantage, son coût est dérisoire. Toutefois, le gain réalisé est en partie compensé par le surcoût que sa mise en œuvre nécessite pour intégrer la grande largeur des ballots. Sa résistance dans le temps ne pose pas de problème dès lors que les bottes sont parfaitement sèches lors de la pose. Enfin, côté risque d'incendie, des tests techniques ont mis en avant l'étonnante résistance au feu de la paille lorsqu'elle est en botte.

### La paille et le feu

Pour qu'un matériau brûle, il faut de l'oxygène. Une feuille de papier froissé brûle très aisément alors qu'un annuaire téléphonique fermé brûlera très difficilement. Il en est de même pour la paille. La paille en vrac brûle très aisément, pas la botte de paille. Le Centre d'expertise du bâtiment et des travaux publics (CEBTP) a publié une étude sur l'utilisation de la paille en maisons individuelles à ossature bois. Cette étude est téléchargeable sur :

[www.planete-en-sursis.com/doc-habitat/etude-capcebt-paille.pdf](http://www.planete-en-sursis.com/doc-habitat/etude-capcebt-paille.pdf)

### Le liège

Commercialisé sous forme de granulés ou de plaques (liège expansé aggloméré uniquement à la vapeur), le liège est un très bon isolant thermique, durable dans le temps. Il a sa place dans les cloisonnements intérieurs et les planchers. Facile à mettre en œuvre, le liège expansé est l'isolant écologique par excellence, pour peu qu'il ne soit pas collé. Néanmoins il reste cher.



L'ossature en bois est double pour s'adapter à la largeur des ballots de paille, lesquels sont isolés d'éventuelles remontées d'humidité par une épaisse couche de liège intercalée entre le premier rang de paille et la dalle de sol.

Photo Vincent Besserman - Approche paille

Provenant de l'écorce de certains chênes, son prélèvement ne compromet pas la vie de l'arbre. La récolte s'effectue environ tous les dix ans.





Cet isolant écologique ne séduit pas que les particuliers, comme ici sur le toit d'un bâtiment industriel.

sible aux rongeurs. Elle est parfaitement adaptée aux combles perdus, entre plafond et plancher, murs creux, ragréage... Que la mise en œuvre soit faite manuellement par déversement ou à la machine, elle offre l'avantage d'être totalement stable dans le temps, sans risque de tassement.

### La plume

Malgré son nom, il ne s'agit pas que de plumes, mais d'un mélange dénommé Batiplum®. Les propriétés naturelles d'isolation des plumes alliées à 10 % de laine de mouton et 20 % de fibres textiles polyester (servant de liant) sont très efficaces. Grâce au volume d'air emprisonné, Batiplum® est un isolant performant et parfaitement adapté à l'isolation des combles et des murs.

### La perlite

Obtenu à partir de roches volcaniques broyées et expansées thermiquement, la perlite, de par sa nature minérale, est ininflammable, imputrescible et insen-

### Le coco

En panneau, en rouleau ou en vrac, la fibre de coco est un bon isolant, mais elle vient de l'autre bout de la planète. Le processus de production de la fibre de coco pour arriver au produit final est naturel, sans produits chimiques. Si les performances thermiques restent un peu en dessous des autres isolants écologiques, la fibre de coco est la meilleure en matière d'isolation phonique.

### Le Métisse

Avec 70 % de coton, provenant majoritairement de jeans qui lui valent sa couleur bleutée, 15 % de laine et d'acrylique et 15 % de fibres de polyester pour servir de liant, le Métisse est un isolant thermique



L'isolant Métisse se pose aussi bien en toiture que dans les murs ou les sols, avec un grand confort.

à la fois écologique et social (voir encadré ci-dessous). Son procédé de fabrication commence par le tri des vêtements par type de fibre, puis suivent la découpe, le hachage et l'effilochage. Puis, les fibres textiles obtenues sont métissées et liées pour parvenir au panneau ou rouleau d'isolant.

Au final, on obtient une matière étonnante, très douce et moelleuse au contact, qui se tient, ne se tasse pas, participe à la régulation de l'humidité de l'air ambiant, le tout avec des performances thermiques qui n'ont rien à envier aux laines minérales (voir tableau ci-après). Enfin, adapté à tous les endroits à isoler, sa mise en œuvre est identique aux laines minérales habituelles, mais cet isolant offre en plus un confort de pose exceptionnel, l'absence de poussière et la douceur de la matière contrastant étonnamment avec la laine de verre ou même la « rudesse » de certains isolants écologiques. Économiquement, s'il est indéniablement plus coûteux que de la laine de verre, c'est le moins cher des isolants écologiques.

### Le Métisse, seul isolant véritablement « durable »

La montée en puissance des textiles d'origine asiatique a conduit à une forte baisse de qualité des vêtements, et donc de leur possibilité de valorisation une fois mis au rebut. Ce constat, l'association Le Relais, émanation d'Emmaüs France, l'a fait au début des années 2000, en voyant progressivement ses possibilités de recyclage des vêtements collectés se réduire. Sachant que chaque tonne de vêtement non valorisable coûte environ 500 € à l'association, et que 45 % de la collecte entre dans cette catégorie, la survie de l'organisme et de ses employés était menacée... C'est dans ce contexte que le concept de l'isolant Métisse est apparu.

Alors que le développement dit « durable » intègre trois dimensions : l'économie, l'écologie et, on l'oublie trop souvent, le social, le Métisse est donc l'isolant « durable » par excellence.

Isolant	Coefficient de conductivité $\lambda$ , moyen	Épaisseur d'isolant pour les façades ou dalle de sol		Épaisseur d'isolant pour une toiture avec combles aménagés ou perdus	
		RT 2005 (R=2,8)	RT 2012 (R=4,5)	RT 2005 (R=5)	RT 2012 (R=7)
Laine de Verre ou de roche	0,04	11,5	18	20	28
Polystyrène	0,035	10	16	15,5	24,5
Quatre de cellulose	0,04	11,5	18	20	28
Lin	0,036	10	16,5	18	25,5
Laine de bois	0,05	14	22,5	25	35
Chanvre	0,04	11,5	18	20	28
Laine de mouton	0,04	11,5	18	20	28

Isolant	Coefficient de conductivité $\lambda$ , moyen	Épaisseur d'isolant pour les façades ou dalle de sol		Épaisseur d'isolant pour une toiture avec combles aménagés ou perdus	
		RT 2005 (R=2,8)	RT 2012 (R=4,5)	RT 2005 (R=5)	RT 2012 (R=7)
Lège expansé	0,05	14	22,5	25	35
Mérisse	0,04	11,5	18	20	28
Paille en botte	0,045	13	20,5	22,5	31,5
Polyuréthane	0,03	8,5	13,5	15	21

### Comparatif des principaux isolants

Il est difficile de comparer les différents isolants les uns par rapport aux autres, leur épaisseur, densité et présentation (vrac, rouleau ou plaque) ne sont souvent pas similaires, ce qui fait qu'un même produit à un coefficient de conductivité  $\lambda$  qui varie selon ses caractéristiques. Aussi ce tableau part du principe qu'une habitation neuve doit répondre au minimum à la réglementation thermique en vigueur (RT 2012), voire BBC pour Bâtiment Basse Consommation. À ce titre, il fournit les épaisseurs à mettre en œuvre pour chacune des parties à isoler (murs, dalle de sol, toiture) selon les deux réglementations et à partir des principaux isolants disponibles, avec pour chacun d'entre eux une configuration recommandée moyenne correspondant à un coefficient de conductivité donné.



### Une étanchéité soignée

Il ne faut pas confondre isolation et étanchéité. L'étanchéité d'une maison tient à son aptitude à empêcher les flux d'air entrant. En hiver, toute infiltration d'air provoque des courants d'air préjudiciables au bilan énergétique et au confort. Une bonne étanchéité est donc le complément indispensable d'une isolation de qualité. Une mauvaise étanchéité à l'air peut être responsable de 20 % des déperditions d'un bâtiment,

Le test d'étanchéité est toujours un moment redouté pour les constructeurs de maisons passives, celles-ci se devant d'être entre trois et cinq fois plus étanche qu'une maison classique. Le test consiste en une mise sous pression de l'intérieur de l'habitation, par la pose d'un dispositif de pressurisation sur la porte d'entrée, afin d'enregistrer son étanchéité et de détecter les éventuelles zones perfectibles (fenêtres, portes, passage de canalisations, de câbles, etc.)



et faire augmenter d'autant la consommation énergétique, une bonne isolation passe donc systématiquement par un bilan satisfaisant en la matière.

L'étanchéité s'obtient surtout par une pose soignée des diverses membranes type pare-vapeur et pare-pluie, respectivement positionnés à l'intérieur et à l'extérieur. Pour la vérifier, les professionnels utilisent habituellement le test *Blower-Door* qui consiste à soumettre le bâtiment à une dépression ou une surpression de 50 Pa, pour mesurer le renouvellement d'air. La RT 2012 définit une valeur maximale de 0,6 m<sup>3</sup>/h par mètre carré de parois extérieures hors plancher bas, en maison individuelle.

### Qualité de l'air et étanchéité

L'air intérieur d'une habitation contient toujours une quantité de vapeur d'eau plus ou moins importante, selon le nombre d'occupants des lieux et leurs activités. Sans précaution particulière, cette humidité traverserait les murs en se condensant au fur et à mesure qu'elle se refroidit. L'importance de ce phénomène est tel, que si on ne le bloque pas, il est une source de développement de champignons (moisissures) sur l'isolant et, à terme, de désordres tant sanitaires que constructifs. Pour cette raison, une maison étanche, associée à une ventilation mécanique contrôlée (VMC), est le gage d'une construction durable et saine pour ses occupants.

## 2 | Les revêtements extérieurs

Les murs extérieurs, le sol et la toiture forment ce qu'on appelle l'enveloppe d'un bâtiment. Outre la résistance, l'enveloppe assure aussi la protection thermique, acoustique et l'étanchéité de la construction. Sur les faces en contact avec l'extérieur, notamment la toiture et les murs, l'ultime « couche » de l'enveloppe doit répondre à trois critères : la protection face aux intempéries (neige, pluie, vent, soleil...) la résistance aux chocs (grêle...) et l'esthétique. À ces exigences, pour une construction en bois, il convient d'ajouter l'aptitude à sécher rapidement. Pour les maisons en bois empilé (comme les chalets), cette dernière couche est assurée directement par les murs avec, parfois, une ultime protection de peinture ou lasure. À l'inverse, pour les constructions à ossature bois, l'offre de revêtements extérieurs est quasiment illimitée. Parfois, il est même impossible de détecter que la maison est en bois ! Les types de revêtements présentés ci-dessous ne s'adressent pratiquement qu'à ce mode constructif.

### Pour les murs

#### Le bardage

C'est le revêtement le plus courant. Il est constitué de lames de bois, ou de matériaux composites, disposés horizontalement ou verticalement sur des tasseaux. Ces derniers permettent de ménager une lame d'air avec le mur pour assurer la ventilation du bardage. La plupart du temps, les planches sont rabotées et profilées pour une meilleure résistance dans le temps (pour éviter la déformation et favoriser l'écoulement de l'eau). La pose à emboîtement (comme du lambris) limite les déformations et offre une meilleure protection. Jusqu'à récemment, le bardage était quasiment



Bardage en bois thermoséché, à emboîtement, sans finition. Ce type de bardage a une durée de vie supérieure à 25 ans, sans traitement, ni entretien. En l'espace de quelques mois, sa blondeur actuelle, qui trahit une pose récente, évoluera vers un gris plus ou moins argenté, sauf si un film protecteur (peinture, etc.) est apposé.

toujours en bois massif (sapin, épicéa, mélèze, douglas, etc.), mais une gamme croissante de matériaux composites est venue renforcer l'offre. Écologiquement, ils sont tous moins intéressants que le bois, mais permettent une plus grande diversité architecturale et, dans le cas de façades peintes, un moindre entretien. Si la pose verticale permet un écoulement d'eau plus rapide, la plupart du temps le bardage est disposé horizontalement pour une raison esthétique.

Depuis peu, la tendance architecturale s'oriente vers les bardages à claire-voie (espace entre chaque lame). Cependant, la protection aux intempéries n'est plus remplie, le vent et surtout l'humidité pouvant atteindre le mur. Le pare-pluie positionné sur ce dernier joue alors un rôle plus crucial que dans des configurations de bardage plein. Il s'agit donc, à mon sens, d'une dérive architecturale à refuser dans un souci de qualité constructive et de longévité.

## Les composites

Obtenus à partir de bois ou issus de l'industrie pétrochimique, les revêtements composites peuvent remplacer tous les éléments de construction non structurels. Ils se posent comme un bardage et sont séparés du mur par une lame d'air. Pour certains, ils ressemblent à s'y méprendre à du bois massif avec un minimum d'entretien et une résistance élevée. Les plus usités sont fabriqués à partir de particules de bois recyclées, mélangées à des résines polymères pour la résistance, la flexibilité et une relative étanchéité. Leur toucher peut être proche du bois massif, ou bien lisse, brossé, veiné, teinté dans la masse



De plus en plus présents sur le marché, les fabricants de bardages synthétiques mettent en avant, entre autres, leur absence d'entretien et la durabilité de leur aspect.



Photo Agence K et Renoit Pontier

Les composites à base de ciment sont particulièrement bien adaptés aux panneaux en façade et apportent un indémodable aspect moderne.





La possibilité d'une teinte dans la masse est un incontestable avantage, en termes de finition, des solutions composites.

ou peint. Plus récemment, des panneaux bois-ciment sont apparus, évitant l'emploi de substances chimiques. Leur esthétique est plus moderne, avec une finition de type ciment, pouvant être teintée. De manière générale, ces composites se présentent sous forme de planches de bardage ou de panneaux pour des façades plus modernes. Les principaux avantages de ces matériaux tiennent à leur résistance « naturelle » supérieure à des bois non traités (sapin, épicéa, pin, etc.) face aux intempéries et à l'abrasion. Par ailleurs, ils sont résistants aux termites et quasiment imputres-

cibles. À l'inverse, outre leur fabrication, leur recyclage en fin de vie est problématique, surtout pour ceux faisant appel à la pétrochimie.

## Le crépi

Les constructions à ossature bois recouvertes de crépi ne sont pas exceptionnelles. Les différentes techniques possibles sont dorénavant bien maîtrisées et fiables. Toutefois,

le recours à un professionnel confirmé est fortement recommandé. Dans le cas où le crépi est posé directement sur le mur, sans lame d'air, il est obligatoire de recourir à un enduit respirant pour ne pas compromettre la « respiration » naturelle de la maison.

## Autres finitions

Outre ces solutions, on peut encore citer les parements en pierres ou en briques, les revêtements en ardoises, bardeaux (voir page ci-contre) et autres.

Le recours au crépi permet d'éviter le refus du permis de construire dans certaines zones, à proximité d'édifices classés, par exemple.



## Pour les toitures

Quel que soit le mode constructif retenu, toutes les solutions sont envisageables, de la classique tuile mécanique à la toiture végétalisée, de la plus forte pente au toit plat. Les précautions à prendre sont identiques à celles d'une maison maçonnée. Il faudra, cependant, prêter une attention plus particulière à une bonne circulation de l'air sous la toiture pour éviter tout risque d'humidité. En outre, même la toiture peut être en bois. Ce type de couverture étant peu connu, tout comme les toitures végétalisées, il n'est pas inutile de les présenter...



Les revêtements de murs en bardeaux de robinier ont une longévité imbattable.

## Les bardeaux, une utilisation mixte

Bardeau, écaille, tavaillon, aisse, eschandole, scandule... derrière ces différentes appellations se cache pratiquement un même produit : la « tuile » en bois. Utilisés depuis des siècles, les bardeaux peuvent convenir à toutes les régions et sont utilisables en toiture, comme en façade. Ils offrent une isolation de 10 à 20 fois supérieure aux tuiles ou ardoises et peuvent se contenter d'une charpente plus « légère » que des tuiles ou ardoises qui sont plus lourdes (la pente doit être au minimum de 30° pour faciliter l'écoulement des eaux). Leur pose est à la portée d'un bricoleur soigneux (voir encadré ci-dessous) et plusieurs entreprises en proposent de nouveau à la vente depuis quelques années. D'un point de vue économique, la solution des



Les bardages acier sont économiquement intéressants et offrent une bonne longévité.

Photo Mickaël Targuy



Toutes les toitures sont possibles sur une construction en bois. Ici, de la tuile provençale et de l'ardoise.



bardeaux est légèrement plus onéreuse qu'une toiture en tuiles, mais le retour sur investissement est garanti. Outre le gain économique en termes d'isolation thermique, la durabilité de ce type de toiture est en effet au moins équivalente à son homologue en tuile ou en ardoise. Au Mont-Saint-Michel, certains toits en bardeaux de châtaignier ont plus d'un siècle. De plus, leur énergie grise est très inférieure aux autres matériaux de couverture, et avec leurs quatre points de fixation par cloutage, alliés à leur recouvrement partiel, les bardeaux sont solidement fixés. Des tests en soufflerie ont mis en avant une résistance à des vents supérieurs à 200 km/h.

Le taillage de leur extrémité en arrondi, pointe ou toute autre forme permet de personnaliser le toit. Si leur pose est effectuée correctement, ils ne nécessitent aucun traitement. Plusieurs essences peuvent être utilisées, les plus performantes étant le mélèze, le chêne, le châtaignier et le robinier (faux acacia).

### Une pose classique

Avant la pose des tasseaux, comme pour toute toiture moderne et ventilée, un film pare-pluie est nécessaire pour éviter une infiltration d'eau en cas de neige ou de brouillard très dense. Les bardeaux peuvent se superposer en 2, 3 ou 4 couches. La pose s'effectue comme pour une toiture classique, en commençant par le bas, sur un côté.



## Une toiture végétale

Pour faire simple, une toiture végétale forme un toit (jusqu'à 35° d'inclinaison maximum) recouvert d'une couche de terre qui devient le support de végétaux. Ce procédé apporte une isolation optimale tant d'un point de vue thermique (la régulation estivale est impressionnante) que phonique, mais aussi une résistance exceptionnelle aux vents violents (pas de risque de tuiles qui bougent). Néanmoins, ce type de toiture se doit d'être réalisé avec une grande rigueur pour éviter tout risque d'infiltration, avec les conséquences que l'on sait dans le cas d'un bâtiment en bois. De plus, la construction (charpente et bâti dans son ensemble) doit être suffisamment résistante pour absorber le surcroît de poids en comparaison d'une solution conventionnelle (jusqu'à 150 kg/m<sup>2</sup> à saturation en eau). Si au sud de la France, quelques arrosages peuvent être nécessaires durant l'été, ce type de toiture ne nécessite guère plus d'entretien qu'une toiture classique, avec au final une longévité supérieure (40 à 50 ans sous réserve d'un film d'étanchéité, type EPDM, d'un seul tenant).



Au-delà d'un indéniable côté bucolique, les toits végétalisés comportent de nombreux avantages.

### EPDM

Ethylène propylène diène monomère (EPDM), ce matériau type des membranes d'étanchéité est aujourd'hui considéré comme le plus résistant dans le temps, mais aussi aux facteurs de dégradation extérieurs. Il est à ce titre plébiscité pour réaliser l'étanchéité des centres d'enfouissement technique (anciennement, les décharges), des mares, etc.

### 3 | Les revêtements intérieurs



Pour une isolation supérieure, le vide situé derrière le Placo® peut également être isolé. Cette pratique est toutefois sujette à discussion car l'isolant s'y trouvant n'est plus protégé des risques de condensation par le pare-vapeur (voir p. xx « Une étanchéité soignée »).

À part dans le cas de constructions en bois empilé, pour lesquelles il est quasiment impossible d'avoir une finition classique des murs intérieurs (papier peint, crépi, peinture sur plâtre, etc.), les maisons à ossature bois disposent de toutes les solutions possibles. On privilégiera ici aussi l'offre en matériaux et éléments de décoration écologiques. La raison en est simple : en 2006, un quart des logements français présentait une forte concentration d'un ou plusieurs polluants, en majorité des composés organiques volatils (COV) dont plusieurs sont classés comme cancérogènes. On les trouve dans les colles (papier peint, moquette, bois aggloméré des meubles, etc.), les peintures, les revêtements plastifiés, etc. Choisir des revêtements écologiques pour ses murs et ses sols, c'est donc aussi privilégier la santé des occupants de l'habitation. Mais c'est

également faire le choix de matériaux respirant, naturels, à l'empreinte écologique souvent faible.

Pour finaliser le choix, il est important de s'intéresser ensuite aux critères de durée de vie et d'entretien.

#### Pour les murs

À l'instar d'une construction traditionnelle, les plaques de plâtre type Placo® (une couche de gypse – matière première du plâtre – entre deux feuilles de carton recyclé)

sont présentes dans la majorité des maisons à ossature bois. Des tasseaux en bois ou des profilés métalliques directement fixés sur l'ossature (voir schéma ci-contre) leur servent de support, tout en ménageant un « vide technique » pour le passage des tuyauteries, des gaines et des boîtiers électriques. En lieu et place de ces plaques de plâtre, certains constructeurs préfèrent le Fermacell® (des plaques de gypse renforcées par des fibres de cellulose). Il s'agit d'une alternative thermiquement plus satisfaisante (isolation et inertie supérieures) et plus solide, mais plus onéreuse et d'une pose moins facile. Sur le plan écologique, contrairement à ce que l'on peut lire ici et là, il n'y a guère de différence. En effet, pour sa fabrication, le Fermacell® nécessite davantage de matières premières, tandis que le Placo® contient un peu de colle pour l'assemblage carton/plâtre. De plus, à la pose, le fabricant du Fermacell® préconise d'utiliser une colle polyuréthane pour réaliser les joints, alors que le Placo® se contente de plâtre...



La pose de plaques de plâtre n'est pas plus difficile dans une maison en bois.

## Le papier peint

Des quatre types de papier peint disponibles sur le marché, trois comportent du vinyle, autrement dit du plastique. Ces papiers (vinyle, vinyle expansé et intissé, assemblage de fibres textiles sur un film vinyle) sont à proscrire dans une construction en bois. Si leur résistance est indéniable, le vinyle les rend étanches et bloque la « respiration de la maison ». Même si la qualité des papiers s'est considérablement améliorée, le papier peint traditionnel reste, quant à lui, fragile et plus délicat à poser. Néanmoins, il est très souvent moins onéreux que d'autres revêtements et n'est pas source d'émissions de substances toxiques dès lors que l'on utilise une colle sans formaldéhyde pour sa pose.





D'un point de vue sanitaire, la seule chose à surveiller avec un papier peint traditionnel c'est le choix de la colle. Un choix d'autant plus facile qu'il est aisé de fabriquer sa propre colle (cf. encadré).

D'un point de vue sanitaire, le choix de la colle est la seule chose à surveiller avec un papier peint traditionnel. Ce choix est d'autant plus facile qu'il est aisé de fabriquer sa propre colle (voir encadré ci-dessous).

#### Une colle à papier peint maison

Pour deux litres de colle (environ 3 rouleaux de papier peint), délayer soigneusement dans une casserole 250 grammes de farine de seigle dans un litre d'eau, jusqu'à obtenir un mélange sans grumeaux. Placer à feu doux, durant 5 à 10 minutes, pour faire épaissir sans cesser de remuer avec un fouet tout en ajoutant progressivement un litre d'eau supplémentaire. La colle est prête lorsqu'en levant le fouet, des gouttes épaisses s'en détachent doucement. Si la pièce à tapisser est sujette à l'humidité, ajouter 2 décilitres d'essence de térébenthine pour rendre la colle imputrescible. Préparer le lé de papier en l'encollant généreusement avec un pinceau large (insister sur les bords), puis le laisser « reposer » plié, durant 4 à 5 minutes. Mettre cette période à profit pour encoller le mur.

## Les peintures

Incontournable dans le bâtiment, la peinture, constituée d'un mélange complexe de différents composants, s'adapte à des supports variés créant ainsi une multitude d'effets. Mais si, par le passé, les peintres fabriquaient leurs peintures eux-mêmes, l'avènement de la chimie a profondément fait évoluer leur métier. Une évolution qui a eu comme conséquence de participer à l'arrivée de nombreux polluants au sein des habitations et autres lieux de vie. Les peintures sont en effet de véritables gisements à COV...

Belexemple d'utilisation de la palette des peintures écologiques (murs et fresques).

Source Natura.



### Les peintures et les COV

Depuis 2011, la législation impose un maximum de 300 g de composant type COV par litre de peinture. Seules les solutions « bio », recourant à des substances naturelles, présentent des taux de COV très faibles voire nuls. Ces peintures sont généralement fabriquées à partir d'huiles végétales (lin, ricin, romarin, lavande), de cire d'abeilles, de résine naturelle de pin, de caséine, de craie, d'argile, d'essence de térébenthine (huile essentielle provenant de la distillation de la résine de diverses espèces de résineux), de distillats d'agrumes, etc. Pour la coloration, il est impératif d'éviter les pigments à base de métaux lourds comme le zinc ou le chrome responsables d'intoxications et de se tourner vers les pigments naturels à base de substances minérales, que l'on trouve dans les sols, ou organiques (animale ou végétale).

Peinture à l'argile. Les deux teintes, composées de la même préparation de base, ont été obtenues en ajoutant des pigments.



### L'essence de térébenthine

L'essence de térébenthine, ou « poix de Bordeaux », est une huile essentielle provenant de la distillation de la résine de diverses espèces de résineux (le plus fréquemment du pin maritime). On la trouve essentiellement dans les magasins de matériaux écologiques.

## Les enduits à la chaux ou à la terre

Utilitaire ou décoratif, un enduit est un revêtement servant à garnir, protéger ou finir une surface. En finition, à la chaux ou à la terre, l'enduit est donc une véritable alternative écologique à la peinture. Sans danger, les enduits à la chaux, et dans une moindre mesure à la terre, offrent une palette de couleurs sans fin, puisque leur est défini par l'ajout de pigments lors de leur préparation. Le rendu final, comme pour les peintures à l'argile, est pastel (pas de brillance), très chaleureux et a évidemment l'avantage de laisser respirer les murs.

### La Sajade®

Derrière cette appellation se cache un enduit composé de coton, de fibres végétales et minérales, le tout lié par de la cellulose. Bien que plus particulièrement adaptée aux travaux



Structure d'un enduit à la terre.



L'aspect de la Sajade est caractéristique, tant au toucher qu'au niveau esthétique



Livrée en flocons, il suffit d'ajouter la quantité d'eau indiquée sur le conditionnement pour que la Sajade® soit prête à être appliquée.

de rénovation, la Sajade® peut aussi s'utiliser dans le cadre d'une construction neuve. Grâce aux fibres qui entrent dans sa composition, elle est naturellement isolante (thermiquement et phoniquement), très résistante aux petites fissures et antistatique (donc très peu salissante). Mais sa principale qualité tient en son aptitude exceptionnelle à réguler l'humidité. Matière perméable à la vapeur d'eau, comme la plupart des revêtements muraux écologiques, elle peut en effet « gérer », selon son fabricant, près de trois litres d'humidité par mètre carré. Cette performance en fait une finition idéale pour les pièces d'eau.

## Les parements pierre ou brique

On peut vivre dans une maison en bois et souhaiter une décoration intérieure en pierre. Les parements en pierre ou en brique sont alors la réponse la plus simple. Plus légers qu'un mur en pierre, ils se posent assez facilement pour un effet visuel garanti. Pour la plupart, ils sont réalisés en béton teinté moulé. De plus, grâce à leur masse, ils contribuent à améliorer l'inertie thermique des constructions.

## Les lambris

Si les lambris en matière plastique sont à proscrire parce qu'ils contribuent à la pollution de l'air intérieur via leurs émissions de polluants, leurs homologues en bois constituent un revêtement mural à la fois écologique et décoratif. Ceux-ci donnent une ambiance chaleureuse à une pièce, tout en améliorant son acoustique. Aujourd'hui, l'offre de lambris est très complète, de la finition brute au prêt à poser (vernis ou peint). La pose peut s'effectuer dans toutes les pièces, mais elle nécessite quelques précautions pour éviter de faire gondoler le mur sous la dilatation des lattes. De plus, il est préférable de les protéger des rayons solaires directs pour éviter leur décoloration (surtout les finitions peintes). Enfin, pour des raisons écologiques et sociales, comme pour tout achat, il convient de privilégier les productions nationales.





La possibilité de jouer sur l'angle de pose offre des effets visuels qui peuvent être intéressants. Ici, des lambris teintés d'origine, posés horizontalement, permettent d'agrandir visuellement la pièce.



La durée de vie des parements pierre ou brique est très largement supérieure à tous les autres revêtements muraux, toutefois ce sont des « pièges » à poussière, et leur fabrication est très énergivore.

### Plébiscite pour les peintures écologiques

Au-delà de l'aspect santé, les peintures naturelles, ou peintures dites bio, sont souvent d'une qualité supérieure aux peintures traditionnelles. Leur pouvoir de pénétration et de recouvrement est plus important, tandis que leur perméabilité laisse le mur respirer et contribue à éviter des problèmes de moisissures. Leur application est étonnamment agréable (texture, odeur), et leur « charge » naturelle fait qu'elles coulent moins. En outre, elles sont naturellement plus antistatiques, donc moins sensibles aux dépôts de poussière. Si le prix au mètre carré est supérieur aux versions chimiques, la surface couverte correspond à celle indiquée sur le pot, contrairement au surdimensionnement habituel des solutions classiques. Au final, leur utilisation ne s'avère guère plus coûteuse... et côté entretien, pas de souci, la plupart sont également lessivables.



## Pour les sols

Carrelage, moquette, parquet, tapis, linoléum, pierre naturelle... l'offre est pléthorique en matière de revêtement de sol. Deux cas de figures sont possibles, selon que la dalle de sol est en béton ou en bois. Si vous avez choisi le béton, tous les revêtements sont envisageables, comme pour une maison classique, et les problèmes de dilatation des planchers massifs ou flottants sont quasi inexistants. Par contre, sur une dalle en bois, le carrelage et la pierre naturelle nécessitent une pose spécifique pour se conserver dans le temps, alors que les autres matériaux sont utilisables sans souci. Cependant, dans le cadre d'une approche écologique, le choix des sols revêt une importance peut-être encore plus grande que pour les murs. Moquette, tapis, linoléum synthétique, dalle de sol en PVC, etc. sont autant de source d'émanation de substances dont on gagnerait à se passer, notamment les enfants en bas âge qui sont souvent en contact direct avec les revêtements de sol.

## Les sols durs et froids

D'une durabilité exceptionnelle, leur pose est délicate sur une dalle en bois (voir encadré ci-dessous). De plus, si leur fraîcheur est appréciée en été, elle devient un handicap en hiver, notamment dans les chambres.



Sur une dalle en bois, la pose de carrelage nécessite préalablement la réalisation intermédiaire d'une dalle en béton armé. Une épaisseur de 5 cm est suffisante sur une dalle en bois épais.

### La pierre naturelle

À tout seigneur, tout honneur, mis à part la terre battue, la pierre naturelle est probablement le plus ancien matériau utilisé pour garnir les sols. Avec l'avancée des techniques, sa finition est devenue exemplaire, sans pour autant avoir perdu son caractère naturel, robuste et passe-partout, le tout avec une longévité impressionnante. Son contact froid et dur est préférable dans les lieux de passage et pièces de jour (salon, salle à manger). Pour la cuisine, si la majorité des pierres est possible, il faut se garder d'un sol avec des pierres poreuses, sources de tâches et de salissures indélébiles.

### Les carreaux en terre cuite

Les carreaux en terre cuite sont encore actuellement fabriqués de manière traditionnelle : argile, feu et eau. Les coloris sont multiples : du beige au rouge en passant par l'ocre et le brun. Une finition

à la cire naturelle leur apporte éclat et facilité d'entretien. Ils ont leur place dans toutes les pièces.

## Le carrelage

Si les carrelages et autres céramiques cumulent de nombreuses qualités (simples d'entretien, décoratifs, hygiéniques...), l'émaillage n'est pas la technique de fabrication la plus écologique.

### Carrelages et compagnie sur dalle en bois

La pose de pierre, carrelage ou autres carreaux sur un sol en bois n'est pas possible directement. Le principe est de désolidariser le carrelage du bois en passant par une couche intermédiaire. Pour cela, outre une chape béton armée de faible épaisseur (avec un espace de dilatation sur son pourtour), deux solutions ont fait leurs preuves : la natte Kerdif, en polyéthylène souple, de Schluter ; - le Fermacell. La seconde solution est à privilégier pour d'évidentes raisons sanitaires, environnementales et thermiques. Les panneaux de Fermacell, d'une épaisseur de 25 mm pour la résistance, sont fixés directement sur la dalle en bois et jointés avec une colle souple, en laissant sur le pourtour un espace de dilatation. La pose des carreaux s'effectue directement sur les plaques, également avec une colle souple.

## Les sols isolants et durables

Chauds, chaleureux et résistants, ce sont les revêtements de sol de prédilection.

### Le parquet en bois

Le bois apporte au sol ses qualités isolantes, sa chaleur et une longévité importante (elle est cependant moindre que celle des solutions minérales précédentes). Adapté à quasiment toutes les pièces, il nécessite toutefois un entretien régulier et est sensible aux rayures (griffes de chien, etc.) ainsi qu'au poinçonnement (talons aiguilles, etc.). Le chêne, le châtaignier et le robinier sont d'excellentes essences pour un parquet de qualité. Dans les pièces d'eau (salle de bains, W.-C., cuisine), une vitrification naturelle avec une « huile dure » s'avère indispensable car elle permet de durcir le bois et de le rendre étanche. Les différentes couches de protection s'apposent directement sur le parquet. D'un point de vue environnemental, privilégiez un bois non traité et issu d'une production locale.



La durée de vie des parquets flottants est nettement inférieure au vrai plancher en bois massif d'une essence « noble ».





Le catalogue des fabricants, ici Fabo, permet une grande diversité de formes et de couleurs.

### Le linoléum

Inventé au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, c'est peut-être le plus intéressant des revêtements de sol écologiques. Néanmoins, attention à ne pas se laisser induire en erreur par les revêtements synthétiques parfois vendus sous ce nom. Composé d'huile de lin, de colophane, de farines de liège et de bois, de calcaire, de pigments naturels (oxyde de fer) et de jute (refusez le polyester), le linoléum est un matériau naturel qui cumule les avantages : remarquable résistance à l'usure, possédant des propriétés

bactéricides et anallergiques, antistatique, ayant une chaleur proche de celle du bois, un bon confort acoustique et une grande variété de coloris. Pour finir, c'est un matériau facile à vivre, nécessitant seulement le passage d'un simple tissu humide pour l'entretien. Mais, il reste un peu sensible aux talons aiguilles les plus « affûtés » et son usage dans les pièces d'eau est à proscrire.

### Le parquet en liège

Provenant de l'écorce du chêne-liège, qui se renouvelle en une dizaine d'années, le liège est le matériau écologique par excellence et le seul à concurrencer sérieusement le linoléum. Réputé pour ses propriétés isolantes (thermique et phonique), il apporte une grande quiétude aux pièces qu'il habille. Flexible, il est très confortable, sa surface offrant, en outre, l'avantage de ne pas être glissante comme un parquet ciré. Sa pose est identique à celle d'un parquet flottant. Les dalles présentent en outre un vaste choix de couleurs permettant la réalisation de fresques. Enfin, côté entretien, c'est la copie conforme du linoléum, car il ne nécessite qu'un simple passage de tissu humide. Seul bémol au regard du linoléum, sa résistance inférieure à l'usure.



Outre ses propriétés isolantes, le liège est également apprécié pour sa très bonne résistance à l'usure et la diversité de ses coloris.



Le prélèvement de l'écorce sur l'arbre, correctement mené, ne compromet pas la vie de l'arbre.

## Les revêtements d'origine végétale

Ces revêtements sont à proscrire des cuisines et salles de bains, pour cause de non-résistance à l'humidité. De plus, leur pose (sauf pour les tapis) nécessite l'emploi de colle et leur nettoyage n'est pas des plus simples en cas de tache...

### Le sisal

Fabriqué à partir des feuilles séchées de l'agave sisalana, originaire des pays subtropicaux, le sisal est un matériau extrêmement solide, très souple, ce qui rend son tissage aisé. Agréable au toucher, d'un rendu brillant, il est relativement isolant.

### Le jute

Le jute est issu d'une plante herbacée originaire d'Asie. Sa transformation donne une fibre souple et brillante qui, grâce à un séchage au soleil, peut prendre une variété infinie de couleurs. Particulièrement adapté aux chambres et aux bureaux, il ne supporte pas bien les passages intensifs.



La diversité de structures comme de couleurs est grande pour les revêtements de sol d'origine végétale.

### Le coco

La fibre de coco est un matériau plutôt rustique, à l'aspect ébouriffé lorsqu'il est travaillé à la main. Bien qu'il gratte un peu les plantes de pieds nus ou en chaussette, sans être désagréable, son avantage majeur tient à son prix, peu élevé. Malheureusement, sa longévité et son entretien sont très moyens.

### Le jonc de mer

Cultivé en Chine dans des rizières côtières, ce jonc présente l'avantage d'un fil imperméable et résistant aux taches. Il se distingue des autres revêtements d'origine végétale car son entretien est aisé : une éponge humide suffit.

### Le lin

Les fibres de lin viennent de la tige de la plante. Le lin n'est utilisé que rarement en tant que fibre. On le retrouve uniquement pour la réalisation de tapis haut de gamme, résistant et lumineux.

### La laine

Fibre textile animale la plus importante, la laine se retrouve sous forme de feutre ou de tapis/moquette tissée. Très confortable, elle est souple, relativement résistante, et contribue à la quiétude des lieux qu'elle habille (bonne isolation thermique et phonique).



## 4 | Le chauffage

Avant toute chose, partant du principe que la meilleure énergie est celle que l'on ne consomme pas, il est préférable d'optimiser l'isolation et l'étanchéité d'une maison dès sa conception afin de limiter ses besoins en chauffage.

### Le bois

Aussi paradoxal que cela puisse paraître, on peut sans problème se chauffer au bois dans une maison... en bois ! À l'image du matériau de construction renouvelable et capteur de CO<sub>2</sub>, le bois énergie est également renouvelable, sous réserve de replanter des arbres et de respecter le taux de renouvellement. Si le bois semble être une énergie bon marché, le rendement au stère (le mètre cube de bois) dépend de plusieurs paramètres : l'essence (les bois durs ayant un pouvoir calorifique supérieur), son séchage (deux ans minimum) et le type d'installation de chauffage. Ainsi, la traditionnelle cheminée à feu ouvert est de très loin le moyen le moins performant (y compris pour la santé), même si son attrait est indéniable (vision du bois qui se consume et crépitement des flammes). Aujourd'hui, en dessous de 75 % de rendement, le mieux est de passer son chemin. Avec cette énergie, il est aussi nécessaire de se poser la question de l'autonomie de fonctionnement. Une autonomie de 48 heures garantit une relative liberté pour, par exemple, partir en week-end sans crainte de revenir dans une maison froide. Sont présentées, ci-dessous, les deux solutions satisfaisant à ces minima de rendement et d'autonomie.





La disponibilité des granulés doit être prise en compte lors de l'achat du poêle.

## Les poêles à granulés

Également dénommés poêles à pellets, ils fonctionnent quasi exclusivement à partir de « granulés de bois ». Grâce à un stockage intégré, les plus performants parviennent à une autonomie de deux à quatre jours, pour un rendement pouvant aller jusqu'à 90 %. Cette optimisation du fonctionnement contribue à des émissions polluantes relativement faibles. La fiabilité de ces appareils est maintenant au rendez-vous. Leur pilotage par électronique permet de bénéficier de différents programmes de

fonctionnement, comme l'abaissement de la température en journée lorsque la maison est inoccupée et la remontée de celle-ci juste avant que ses occupants ne reviennent. Sur le registre du confort, il est bon de savoir que certains de ces appareils peuvent bénéficier d'une alimentation automatique en granulés provenant d'un espace de stockage de grande contenance. De même, pour les poêles de forte puissance, des fabricants proposent des systèmes à coupler à un ballon d'eau chaude sanitaire, à un réseau de chauffage central ou à un système de diffusion d'air chaud via des gaines, ce qui permet de chauffer plusieurs pièces facilement.



S'il peut être utilisé dans le cadre d'un chauffage central, le système à granulés se rencontre le plus souvent sous la forme d'un poêle « traditionnel » à l'autonomie limitée.

## Les granulés bois/bois déchiqueté

La transformation du bois génère d'importantes quantités de déchets (coupes de branchages, sciures, etc.). Les granulés, ou pellets, exploitent ces déchets. Séchés, broyés puis compactés, ils forment des granulés dont la cohésion est due à la lignine, une substance naturellement présente dans le bois et extirpée lors de la compression. Des fabricants ajoutent parfois un liant végétal, type amidon de maïs, pour augmenter la cohésion. La ressource en granulés bois reste encore aléatoire selon les régions, il est donc nécessaire de se renseigner localement avant d'investir dans un poêle à granulés. Le bois déchiqueté provient des mêmes déchets, mais sa production se limite à un broyage relativement régulier et à son séchage. D'un point de vue énergétique, le granulé l'emporte sur le déchiqueté, mais son bilan écologique est moins bon et son coût à l'achat supérieur.

## La chaudière automatique

Depuis longtemps des chaudières automatiques au bois alimentent un chauffage central et offrent un confort d'utilisation comparable à leurs homologues au fioul ou au

gaz. Si elles étaient autrefois installées essentiellement chez des agriculteurs, elles suscitent aujourd'hui, à juste titre, l'intérêt de particuliers ayant de grands volumes à chauffer. Bien que la chaudière à bois coûte plus cher, le « carburant » que l'on y met est nettement moins coûteux et ses tarifs beaucoup plus stables. Ainsi, sur une quinzaine d'années, le coût global est quasiment identique (achat, entretien, énergie), le gain se situant au niveau du crédit d'impôt.

Un chauffage central à chaudière automatique au bois est constitué de quatre sous-ensembles distincts :- une aire de stockage du bois, à proximité de la chaudière et à l'abri de l'humidité (pièce dédiée, silo, etc.). Ce local doit être facilement accessible pour son approvisionnement ;- un dispositif d'alimentation de la chaudière. D'une taille plus ou moins régulière, le combustible bois est généralement acheminé jusqu'au foyer de combustion par un système à vis sans fin ou à aspiration ;- la chaudière automatique. Il existe des modèles à combustible mixte (bois déchiqueté, bûches, granulés, paille, etc.). Leur rendement réel est souvent inférieur aux chiffres du constructeur. Par ailleurs, le pouvoir énergétique des bûches variant énormément et celui des granulés leur étant très supérieur, la chaudière ne peut avoir un fonctionnement aussi optimisé qu'un modèle brûlant toujours le même type de combustible. Toutefois, en comparaison du fioul ou du gaz, la seule intervention supplémentaire tient au déchargement qui doit être effectué régulièrement (de quelques semaines à deux mois, selon la taille du collecteur) ;- le réseau de radiateurs ou plancher chauffant. Il est identique en tout point à un chauffage au fioul ou au gaz.



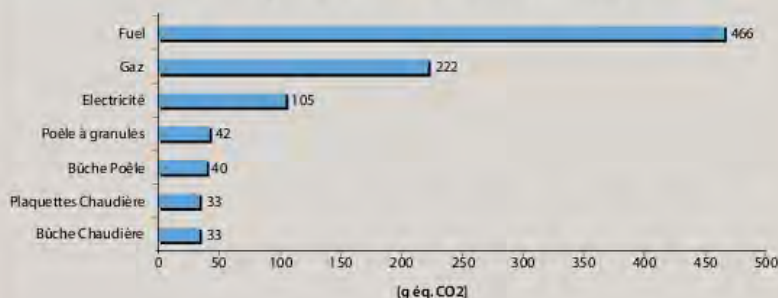
Dans le cadre d'un chauffage central, l'utilisation d'une chaudière à bois demeure une solution peu répandue, malgré son intérêt environnemental et la stabilité du prix du bois combustible. Certaines chaudières permettent d'utiliser différentes sources de bois (bûches, granulés, paille...), rendant leur propriétaire moins dépendant de ses fournisseurs de combustible.



### Chauffage au bois et écologie : des progrès à faire

Si en termes d'émissions de gaz à effet de serre, le bois est le plus propre et le seul à restituer plus d'énergie qu'il n'en consomme de non renouvelable, il n'en va pas de même en matière de pollution de l'air. Tous secteurs confondus (domestique, collectif et industriel), l'énergie bois représente 27 % des émissions nationales de particules fines PM10 (particules en suspension dans l'air, d'un diamètre inférieur à 10 micromètres) et même 40 % des PM2,5 (diamètre inférieur à 2,5 micromètres) plus dangereuses. De même, son bilan en émission de métaux lourds fait partie des plus préjudiciables. Ces niveaux s'expliquent par un parc installé où les deux tiers des appareils présentent un niveau de performances peu satisfaisant. Néanmoins, les industriels font de grands progrès en la matière. Citons à ce titre l'Alsacien Fondis, le premier à proposer une technologie « propre ». Dénommée, « Zéro CO », cette dernière repose sur l'incorporation d'un catalyseur actif à tous les stades de la combustion et plus particulièrement dans les phases critiques (allumage et extinction). Avec cette technique, ce constructeur avance un taux de monoxyde de carbone inférieur à 0,03 % (soit dix fois inférieur au label Flamme Verte, créé en 2000 par l'Ademe et les constructeurs français d'appareils de chauffage au bois pour garantir, en théorie, les plus hautes performances énergétiques et environnementales). En allure normale, cette technologie créée par Fondis voit le taux d'émission des poussières chuter de 90 %, tandis que les rejets de composés organiques volatils diminuent de 86 %.

Emissions de gaz à effet de serre lors de la combustion (source ADEME)



## Autres énergies

### La géothermie

En captant la chaleur du sol ou des nappes phréatiques par un système de pompe à chaleur, la géothermie offre une solution de chauffage particulièrement performante pour les particuliers. De plus, à l'inverse de la plupart des autres énergies renouvelables, elle est disponible 24 heures sur 24 et 365 jours sur 365, avec un potentiel énergétique d'une grande stabilité. Toutefois, la dimension du capteur impose de disposer d'une surface de terrain environ deux fois plus grande que la surface à chauffer ou d'être autorisé à installer un captage vertical. Fonctionnant à l'électricité, une pompe à chaleur géothermique, avec un coefficient de performance énergétique (COP) moyen

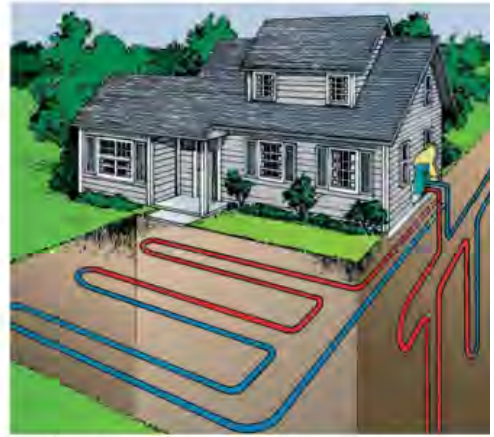
de 4, permet d'intéressantes économies : chaque kWh consommé produisant l'équivalent de 4 kW de chauffage. De plus, et ce n'est pas le moindre de ses avantages, ce type de chauffage est le plus souvent réversible, ce qui permet de rafraîchir l'habitation en été, ou encore, de chauffer l'eau d'une piscine. Enfin, il convient de souligner l'absence de conduit d'évacuation de fumée, le non-stockage de combustible, et le bénéfice d'un crédit d'impôt de 40 % sur les frais d'installation.

## L'électricité

D'un point de vue écologique, le chauffage électrique serait parfait (aucune émission de gaz) si la production de l'électricité, au niveau mondial, n'était pas problématique car très polluante, puisqu'elle fait appel majoritairement à des centrales thermiques au gaz, au fioul et au charbon. À ce jour, la solution parfaite n'existe pas, et, bien que le nucléaire présente un bilan flatteur en ce qui concerne la faiblesse des gaz à effet de serre émis, ses problèmes de sécurité, ses risques d'accident et la gestion de ses déchets n'ont toujours pas de réponse. Cependant, pour des besoins en chauffage très réduits, comme cela doit être le cas dans une maison en bois correctement réalisée et de petite surface (moins de 100 m<sup>2</sup>), la solution électrique n'est pas inintéressante. Les radiateurs à inertie, également dénommés à chaleur douce, possèdent un habillage en fonte d'aluminium et, pour les plus performants, un intérieur de céramique parcouru par des résistances électriques. Ils emmagasinent la chaleur rapidement pour, ensuite, la diffuser lentement et longtemps, procurant ainsi un gain énergétique si on les compare aux solutions plus classiques. Économiquement, malgré une facture énergétique plus élevée que les énergies précitées, le faible investissement de départ rend cette solution très concurrentielle lorsque les besoins sont limités.

## Solaire et éolien

Du rêve de devenir indépendant au niveau énergétique à la réalité, il y a encore un fossé pour celui qui veut



La géothermie, avec ses capteurs souterrains (horizontaux ou verticaux), fournit un moyen de chauffage de qualité économique à l'utilisation mais hélas pas à l'achat.



Si les radiateurs à inertie sont plus chers à l'achat, leur utilisation est nettement plus économique que les convecteurs tout comme le niveau de confort qu'ils procurent.



Les pompes à chaleur ont connu un grand succès en bénéficiant d'un crédit d'impôt très incitatif. Néanmoins leur installation reste onéreuse et, surtout, elles ne peuvent constituer l'unique source de chauffage dans les régions où les températures inférieures à zéro sont fréquentes.



garder son confort. Autrement dit, sans faire des choix de vie draconiens, il est illusoire de vouloir s'affranchir d'EDF ou d'un de ses concurrents. Néanmoins, le solaire et l'éolien sont aujourd'hui des techniques fiables et il est légitime, quand on s'engage dans une opération d'habitat écologiquement satisfaisante, de s'interroger sur la pertinence de ces solutions pour un particulier. Pour être clair et direct, actuellement seul le solaire thermique, pour la production d'eau chaude sanitaire notamment, est financièrement et écologiquement intéressant. Le raccordement d'un ou plu-

sieurs panneaux de ce type à un ballon d'eau chaude est viable, que l'on habite le sud ou le nord de la France. Le gain énergétique est réel et l'économie qui s'en suit tout aussi significative car elle permet un amortissement de l'installation en 5 à 10 ans selon l'ensoleillement local. Concernant le solaire photovoltaïque et l'éolien, tous deux dévolus à la production d'électricité, les technologies actuelles ne sont pas adaptées aux particuliers. Bien qu'elles bénéficient d'un tarif de rachat attractif et obligatoire par EDF, elles sont encore trop onéreuses à l'achat et à l'entretien, y compris pour le solaire dont les onduleurs doivent être changés régulièrement, entre autres. De plus, l'énergie grise d'un panneau solaire photovoltaïque est tellement déplorable, que son amortissement environnemental n'intervient, dans le meilleur des cas, qu'au bout d'une quinzaine d'années sans problèmes techniques... Même à l'échelle industrielle, si l'éolien a un intérêt environnemental, énergétique et économique indéniable, le solaire photovoltaïque est une hérésie dont le seul intérêt est économique sous réserve de surfaces conséquentes groupées et du « sponsoring » forcé d'EDF via des tarifs d'achat de l'électricité qui n'auront qu'un temps.



**Solaire et éolien, un business peu durable pour EDF**

EDF achète l'électricité produite par le solaire et l'éolien à un tarif supérieur à celui de la revente. Une situation économique invraisemblable et peu durable qui, lorsqu'elle disparaîtra, verra la fin du solaire photovoltaïque que nous connaissons. Pour l'éolien, la situation sera aussi plus complexe, mais par son rendement et sa production très supérieure, cette énergie devrait perdurer sans difficulté.

**Le point sur les VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée)**

Dans les maisons actuelles, relativement étanches, et a fortiori encore plus dans une construction en bois, le recours à une VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée) est indispensable pour renouveler l'air et éviter des problèmes d'humidité et de moisissures. Néanmoins, le système le plus répandu, la VMC simple flux ordinaire, aboutit à refroidir la maison en hiver et à la réchauffer en été. Autrement dit, son impact sur la consommation d'énergie concourt à augmenter la facture. À l'opposé, la VMC double flux réchauffe l'air neuf introduit dans le logement, en récupérant la chaleur de l'air évacué. En comparaison d'une simple flux, son bilan énergétique est nettement plus intéressant avec une économie sur les pertes d'énergie d'environ 70 %. Toutefois, son prix est dissuasif, entre 1 500 et 3 000 €, et son entretien plus contraignant. Modèle intermédiaire, économiquement plus abordable (moins de 800 €), la VMC hygroréglable est probablement appelée au succès. Sur la base d'une simple flux, elle régule le débit d'air en fonction des besoins de ventilation par un capteur d'humidité.

## 5| Bois et grisaillement

Comme on a pu le voir précédemment, une construction en bois, bien conçue et réalisée, ne nécessite pas plus d'entretien qu'une construction maçonnée. Certaines essences sont naturellement résistantes aux aléas du temps et de la météo, tandis que d'autres nécessitent un traitement thermique à cœur ou une protection en surface par un écran à renouveler plus ou moins régulièrement (peinture, vernis, etc.).

### Au naturel

Une essence naturellement imputrescible, ou traitée thermiquement pour lui apporter une résistance équivalente, ne demande aucun entretien. Aussi, en l'absence de risques de détérioration, les traitements apportés sur ces façades n'ont qu'une vocation décorative. En effet, sous l'influence des intempéries, du soleil et de la lune, les bois non protégés changent d'aspect en quelques mois. Leur teinte, naturellement plus ou moins brune, devienne progressivement gris pour se stabiliser, en quelques années,

en une teinte variant du gris foncé au gris argenté. Si ce grisaillement ne s'effectue qu'en surface, sans affecter la résistance naturelle du bois, il n'est que rarement accepté par les propriétaires, même si des débordements de toiture très conséquents permettent de le limiter en empêchant la pluie de frapper les façades.



Le grisaillement de cette façade en bois modifié thermiquement n'altère en rien sa durabilité. C'est de loin la solution la plus intéressante d'un point de vue économique et temporel.

#### Grisaillement...

Exposé uniquement aux ultraviolets solaires, le bois prend une teinte brune, tandis qu'associé à la pluie, ces mêmes rayons le feront grisailler.

## Traitements...

Outre des débordements de toiture conséquents, le seul moyen d'empêcher le grisaillage est de recouvrir le bois d'un revêtement. Trois solutions existent :

- les vernis. Ces produits forment un film dur et transparent, laissant le bois visible. La protection contre le grisaillage n'est pas totale, et leur durabilité est réduite ;

- les lasures. Elles forment un film relativement souple, plus ou moins transparent, laissant la texture et la teinte du bois apparaître. Leur transparence dépend des pigments et de leur quantité. La protection contre le grisaillage n'est pas totale ;

- les peintures. Elles forment un film rigide et opaque qui protège le bois des UV et cache sa structure, rendant tout risque de grisaillage impossible. Généralement d'aspect satiné, elles doivent être microporeuses, pour laisser le bois respirer.

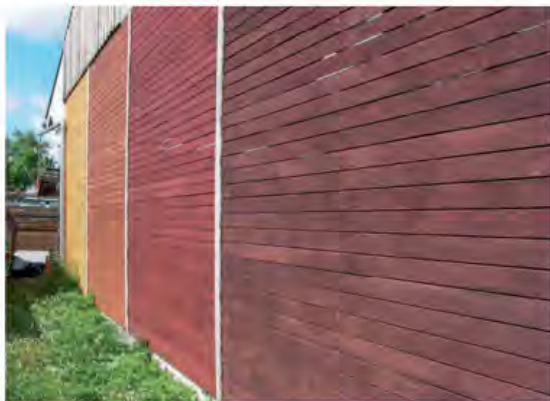
Toutefois, quelques essences s'avèrent incompatibles avec certains produits de finition. C'est notamment le cas du châtaignier, du chêne, et du western red cedar, pour lesquels il est nécessaire de s'assurer de la compatibilité avec le revêtement de finition prévu.

Même si la durabilité de ces produits s'est considérablement améliorée, ces revêtements ne sont pas inaltérables. La fréquence

Qu'il s'agisse d'une lasure, d'un vernis ou d'une peinture, la protection de ces traitements est uniquement superficielle, et ne peut donc se substituer à l'utilisation d'un bois durable face aux intempéries. Ici, un exemple de EMT en bardage avec lasure bio teintée.



Ce type de débordement protège simultanément les façades de la pluie et des rayons solaires estivaux, diminuant donc respectivement le grisaillage et les risques de surchauffe. Toutefois, leur importance limite les apports de lumière naturelle.







d'intervention dépendra de l'exposition aux aléas météorologiques, les façades ensoleillées et exposées à la pluie nécessitant un entretien nettement supérieur. Sur une période d'une trentaine d'années, équivalente à la durée de vie moyenne d'un crépi maçonné, environ quatre interventions seront requises, pour un coût final équivalent à un ravalement lourd sur une construction traditionnelle.

Plébiscitée dans les pays nordiques et disponible en trois couleurs (rouge, noir et gris), la vraie peinture de Falun est toujours fabriquée d'après la même recette : du pigment de la mine de Falun, de la farine, de l'huile de lin et de l'eau. Elle s'applique uniquement sur des bois non peints et non rabotés. Son bilan environnemental et la protection apportée au bois sont excellents.

PARTIE 4

# LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE CONSTRUCTION



# 1| Fondations, soubassements et dalles

Quel que soit le mode constructif, avant l'élévation des murs il convient de s'intéresser au sol qui va porter la maison. Sa nature (roche, terre arable, argile, etc.) et le climat local (intempéries, températures, etc.) conditionnent les types de fondation et de soubassement envisageables. Cette étape est particulièrement importante pour assurer la durabilité de la maison. Un mauvais choix, et c'est son devenir qui peut être compromis. Ainsi, les fondations et le soubassement d'un bâtiment en bois n'ont que peu de chances de convenir à une construction en béton, car ils ne pourraient résister au surplus de poids. La réciproque n'est également pas viable. En effet, pour éviter tout risque de remontée d'humidité, les constructions en bois ne reposent pas directement sur le sol, un ouvrage maçonné et une membrane synthétique les en isolent le plus souvent.

## Les fondations



Par sa relative légèreté, le bois permet, à surface identique, d'avoir des fondations moins importantes.

Leur vocation est d'encaisser la charge verticale induite par le poids de la construction et éventuellement la surcharge liée à la présence de neige (un paramètre non négligeable dans les zones montagneuses). De même, elles assurent la stabilité du bâtiment face aux forces horizontales liées au vent et aux mouvements naturels des sols. Les fondations sont en place pour la durée de vie de la construction, mais si un problème survient ensuite, il est difficile et onéreux d'intervenir dessus. Aussi, en cas d'incertitude sur la nature du terrain, il ne faut pas hésiter à demander une étude du sol pour déterminer et dimensionner le système de fondations requis. De même, sur les terrains les plus humides, la pose d'un drain peut s'avérer nécessaire pour prévenir les risques de remontée d'humidité (une remarque qui vaut aussi pour les constructions maçonnées...).



**À retenir**

C'est au moment des fondations, pendant qu'une pelleteuse est sur place pour les préparer, qu'il faut prévoir les tranchées pour l'arrivée d'eau, d'électricité et des télécommunications. De même, si l'installation d'un puits canadien vous tente, autant faire son terrassement maintenant. Cela contribuera à diminuer sensiblement son coût d'installation (photo ci-dessous).

## Le soubassement

Transition entre les fondations et la zone habitable, le soubassement peut être envisagé de différentes manières. Dans le cas d'une construction en bois, une attention particulière est de mise pour éviter tout risque de remontée d'humidité et/ou d'arrivée de ravageurs (champignons, termites, etc.). Si les pilotis étaient privilégiés jusqu'au <sup>xix</sup><sup>e</sup> siècle, les dalles sur terre-plein sont aujourd'hui les plus usitées car leur coût est faible.



## Le vide sanitaire

Constitué d'un mur en béton, de quarante à soixante centimètres de hauteur, se répartissant sur l'ensemble de la périphérie de la maison et sous ses éventuels murs porteurs intérieurs, le vide sanitaire est intéressant à plusieurs titres. Ventilé et accessible, il contribue à préserver l'habitation de l'humidité du sol, tout en participant à la régulation de sa température intérieure été comme hiver. Par ailleurs, il offre un accès aisé à toutes les canalisations présentes sous la dalle de sol. Sur sa partie supérieure repose une barrière d'étanchéité sous la forme d'un film bitumeux ou d'une membrane spécifique.



Pour les constructions en bois, le vide sanitaire est le plus souvent associé à la technique de l'ossature bois.

## Le sous-sol

Le sous-sol correspond à un niveau supplémentaire de la maison, obtenu en creusant davantage le sol naturel. Cet espace est généralement destiné à des pièces techniques (chaufferie, garage, buanderie, etc.). Son drainage doit être soigneusement étudié pour éviter inondations et infiltrations. Il est tout à fait envisageable dans le cas d'une maison en bois, mais ne sera pas réalisé avec ce matériau, les parpaings en béton y régnerant en maître. Ici, plus qu'ailleurs, les possibles risques de remontées d'humidité doivent faire l'objet de toutes les attentions de la part du constructeur.



Les constructions en bois sur sous-sol font généralement appel à la technique de l'ossature bois ou des poteaux poutres, comme ici.



Les maisons en bois s'adaptent aisément à des conditions variées, comme ici sur un terrain en pente, où la légèreté du bois permet de recourir à des pilotis.



Les plots sont des fondations légères. Comme les pilotis, ils préservent la topographie du terrain.



Les poêles à inertie offrent une consommation de bois réduite tout en diffusant régulièrement la chaleur accumulée dans leur masse. Revers de la médaille, leur poids, souvent proche d'une tonne, impose de prévoir leur implantation dès la conception de la maison.

## Les pilotis

Réalisés en bois, voire en métal, c'est la solution la mieux adaptée aux terrains très inclinés et/ou très humides. Si certains ne sont que de « simples pieux » supportant la construction, d'autres se prolongent au-delà de la dalle de sol pour former, en partie, l'ossature du bâtiment. Les bâtiments construits avec cette technique sont particulièrement résistants aux efforts latéraux (vents forts, séismes, etc.). Étant quasiment toujours en contact avec l'humidité, les pilotis doivent impérativement être réalisés à partir d'essences naturellement résistantes à un tel usage (robinier, châtaignier, chêne, etc.) ou traitées en conséquence (autoclave, etc.). Quelle que soit la technique retenue, comme pour les plots en béton (voir ci-dessous), la répartition des pilotis doit impérativement tenir compte des charges occasionnées par la construction à venir (murs porteurs, poêle à inertie, etc.).

### Bon à savoir

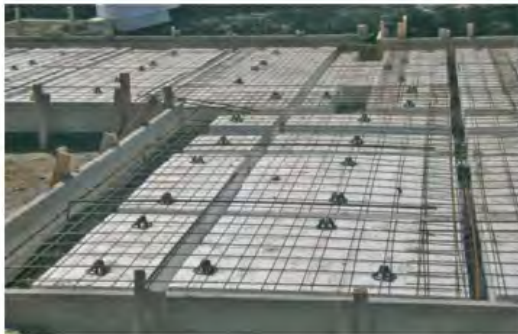
Les pilotis offrent l'avantage de limiter les risques d'intrusion des insectes par le sol. S'ils sont mis en œuvre dans une région où ces risques sont importants, aucune pièce en bois ne doit être en contact direct avec le sol (les pilotis en métal s'imposent alors, ou un mixte plots/pilotis). Dans ce cas, les escaliers doivent également commencer par une à deux marches en béton.

## Les plots

Les plots sont une sorte de pilotis, d'une hauteur inférieure et en béton. S'ils n'offrent pas le même niveau d'adaptabilité que des pilotis sur des terrains en forte pente, ils constituent toutefois une solution fréquemment retenue sur des sols classiques pour isoler la construction des remontées d'humidité et, dans une moindre mesure, des insectes xylophages.

## Le dallage sur terre-plein

Provenant des États-Unis, cette technique est économiquement la plus intéressante. Elle consiste en une dalle en béton coulée sur une plate-forme (pierres, tout venant, sable, etc.) reposant sur le sol. La dalle intègre un film polyéthylène pour bloquer les remontées d'humidité et un isolant (généralement du polystyrène). Le plus souvent liée aux fondations, elle sert d'assise à la construction, tout en formant son plancher bas.



Le dallage sur terre-plein ne doit son succès qu'à son faible coût. Ici la zone de réception et le coffrage sont prêts pour recevoir la future dalle béton. Les blocs d'isolant et les évacuations et arrivées (eaux, électricité, etc.) sont en place. Le ferrailage pour le béton armé est positionné. La dalle est coulée.



La hauteur de la dalle à partir du sol est d'au moins 20 cm, pour séparer les éléments en bois du terrain. (Trente centimètres lorsqu'il y a un risque de rebondissement de l'eau sur le sol, au pied des façades, ou moins de vingt centimètres si des débords de toiture protègent le bas des murs.) Néanmoins, bien qu'elle soit le gage d'une inertie thermique importante, fort agréable en été, elle comporte nombre d'inconvénients que les constructeurs oublient un peu trop facilement... Outre son temps de séchage qui allonge les délais de construction, elle n'est pas adaptée aux terrains en pente et/ou humides, tandis que toute intervention ou changement de distribution des canalisations et autres conduits qui s'y trouvent est quasiment impossible.



Le système de poutrelles en béton précontraint + hourdis est une solution efficace, très répandue pour les bâtiments maçonnés.

## Les dalles de sol

Comme tout édifice, la maison en bois repose sur une dalle en béton ou en bois, zone de liaison entre l'espace « soubassement » et le sol du rez-de-chaussée. Cette dalle comporte le plus souvent un isolant et constitue la surface d'accueil de la construction. Pour cela, sa résistance et son élaboration doivent correspondre à la future répartition des charges pour les transmettre, de façon homogène, au soubassement et aux fondations.

## En béton

Parallèlement aux dalles sur terre-plein, il est possible de réaliser une dalle en béton sur un vide sanitaire, un sous-sol ou des plots. Le plus souvent, la dalle est réalisée à partir de poutrelles en béton précontraint entre lesquelles prennent place des hourdis en béton, ou en plastique, polystyrène, brique, etc., le tout recouvert par une chape en béton de 4 cm au minimum. En plus d'une performance thermique moindre que celle d'une dalle

en bois, la dalle en béton a pour principaux handicaps l'exigence pour le maçon de tolérances de dimensions plus strictes lorsqu'il s'agit d'y installer une construction à ossature bois et le délai de séchage.

## En bois

Deux techniques de dalle en bois cohabitent. Elles sont toutes les deux compatibles avec un vide sanitaire, des pilotis, des plots ou un sous-sol. L'espace sous la dalle permet une bonne ventilation et protection du bois, avec une distance minimale du sol de 20 cm. Mis à part pour des pilotis en bois, le dessous de la dalle ne repose pas directement sur le soubassement mais sur une barrière anti-remontée d'humidité.



Cette technique constructive, ici pour la réalisation d'une dalle, est caractéristique des constructions à ossature bois.

La méthode la plus courante consiste en la réalisation d'un cadre en bois, reposant sur les parois du soubassement, dont la largeur des planches correspond à l'épaisseur de la dalle. À l'intérieur de ce cadre, disposé à intervalle régulier, un assemblage de planches forme l'ossature de la dalle. La face inférieure reçoit un panneau type OSB, puis un isolant comble l'espace entre les poutres. Un pare-vapeur est posé avant la pose du plateau supérieur, pour former le plancher de la dalle, afin d'éviter les risques de condensation dans l'isolant. Les planches « poutres » sont concurrencées depuis quelques années par des poutres en I au rapport qualité/prix intéressant et dont le voile central est constitué d'un panneau du même type que l'OSB. Leur mise en œuvre est identique. À l'inverse, les dalles en bois massif sont composées de planches de second choix, clouées les unes aux autres, sur la tranche, pour former une dalle homogène massive. Dans ce cas, l'isolant est placé sur le plancher, généralement via des panneaux de fibres de bois.

## 2 | Structures et murs porteurs



L'un des principaux intérêts de l'ossature bois tient en l'épaisseur d'isolant que cette technique intègre dans sa structure.



L'ossature bois est une évolution de la technique du colombage que l'on rencontre encore dans plusieurs régions.

Une maison en bois se caractérise par une structure porteuse en bois. Trois techniques sont principalement utilisées : ossature bois, empilage de bois massif et poteaux-poutres. La première se distingue par le rapport surface/prix le plus faible et la possibilité de réaliser des bâtiments collectifs de plusieurs niveaux. La seconde correspond à la technique des chalets, tandis que la troisième, la plus récente, est une évolution de l'ossature bois pour offrir des surfaces ouvertes de grandes dimensions.

### L'ossature bois

Cette technique doit son nom à l'ossature que forment les planches pour constituer un véritable squelette de la construction. Technique la plus répandue pour les maisons en bois, en France comme au niveau mondial, l'ossature bois est également connue sous les termes de « ossature plate-forme », « ossature panneaux » ou encore sous l'acronyme « MOB » (pour maison ossature bois). Elle doit son succès à sa souplesse et relative rapidité de mise en œuvre, l'industrialisation possible de ses façades, son coût modéré et ses possibilités d'adaptation à la plupart des styles régionaux.

### Historique

Les premières origines de la construction à ossature bois remontent à quelques siècles. Partie aux États-Unis avec les émigrants, elle a évolué pour devenir ce qu'elle est depuis le milieu du xx<sup>e</sup> siècle : une technique moderne qui doit beaucoup à des inventions comme le contreplaqué, la plaque de plâtre cartonnée, le panneau en bois constitué de fines lamelles, etc. Son aboutissement technologique est tel qu'il permet aujourd'hui une standardisation et préfabrication de façades et planchers complets par des industriels aux catalogues déterminés.



## Mise en œuvre

Les murs sont réalisés sur la base d'une ossature faite de planches (100 \* 36 mm minimum de section), espacées d'environ 40 à 60 cm pour former un cadre de la hauteur d'un étage. Sur la future face extérieure de ce cadre, des panneaux type OSB sont fixés pour servir de contreventement et assurer la rigidité de l'ensemble. Puis, le cadre est achevé et est prêt à être utilisé en mur ou dalle. Les espaces entre les montants sont remplis d'isolant, assurant un gain de surface habitable appréciable, puisque l'isolation ne s'applique pas en complément du mur comme dans une maison traditionnelle. Cette spécificité fait qu'à isolation identique, le mur d'une maison à ossature bois est environ 40 % moins épais que celui d'une construction maçonnée. Après la pose de l'isolant, la face intérieure des murs est couverte d'un pare-vapeur pour empêcher le transfert d'humidité de l'intérieur de la maison vers l'isolant, puis un lattage est appliqué pour servir de vide technique (passage des canalisations et autres câbles électriques) et recevoir généralement des plaques de plâtre. À l'extérieur, les plaques de contreventement sont protégées des chocs et intempéries par une finition. Celle-ci tient en la pose systématique d'un pare-pluie puis, le plus fréquemment, d'un bardage en bois, espacé d'au moins 1 cm de l'ossature. Néanmoins, sur une MOB, rappelons que presque toutes les finitions sont possibles, du crépi au revêtement en pierre, au point qu'il peut être difficile pour un œil non initié de déceler qu'une maison, recouverte de crépi par exemple, est effectivement en bois.



Les murs sont réalisés étage par étage et dressés au fur et à mesure de la construction. Ici, l'installation du pignon.

### Respiration et pare-vapeur

La faculté du bois à réguler l'humidité à l'intérieur d'un espace clos est de nos jours en partie freinée par la pose d'un frein vapeur sur la face intérieure des murs des constructions en ossature bois. Sans ce film, le passage de l'humidité de l'intérieur de l'habitation vers l'extérieur, au travers des murs, verrait la vapeur d'eau se condenser dans l'isolant et, à court terme, de la moisissure s'y développer.

Ce type de construction permet la réalisation de murs complets en usine, pouvant même être pré-équipés de portes, fenêtres et autres volets. L'avantage de ce type de solution est double. Il permet de s'affranchir en grande partie des contraintes météorologiques et de mettre hors d'eau la construction (donc toiture et menuiseries extérieures posées) en l'espace de quelques jours. Toutefois, si le gain de temps est appréciable, la personnalisation est souvent impossible, les constructeurs proposant alors des modèles relativement figés.



La souplesse d'adaptation de l'ossature bois permet une personnalisation importante pour un coût raisonnable.



Ossabois préconstruit ses maisons dans une usine située à proximité de ressources forestières, dans la Loire

## Avantages

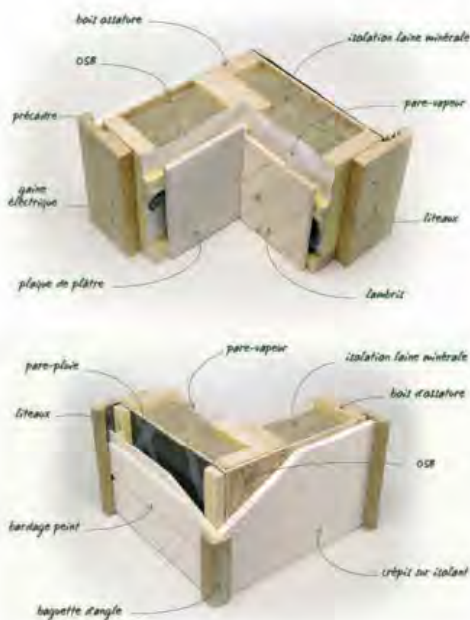
- Adaptation au style régional et aux goûts des propriétaires, à l'extérieur comme à l'intérieur.
- Rapidité de construction.
- Possibilité de fabriquer les murs en atelier ou usine, représentant un gain de temps très important sur le chantier.
- Possibilité d'assembler soi-même sa maison à partir de kits préfabriqués en usine.
- Isolation thermique très bonne.
- À surface habitable identique, les fondations sont moindres.
- Construction en bois la plus abordable (à partir de 1 100 € le m<sup>2</sup>).
- Bonne résistance aux vibrations et mouvements de terrain.
- Poids faible intéressant pour bâtir sur les terrains de faible portance ou mal stabilisés.
- Quasiment pas d'entretien si l'on accepte un bardage bois naturel.

## Inconvénients

- Inertie thermique très faible, ce qui impose soit un chauffage permanent, soit une capacité de chauffe rapide.

### Rappel de l'inertie thermique

Capacité pour un matériau d'accumuler de l'énergie calorifique et de la restituer en un temps plus ou moins long.



- En cas d'infiltration d'eau, il est indispensable d'agir rapidement.
- Grande ouverture dans les planchers à éviter, sauf en prévoyant des renforts.
- Type de construction victime de son succès, ayant vu en l'espace de quelques années de nombreux

Sur ces deux coupes d'une ossature bois, en angle, on visualise parfaitement la constitution type de la paroi d'une maison faisant appel à cette technique. De l'extérieur vers l'intérieur: bardage ou crépi, linteaux; pare-pluie; OSB; planche d'ossature; isolant; pare-vapeur; linteaux; plaques de plâtre ou lambris.



opportunistes « s'improviser » constructeur de MOB, avec des réalisations à la qualité aléatoire. Un constat identique est aussi valable pour plusieurs importateurs de maisons, parfois en kit, préfabriquées en Europe de l'Est. Néanmoins, l'obligation de la garantie décennale faite aux constructeurs et le choix d'un artisan ayant plusieurs années d'expérience, fier de faire visiter ses réalisations précédentes, sont le gage d'une prestation généralement de qualité.

- Construction « simple » à réaliser, la maison à ossature bois demande un soin particulier dans la pose de l'isolant (parfaite adaptation aux espaces de l'ossature pour éviter les pertes thermiques) et du pare-vapeur (absence de perforation, finition des joints au film autocollant, etc.) pour bénéficier de ses avantages. Un soin et un goût du fini qui ne sont pas forcément évidents à trouver dans le secteur du bâtiment.

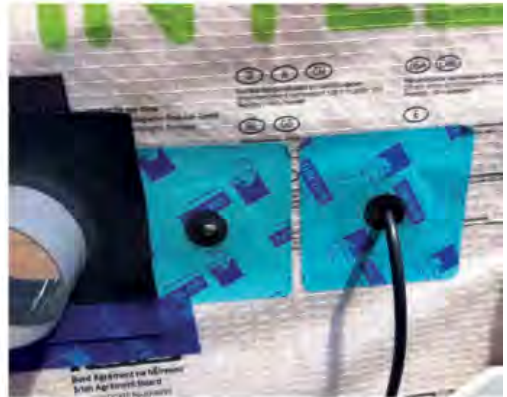
## Adaptation à la RT 2012

Isoler encore mieux une maison à ossature bois peut se faire de deux manières :

- En augmentant la largeur des planches servant à la réalisation de l'ossature. Alors que la moyenne actuelle des planches constitutives de l'ossature est de 120 mm de large pour 45 mm d'épaisseur, il est probable que les futures MOB verront ces dimensions sensiblement augmenter (180, voire 220 mm) pour incorporer davantage d'isolant.

- En apposant une isolation périphérique extérieure (fibres de bois, etc.). Outre l'augmentation de la couche isolante globale, cette solution présente l'avantage de supprimer les relatifs ponts thermiques dus aux montants de l'ossature, tout en procurant un meilleur confort en été.

Au-delà de ces deux solutions, le vide technique entre le pare-vapeur et la plaque de plâtre peut également être isolé, tandis que les planches de l'ossature peuvent être remplacées par des « poutres » en I pour une couche d'isolation plus importante tout en réduisant les ponts thermiques ainsi que la quantité de bois utilisé.



Les joints entre les différents lés de pare-vapeur doivent être rendus « étanches » par la pose d'un ruban adhésif dédié. Cette recherche d'une enveloppe étanche vaut aussi pour les raccords avec les fenêtres et portes, sans oublier les points de passage des fluides (électricité, eau potable, eaux usées, télécommunication, etc.).



Ce type de poutre est appelé à un bel avenir dans l'ossature bois. Sa grande largeur, pour une résistance proche d'une planche classique, permet d'obtenir des murs plus épais, source d'une couche isolante encore plus généreuse.



### Avis de l'auteur

La maison à ossature bois cumule de nombreux avantages, justifiant sa part de marché. Elle est également fort bien placée pour répondre au durcissement de la réglementation thermique à venir. Sa faible inertie thermique, en fait son seul véritable « inconvénient », mais elle peut être compensée par différentes solutions comme l'incorporation d'un mur intérieur en parpaings. Montés à l'envers avec du sable à l'intérieur, ces derniers contribuent à fournir une réserve d'inertie thermique bienvenue. Cette solution nécessite toutefois un renfort des fondations.

### La maison à ossature bois dope le marché du bois

Si le nombre de construction de MOB est difficile à déterminer, faute de mention spécifique sur le permis de construire, le ministère de l'Industrie attribue la hausse de la demande en bois de construction à ces dernières. Ainsi, elles semblent représenter plus de 75 % des maisons en bois réalisées depuis 2005.



Le bois empilé n'est plus réservé aux seules régions montagneuses ou froides

## L'empilage de bois massif en rondin ou madrier

Comme son nom l'indique, cette technique consiste en un empilement horizontal de bois, pour former les éléments porteurs de la maison. L'architecture, type chalet, est caractéristique et est particulièrement présente dans les zones montagneuses et les pays froids où sa résistance, durabilité et aptitude à réguler l'hygrométrie sont plébiscitées. Autre point fort de l'empilage de bois massif, la disponibilité de kits à destination des autoconstructeurs. Grâce à un effort d'évolution architecturale certain, depuis quelques années, ce style n'est plus l'apanage des régions montagneuses. Néanmoins, en France, il séduit moins d'un amateur sur dix de maisons en bois.

## Historique

C'est le mode de construction le plus ancien (800 ans avant Jésus-Christ). Son apparence lui permet de répondre à la dénomination de « chalet », même si on le trouve désormais dans toutes les régions. S'il y a encore peu de temps, la plupart de ces constructions se passaient d'isolation murale, le durcissement de la réglementation thermique a poussé leur nécessité d'être isolées comme n'importe quelle bâtisse. Dernièrement, l'évolution qu'a connue cette technique voit les constructeurs proposer maintenant des maisons moins typées, plus contemporaines, avec des possibilités d'assemblages dans les angles non seyants et des ouvertures de plus grandes dimensions.

## Mise en œuvre

Des pièces de bois rainurées, de section ronde (rondins) ou rectangulaire (madriers), sont simplement empilées les unes sur les autres, habituellement sans fixation particulière sauf pour la première rangée posée sur la dalle de sol. L'étanchéité à l'air et à l'eau est assurée par les assemblages rainurés, lesquels facilitent la mise en œuvre et reçoivent parfois le renfort d'un isolant. Ce procédé d'assemblage donne dans les angles, et les liaisons entre deux murs, des débords caractéristiques de quelques centimètres. Les planchers et les étages sont réalisés de la même manière. À l'intérieur comme à l'extérieur, le plus souvent, le bois des murs est directement visible, protégé ou non par une lasure ou peinture. La majeure partie des maisons en bois empilées n'intégrant pas d'isolant dans les murs, le contrôle de l'humidité y est assuré par la régulation naturelle offerte par le bois, procurant aux occupants un niveau de confort étonnant, et ceci sans VMC (exceptées les pièces d'eau) et consommation d'énergie...

### Maison bois et VMC

Au-delà des pièces d'eau (salle de bains, W-C., cuisine) qui peuvent justifier l'installation d'un extracteur d'air, ne serait-ce que pour les problèmes d'odeurs, une maison en bois massif ne nécessite pas obligatoirement de VMC (ventilation mécanique contrôlée).

## De la RT2005 à la RT2012

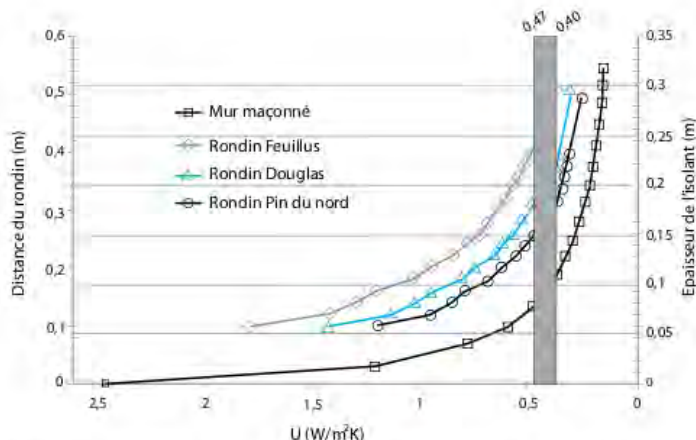
Depuis l'avènement de la RT 2005, ces constructions sont victimes d'une absence de prise en compte des propriétés intrinsèques du bois. En effet, les règles de cette réglementation, pour le dimensionnement des parois verticales, sont adaptées à la construction dite traditionnelle qui repose, pour faire simple, sur deux couches : une béton et une isolante. En conséquence, la RT 2005 définit un coefficient  $U_{mur}$  clairement défavorable à la construction en bois massif en ne prenant pas en compte les spécificités de ce mode constructif, la plupart du temps sans isolant mural. Concrètement, ce défaut conduit à mettre en œuvre des murs d'une épaisseur très importante ou à intégrer un isolant pour être en conformité.



Le bois empilé offre des habitations naturellement durables, bien isolées et saines.

### Le coefficient $U_{mur}$

Parallèlement au coefficient  $U_{bat}$ , le coefficient réglementaire pour caractériser le niveau d'isolation de l'enveloppe d'un bâtiment, la réglementation définit également un  $U_{mur}$ . Ces coefficients représentent les pertes au travers d'un mètre carré de paroi extérieure du bâtiment pour 1 °C d'écart entre la température intérieure et la température extérieure. Ils sont exprimés en  $W/K.m^2$ .



Graphique issu des travaux de recherche de Frédéric Dubois, Laurent Ullinet, Seddik Merakeb, Nicolas Sauvet du Laboratoire de mécanique et modélisation des matériaux, structures du génie civil de l'université de Limoges, Centre universitaire d'Égletons.

#### Diamètre de rondin nécessaire en comparaison d'un mur maçonné référence

Ce graphique met en valeur la piètre performance des feuillus qui ne sont quasiment pas utilisés à cause de leur croissance plus lente et conductivité thermique nettement moins bonne. À l'inverse, le pin sylvestre provenant des forêts du nord de l'Europe, ce qui lui procure un bois plus dense, offre une performance équivalente à un mur maçonné de 24 cm d'épaisseur pour un rondin de 48 cm de diamètre. Le mur maçonné « référence » de la RT 2005 est constitué de l'intérieur vers l'extérieur d'une plaque de plâtre de 1 cm d'épaisseur, 10 cm de laine minérale haute densité, 20 cm de parpaing et 2 cm d'enduit extérieur. Toutefois, pour éviter les coûts écologiques et économiques du transport depuis ces lointaines contrées, le rondin en douglas de nos forêts est une alternative viable avec seulement 4 cm de diamètre supplémentaire pour une performance équivalente.

Plusieurs études, étrangères comme françaises, montrent que si le caractère isolant du bois est moyen au regard des performances atteintes par les laines minérales ou végétales, une importante épaisseur de bois massif offre une excellente inertie thermique qui rend très contestables les évaluations théoriques du bois empilé. En effet, le calcul de la RT 2005 ne prend quasiment pas en compte l'inertie thermique du bois. Or, une étude nord-américaine (Log Homes Council, Rob Pickett, 2003) montre, par l'expérience, que l'efficacité énergétique d'une maison en bois massif, d'une épaisseur de 17 cm, surpasse celui d'une maison à ossature bois d'une épaisseur de 27 cm. Concrètement, l'étude met en avant, au profit de la maison en bois massif, une chute de la consommation d'énergie équivalente à 46 % en hiver et 24 % en été. Autrement dit, à la vue de ces études, il est regrettable que l'industrie du bois n'ait pas été suffisamment structurée à l'époque de la rédaction de la RT 2005 pour être représentée et faire valoir la qualité du bois massif et ses spécificités.

En conséquence, à ce jour, pour être conforme à la RT 2005, il faut soit :

- intégrer une forte épaisseur de bois (minimum 26 cm de diamètre pour le pin originaire du Nord) ;



- avoir recours à l'isolation, idéalement par l'extérieur, de manière à conserver l'intérêt de l'inertie du bois massif à l'intérieur de la construction (une épaisseur minimale de bois de 7 cm plus 10 cm d'isolant sur la face extérieure, suivi d'une lame d'air ventilée et d'un revêtement type bardage, par exemple) ;
- faire le choix de la « non-conformité » à la réglementation en vigueur.

### Des maisons qui se tassent

Parmi les caractéristiques des maisons en bois empilé, s'il en est une étonnante, c'est le tassement auxquels elles sont assujetties. Ce phénomène de tassement a plusieurs causes :

- L'humidité présente par la faute d'un bois insuffisamment sec (ce qui théoriquement ne doit pas arriver) ou l'exposition aux intempéries durant la pose. L'humidité influe sur les dimensions (gonflement) et formes (rectitude, etc.) des éléments en bois, ce qui peut compromettre la superposition précise des rondins ou madriers.
- La densité du bois est primordiale. Outre leurs vertus « isolantes », les bois du nord de l'Europe sont aussi connus pour ne pas être trop sujets à de trop fortes dilatations.
- La charge que représente l'empilement des bois concourt grandement au tassement de la construction. Plus l'épaisseur ou le diamètre des bois mis en œuvre est grand, plus le tassement peut être important.

Dans de bonnes conditions de réalisation, le tassement peut osciller entre 2 et 5 % de la hauteur des parois. Si ces valeurs peuvent paraître importantes, elles n'influent en rien sur la qualité de la construction. Les maisons en bois empilé intègrent dès leur conception la survenue de ce phénomène au niveau des points sensibles que constituent les cadres de portes, de fenêtres et les passages de canalisations. Ainsi, aucune liaison mécanique ne joint ces éléments aux murs, ceux-ci étant le plus souvent fixés dans une sorte de coulisseau vertical qui « coulisse » avec le tassement sur la périphérie des murs peu épais ou dans une rainure faite dans l'épaisseur des murs de fort diamètre. De la même manière, un espace de tassement est aménagé au-dessus de chaque ouverture.

Pour l'aménagement intérieur, le tassement est également à prendre en compte dans le cas d'une isolation intérieure des murs ou de leur habillage (lambris, plaques de plâtre, etc.). Pour éviter tout risque d'écrasement, la solution tient en la mise en place d'un espace de tassement avec le plafond et la fixation coulissante des tasseaux de l'ossature isolante ou des rails des plaques de plâtre. Avec ces procédés, forts discrets, le doublage des parois avec des plaques de plâtre ne pose aucun problème dans les constructions en bois empilé.



L'espace en haut de la cloison en plaques de plâtre permet le tassement des murs.



Dans les fustes, chaque ouverture est assortie d'un système de coulissage. On voit très bien sur cette photo la forme dans laquelle va être positionnée la fenêtre pour pouvoir « couliser » et ne pas être détruite lors du tassement de la construction.

## Avantages

- Parois porteuses.
- Inertie thermique, gage d'une température stable à l'intérieur de l'habitation.
- Bonne régulation de l'humidité.
- Inutilité d'une VMC.
- Isolation naturelle.
- Durabilité des qualités thermiques du bois (inertie et isolation).
- Bonne adaptation à l'autoconstruction avec des kits.
- Esthétique traditionnelle de la maison en bois (pour ceux qui aiment...).

## Inconvénients

- Tassement de la construction.
- Limitation à deux niveaux.
- Performance thermique naturelle non prise en compte par la réglementation thermique actuelle (RT 2005).
- Esthétique type « chalet » (pour ceux qui n'aiment pas...).
- Étanchéité à l'eau et à l'air perfectible.
- Possibilité architecturale limitée.



## Le rondin

Les constructions en rondins correspondent à l'architecture la plus classique de la maison en bois massif. Si ce sont les plus simples, elles offrent une grande solidité et une bonne inertie thermique à l'habitation. De plus, ce mode de construction bénéficie du plus important retour d'expérience par son ancienneté et son implantation en conditions climatiques dures.

## Avantages

- Bonne durabilité.
- Ancienneté du mode constructif.
- Technique la plus écologique avec la fuste (voir ci-dessous), dès lors que les bois sont d'origine locale.

## Inconvénients

- Possibilité architecturale limitée au style chalet.
- Surface habitable par pièce limitée par la longueur disponible des rondins, ce qui en fait une technique idéale pour les habitations petites ou moyennes.



L'intérieur des maisons en rondins est caractéristique.

## Adaptation à la RT 2012

Cela va dépendre de la prise en compte de ce mode constructif dans cette nouvelle réglementation. Toutefois, le diamètre des rondins étant par définition limité, ces maisons auront l'obligation de posséder une isolation.

## Le madrier

Le madrier est une évolution des maisons en rondins apparue avec l'industrialisation de la filière bois. On en distingue deux types :

- le demi-rond, plus rustique, qui par ses deux côtés plats facilite l'aménagement intérieur grâce à son côté plat ;
- le madrier plat qui, avec une section rectangulaire, présente une esthétique plus contemporaine. Cette section offre, sans nuire à la qualité, des liaisons à queue-d'aronde pour s'affranchir des traditionnels débords dans les angles et jonctions de murs.

Le madrier plat offre également plus de souplesse dans son façonnage industrielle. Si on en produit directement à partir de tronc, on en construit aussi de plus en plus en BMR (bois massif reconstitué). Le BMR est une sorte de gros lamellé-collé où généralement trois couches de planches sont assemblées pour s'affranchir des problèmes de longueur, tout en obtenant une meilleure stabilité. Il permet également d'obtenir des largeurs de murs plus conséquentes sans disposer de troncs de gros diamètre. Néanmoins, dans la pratique, de plus en plus de murs en madrier sont mis en œuvre avec une isolation. Si cette technique permet de réduire l'épaisseur de bois, l'inertie thermique est également revue à la baisse. La face destinée à recevoir l'isolant est habillée d'une ossature bois légère dans laquelle est incorporé l'isolant. Il existe également des sortes de murs « sandwichs », où l'isolant est placé entre deux parois de madriers.

## Avantages

- Moindre consommation de bois grâce à l'ajout fréquent d'une couche isolante.
- Apparence plus contemporaine.
- Tassement moindre.



Le madrier est la technique qui offre le plus de variété en bois empilé et qui permet de s'affranchir le plus de l'aspect chalet. Ici une construction à queue-d'aronde, sans débord dans les angles.





Souvent d'une épaisseur nettement inférieure aux rondins, le madrier s'accommode très bien d'une isolation.

- C'est la solution d'empilage de bois offrant le plus de potentiel d'évolution technique, tout en restant abordable en autoconstruction.

### Inconvénients

- Inertie thermique plus faible que le rondin ou la fuste (voir les techniques précédente et suivante).
- Usinage des madriers susceptible de libérer des tensions internes au bois, sources de désordre de rectitude ultérieur.
- Vieillessement moins bon que les rondins.
- Mise en œuvre demandant un minimum de précaution pour éviter les chocs sur la rainure d'emboîtement des madriers, sous peine d'augmenter fortement le risque de fuite d'air et d'eau.
- Solidité moindre que les techniques rondin et fuste.

### Adaptation à la RT 2012

On ne note pas de problème d'adaptation particulier, il « suffit » pour cela d'augmenter l'épaisseur de l'isolant.

### La fuste

Cette technique est très proche de celle des rondins, mais les diamètres utilisés sont nettement plus importants. Les troncs, ou fût d'arbre, atteignent environ 18 à 35 cm de diamètre pour 10 m de longueur au maximum. Avec de telles cotes, il est évident qu'aucun doublage n'est nécessaire et que les atouts des maisons en rondins se trouvent ici démultipliés. En théorie, toutes les finitions intérieures sont possibles, mais il est préférable de laisser les murs bruts avec les fûts visibles, d'autant que ces constructions ne sont évidemment pas exemptes de tassement. Outre les mensurations de la matière première utilisée, cette méthode se distingue par son côté artisanal et le processus de construction de la maison « fuste ». Cette dernière est en effet construite deux fois. La première fois se fait à demeure chez l'artisan, ou maître fustier. Les troncs, écorcés (généralement au nettoyeur haute pression) et secs, sont ajustés manuellement deux à deux en creusant une gorge sur toute leur longueur. Tronçonnées à la longueur voulue, leurs extrémités sont taillées pour s'entrecroiser avec les parois voisines (les débords correspondent évidemment à la taille des troncs, ils sont proéminents...). C'est ainsi qu'en l'espace de quelques mois, la structure de la fuste prend forme et est prête à être transférée sur son terrain définitif. Avant le démontage, chaque fût est soigneusement repéré pour le remontage. Puis, sur la dalle de sol, la maison reprend forme rapidement avec, entre chaque rangée, un isolant inséré au niveau de la gorge pour parfaire l'étanchéité (le plus souvent il s'agit d'une laine de mouton ou végétale). Normalement, cette phase de remontage est assurée par l'équipe d'artisans fustiers qui a procédé au montage/taillage d'origine.

## Avantages

- Bilan thermique (inertie et isolation) sont naturellement excellents sans isolation spécifique.
- Excellente durabilité.
- Seule technique évitant la scierie et donc les inéluctables risques de déformation du bois qui y sont liés.
- Mode de construction à l'impact environnemental le plus faible, dès lors que les bois sont d'origine locale.
- Construction « indestructible ».
- Parfaite adaptation à une toiture végétalisée (grande résistance des murs porteurs).
- Rapport qualité/prix séduisant (à partir de 1 400 à 1 500 € le m<sup>2</sup>).

## Inconvénients

- Possibilité architecturale limitée au style chalet.
- Nécessité d'arbres plus âgés que les autres modes constructifs.
- Obligation d'un terrain au sol apte à supporter la charge.



Comme pour les constructions en rondins, les résineux sont les essences de bois les plus adaptés à la construction de fustes. Les plus utilisées proviennent des bois les plus durables, comme le pin sylvestre et le douglas. La fuste étant le mode de construction le moins énergivore, on veillera à ne pas dégrader ce bilan en se procurant une essence locale.



Les fustes sont assemblés deux fois : une première fois chez l'artisan, pour la réalisation de la structure, puis sur le site final.



Le bois est une matière vivante qui réagit, même « bien sec », aux paramètres extérieurs tels température, hygrométrie, etc. Les fustes sont les constructions en bois les plus sensibles à ces dilatations. Les plus grandes intègrent, en position centrale, une poutre de soutien dotée d'un système vis/écrou pour compenser manuellement ces variations dimensionnelles.



Les « larges planches » délimitant le contour des baies vitrées et autres portes sont une caractéristique des fustes, visant à masquer l'espace de dilatation des murs.

## Adaptation à la RT 2012

Il ne semble y avoir de problème d'adaptation, sous réserve de la reconnaissance par cette réglementation des qualités thermiques intrinsèques du bois massif.

### Avis de l'auteur sur les trois types de bois empilé

À la veille de mise en place de la RT 2012, de ces trois modes de construction, le madrier a le plus grand potentiel de développement, tant technique que commercial. Toutefois, il est difficile de résister aux fustes, malgré leur aspect massif et rustique.



La technique des poteaux-poutres est le plus souvent à la base des constructions les plus volumineuses.



À l'inverse de la solution ossature bois, cette technique présente une structure très aérée.

## Les poteaux-poutres

Ces constructions reposent sur la réalisation d'un « squelette » à partir de poteaux et de poutres de fortes sections. Rigoureusement calculée et assemblée, cette structure permet de disposer d'une ossature très rigide pouvant bénéficier de volumes importants et de façades très ouvertes. C'est la technique qui offre le plus de liberté architecturale. C'est pourquoi elle est plébiscitée par les architectes pour la réalisation des bâtiments publics modernes et des habitations haut de gamme aux façades très aérées et aux vastes espaces intérieurs. Bien implantée en Allemagne et au Japon, cette technique représente en France entre 5 et 10 % du marché de la construction en bois, pénalisée par un coût supérieur aux autres solutions.

## Historique

Historiquement, on peut considérer les colombages comme l'ancêtre des poteaux-poutres. Si la production de fûts de résineux de diamètres importants et rectilignes a facilité les choses, c'est véritablement la banalisation de l'emploi des poutres en lamellé-collé, sources de grandes portées et donc d'espaces importants, qui a permis aux poteaux-poutres de connaître le succès. Aujourd'hui, les architectes combinent fréquemment cette technique avec l'ossature bois. Cette dernière apporte sa souplesse constructive et ses performances thermiques, tandis que les poteaux-poutres offrent leur rigidité pour des lieux lumineux et très spacieux.



### Le lamellé-collé

Le lamellé-collé est un procédé qui permet d'obtenir des poutres de grandes dimensions et de forte résistance. Il est constitué de plusieurs lamelles de bois massif, plus ou moins épaisses, liées à plat par collage sous pression. Les poutres en lamellé-collé sont particulièrement utilisées dans des bâtiments privés ou publics tels que les salles de sport, les piscines, les lieux culturels, les halles au marché, etc.

## Mise en œuvre

La structure porteuse de la maison est constituée de poteaux (verticaux) et de poutres (horizontales, voire inclinées) de fortes sections sur lesquels s'appuient les planchers d'étages et la charpente. Assemblés aux poutres pour former une cage très rigide, les poteaux sont généralement espacés de 2,5 à 5 m, voire beaucoup plus en recourant à des poutres en lamellé-collé. Les ouvertures et autres baies vitrées trouvent leurs places entre ces éléments. Tandis que les zones opaques peuvent être constituées d'une ossature bois, d'un empilage de bois massif, de briques, etc. qui apportent à la maison leurs spécificités.



La réalisation de hangars ou bâtiments industriels en bois est une réalité. Dans le cas présent, si les poteaux-poutres sont en acier, les parois sont en bois.

## Avantages

- Possibilités architecturales, extérieures et intérieures très importantes (grandes baies vitrées, diversité des murs, etc.).
- Aptitude à de vastes volumes intérieurs d'un seul tenant.
- Isolation thermique bonne.
- L'ossature de la construction peut être préparée en atelier.
- Rigidité de la construction offrant une résistance globale importante.

## Inconvénients

- Autoconstruction quasiment impossible.
- Technique de construction onéreuse pour l'habitat.
- Procédé et professionnels encore très peu répandus en France.

## Adaptation à la RT 2012

L'adaptabilité à cette réglementation thermique est liée à la technique retenue pour les parois opaques (ossature bois, madriers, etc.) s'insérant dans le squelette constitué.

### Avis de l'auteur

Ce procédé est techniquement très abouti. Il peut s'adapter aux cahiers des charges les plus contraignants, mais son coût le réserve aux constructions haut de gamme.



## Panneaux de bois massifs contrecollés

Commun en Autriche et en Allemagne, ce mode de construction, qui repose sur de vastes panneaux de structure réalisés en planches contrecollées, est peu répandu en France. Néanmoins, cette technique n'est pas dénuée d'intérêt car elle combine les possibilités de finition extérieure de l'ossature bois et les performances du bois massif en termes d'inertie et de résistance. En effet, la structure en planches contrecollées offre un

niveau de performances mécaniques supérieures au bois massif pouvant être travaillée dans tous les sens, à l'inverse de ce dernier. De même, le contrecollé réduit les risques de fentes apparentes, augmentant d'autant la résistance au temps qui passe. Tous les murs réalisés avec cette technique sont porteurs.

## Historique

Initialement utilisé pour la construction de bâtiments de grandes dimensions (collectifs, industriels et commerciaux), ce procédé a progressivement séduit une partie du marché des maisons individuelles haut de gamme.

## Mise en œuvre

La structure des panneaux permet leur utilisation à la fois comme éléments de murs extérieurs, planchers, supports de couverture... Réalisés en usine jusqu'à des longueurs de 24 m pour une hauteur de 2,95 m maximum (soit la hauteur d'un étage) et une épaisseur variable pouvant aller d'une quinzaine de centimètres à plus d'un mètre (!!!). Les panneaux sont obtenus par l'assemblage de planches de bois collées les unes aux autres en couches croisées (de 3 à 7 couches en général). Le croisement des couches de planches permet d'obtenir une résistance optimale tant dans le sens horizontal



Cette technique permet une grande diversité architecturale, notamment en termes de finition des façades.

que vertical et une baisse des variations dimensionnelles. Ces caractéristiques mécaniques confèrent à ces panneaux des possibilités de montage en porte-à-faux importantes, permettant par exemple la réalisation d'avancées de planchers (balcons, etc.) sans poutre de support. Les murs posés, une éventuelle isolation complémentaire est mise en œuvre à l'extérieur, pour bénéficier de l'inertie thermique des murs contrecollés. À l'intérieur, quasiment toutes les finitions sont envisageables, comme pour l'ossature bois, sous réserve de doubler les murs de plaques de plâtre.

## Avantages

- Rapidité de mise en œuvre par une préfabrication en atelier.
- Rapport poids/performances mécaniques des murs exceptionnel.
- Inertie thermique supérieure à l'ossature bois.
- Quasi absence de tassement à l'inverse des techniques de bois empilé.
- Possibilités architecturales, extérieures et intérieures très importantes (grandes baies vitrées, finition des murs, etc.).
- Aptitude à de vastes volumes intérieurs d'un seul tenant.
- Performance thermique excellente par l'apport d'une isolation extérieure en sus des murs.
- Rigidité de la construction offrant une résistance globale importante.

## Inconvénients

- Autoconstruction impossible.
- Technique de construction onéreuse.
- Procédé et professionnels encore très peu répandus en France.

## Adaptation à la RT 2012

On ne dénombre aucun problème d'adaptation à cette réglementation thermique.

### Avis de l'auteur

Avec la technique poteaux-poutres, ce procédé est techniquement le plus abouti de la construction bois. S'il peut s'adapter aux cahiers des charges les plus contraignants, son coût et, surtout, le manque de professionnels le mettant en œuvre en France, privent généralement les particuliers de ses nombreux bénéfices.



De par leur taille et le recours au bois massif, les éléments de façade sont le plus fréquemment mis en place par l'intermédiaire d'une grue.



Le croisement des couches de bois permet d'obtenir des parois stables d'un point de vue dimensionnel.



L'isolation par l'extérieur permet non seulement d'augmenter l'isolation globale de la construction, mais également de conserver l'inertie thermique fournie par le bois massif à l'espace intérieur.



### Bois et immeubles

L'adaptabilité de l'ossature bois ne se limite pas à l'habitat individuel. Cette technique répond aussi aux problématiques urbaines et sociales, avec la construction de petits immeubles collectifs ici et là. Néanmoins, le record de hauteur, en matière de construction bois, est à mettre au compte d'un immeuble londonien de neuf étages. Préfabriquée en atelier, son élévation extérieure a pris moins de deux mois. Ces records de vitesse d'élévation et de hauteur sont à mettre au crédit du bois massif contrecollé utilisé pour les murs, les planchers mais aussi les cages d'escaliers et les ascenseurs. Au final, mis à part les fondations et le premier étage en béton, le revêtement de façade réalisé à partir de panneaux en composite ciment-bois, tout le bâtiment est en bois.



La construction en parpaing bois est particulièrement adaptée à l'autoconstruction. © PMA Bois

## Des techniques moins connues

### Le parpaing en bois massif

#### Description

Les parpaings en bois massifs sont des blocs rainurés aux extrémités et sur leurs faces supérieures et inférieures, afin de s'emboîter les uns les autres un peu comme un jeu de construction pour enfant. Disponibles en de multiples dimensions, les plus fréquents présentent une hauteur de 85 mm pour une épaisseur de 140 ou 190 mm et une longueur de 50 cm. Divers profils sont disponibles pour faciliter la réalisation des angles, l'implantation des murs intérieurs, des linteaux, etc.

Bien qu'ils puissent être fabriqués dans différentes essences, on les trouve pour l'essentiel en douglas, une essence qui offre, rappelons-le, une croissance rapide et une bonne longévité avec une résistance naturelle aux champignons et insectes lui permettant une utilisation en parement extérieur. À noter que la petite taille des parpaings permet de limiter les chutes et autres rebuts de scierie.



Les murs en parpaing bois s'élèvent sur une dalle béton. © PMA Bois

### Mise en œuvre

L'assemblage se fait sur une dalle traditionnelle en béton sur laquelle est fixée une lisse basse dont le profil supérieur permet le positionnement du premier rang de parpaings. Ces derniers se succèdent ensuite de façon classique, avec un positionnement en quinconce et une fixation par vissage ou clouage.

### Avantages

- Simplicité de mise en œuvre.
- Peut faire à la fois office de paroi extérieure et intérieure.
- Autoconstruction possible.

- Soin apporté à l'étanchéité (rainurages, mastic joint, cale...).
- Facilité d'extension (garage, chambre, etc.), tout en conservant les qualités d'origine de la construction.
- Coût inférieur à une solution en bois empilé.

### Inconvénients

- Manque de recul du procédé (moins de 10 ans), notamment quant au vieillissement du bois dans des zones où l'humidité peut stagner.
- Isolation nécessaire dans les régions les plus froides.
- Comme pour toutes les techniques de bois empilé, l'omniprésence du bois à l'intérieur peut ne pas plaire à tous.

### Adaptation à la RT 2012

Pas de problème d'adaptation.

#### Avis de l'auteur

Malgré la nouveauté du procédé, la qualité semble vraiment présente. La réalisation à la portée de tous, tant d'un point de vue technique qu'au niveau de l'outillage (visseuse, scie, ciseaux à bois, perceuse, etc.), en fait un produit parfaitement adapté à l'autoconstruction. Attention toutefois à la performance thermique pour les parpaings les moins épais.

## Le parpaing bois creux

### Description

Pour palier le déficit d'isolation des parpaings précédents, des fabricants proposent des parpaings bois creux, que l'on remplit d'isolant.

### Mise en œuvre

La mise en œuvre est identique au parpaing plein, l'espace central étant comblé d'un isolant en vrac comme la ouate de cellulose, le chanvre, etc.



Si le mur est plus épais que pour le modèle précédent, il intègre une couche isolante source d'économie. © PBM Blocs

### Avantages

Identiques à la solution précédente, mais avec une isolation supérieure.

### Inconvénients

- Identiques à la solution précédente.

- Nécessité d'être vigilant lors du remplissage d'isolant pour éviter de laisser des vides.
- Recours obligatoire à un isolant en vrac, non hydrofuge, source de tassement dans le temps et donc de désordre thermique.

## Adaptation à la RT 2012

Pas de problème d'adaptation.

### Avis de l'auteur

*Il s'agit là d'une alternative intéressante au parpaing plein, nécessitant une isolation moindre pour répondre aux critères de la RT 2012. Néanmoins, l'utilisation d'isolant en vrac dans les murs, pose la question de son tassement à moyen terme.*

## Le madrier creux

### Description

Comme pour les parpaings creux, les madriers sont ici creusés en leur centre, avec des zones intactes régulières pour leur conserver des caractéristiques de résistances satisfaisantes.

### Mise en œuvre

La mise en œuvre est identique aux madriers pleins, sachant que comme pour les parpaings creux, l'espace ménagé dans les madriers est comblé par un isolant en vrac (ouate de cellulose, chanvre en vrac, etc.).

### Avantages

Identiques aux madriers classiques, mais avec une isolation supérieure.

### Inconvénients

- Identiques aux madriers pleins.
- Nécessité d'être vigilant lors du remplissage d'isolant pour éviter de laisser des vides sous les points de renforts centraux des madriers.
- Recours obligatoire à un isolant en vrac, source de tassement dans le temps et donc de désordre thermique.

## Adaptation à la RT 2012

L'adaptation à la RT 2012 semble plus facilement réalisable qu'avec les madriers pleins, grâce à la présence de la couche centrale d'isolant.



**Avis de l'auteur**

Cette solution, déjà bien implantée, est appelée à supplanter le madrier plein pour son isolation supérieure à épaisseur de mur identique. Néanmoins, l'isolant en vrac dans les murs, pose la question de son tassement à moyen terme.

## Le colombage

### Description

On rencontre encore fréquemment des maisons à colombages en Alsace, y compris dans le secteur du neuf. Elles correspondent à des constructions reposant sur des éléments de bois verticaux et des traverses horizontales de fortes sections. Les espaces entre ces éléments sont comblés par des briques ou, plus fréquemment, du torchis ou de la terre reposant sur un entrelacement de baguettes de saules ou de divers supports plus « modernes ».



### Mise en œuvre

L'assemblage des poutres constituant l'ossature se fait encore le plus fréquemment par des tenons et des mortaises chevillés les uns aux autres, gage de solidité.

### Avantages

- Pour les amateurs d'esthétique type chaumière.
- Solution esthétiquement bien adaptée à plusieurs régions françaises.
- Relative facilité d'intervenir sur l'ossature pour remplacer un élément défectueux.

### Inconvénients

- À épaisseur de mur équivalente, la performance thermique est nettement inférieure aux solutions précédentes.
- Impossibilité d'isoler par l'extérieur, sauf à perdre l'aspect typique de ces constructions et de leur ossature bois apparente.
- Durabilité globale inférieure due à l'hétérogénéité des murs.

### Adaptation à la RT 2012

L'adaptation est délicate sans évolution importante. Elle nécessite, par exemple, un enduit complet recouvrant le colombage et la pose d'une couche isolante.

### Avis de l'auteur

Construction au charme indéniable, mais dépassée d'un point de vue thermique, sans oublier une résistance au temps moindre obligeant à un entretien régulier.

## Le bois cordé

### Description

Technique des régions forestières canadiennes, le bois cordé ne recourt que partiellement au bois, à l'instar du colombage. Mais cette technique, parfois qualifiée de pauvre permet de valoriser les chutes de fabrication des maisons en rondins et les coupes de bois de chauffage. Outre son pays d'origine, on la trouve également dans les pays scandinaves et dans certaines régions d'Europe centrale. Elle consiste en l'empilement de bûches de bois préalablement écorcées et éventuellement fendues, d'une longueur de 30 à 40 cm, liées par un mortier. Pour une épaisseur d'une quarantaine de centimètres, un mur en bois cordé fournit une isolation équivalente à une construction traditionnelle en rondins de 20 cm (dans le sens des fûs, la résistance thermique du bois est environ 2,2 fois moindre), sans apport d'isolant. Dans le sens des fibres, la résistance thermique du bois est environ 2,2 fois moindre.

Cette technique rustique, intéressante à plusieurs titres, ne bénéficie toutefois pas d'un DTU ou avis technique, ce qui la réserve théoriquement aux seuls autoconstructeurs, le professionnel ne pouvant fournir une garantie décennale légale à son client.



### Mise en œuvre

Après avoir été coupées à la longueur souhaitée (soit l'épaisseur du futur mur) et séchées pendant 3 à 4 ans dans de bonnes conditions, les bûches sont disposées de la même façon qu'un tas de bois de chauffage. Dans les angles, à la manière de la fin d'un tas, le mur est constitué de couches de bûches dont le sens de pose se croise. L'espace entre les bûches est bourré d'isolant dans sa zone centrale (laine de mouton, paille, etc.), tandis qu'aux extrémités une couche de mortier (d'une dizaine de centimètres) permet de lier et rendre étanche l'ensemble. L'extrémité des bûches reste apparente, ce qui n'est pas

sans donner un indéniable caractère rustique et chaleureux à cette technique. Ces trois opérations (montage des rangs de bûches, isolation, mortier) se font couche par couche, simultanément au fur et à mesure de l'élévation des murs.

À noter que certains bâtisseurs noient les extrémités des bûches dans le mortier. Cette démarche évite l'apparition d'éventuelles fissures sur le pourtour des rondins et de badigeonner leurs extrémités d'huile tous les trois à quatre ans pour les préserver.

## Avantages

- Très bonne aptitude à réguler les excès de chaleur et d'humidité.
- Coûts très inférieurs à une construction traditionnelle.
- Esthétique originale.
- Accessible aux autoconstructeurs.
- Durabilité et solidité, pour peu que la construction soit effectuée avec soin.

## Inconvénients

- Possibilité d'un léger retrait des bûches. Un enduit à la chaux noyant les extrémités dans le mortier, mais occultant l'esthétique de cette technique, permet d'y remédier si nécessaire.
- Solution à réserver aux constructions à un seul niveau, plus des combles.
- Procédé réservé aux seuls autoconstructeurs par l'absence d'un DTU, ce qui bloque toute garantie décennale.

## Adaptation à la RT 2012

En théorie pas de problème d'adaptation à la RT 2012, les bûches devront juste être un peu plus longues, mais en pratique cette solution constructive n'est pas concernée puisque non encadrée par un DTU.

### Avis de l'auteur

*Il s'agit d'une solution au rapport qualité/prix imbattable, idéale en autoconstruction.*



### 3| Exemples de réalisations



Dalle en cours de construction.

#### De la scierie à la maison à ossature bois

Mise à part la partie fondation/soubassement, l'ensemble de la construction présentée est en bois, d'une dimension d'environ 10 \* 10 m pour une surface habitable de 120 m<sup>2</sup> avec mezzanine. La forme simple a permis une mise en œuvre aisée, source d'économie. L'épaisseur de l'ossature du bâtiment, habituellement de 14,5 cm, a été augmentée à 22 cm pour offrir une résistance supérieure et, surtout, permettre une isolation optimale. L'isolant utilisé est du Métisse, issu de la collecte des tissus usagés et fabriqué en France.



Détail de l'assemblage dalle/pilotis, avec le film détanchéité.



Le dessous de la dalle peut rester brut ou recevoir un traitement de surface visant à le préserver davantage des insectes, champignons et humidité (avec du Wood-Bliss, par exemple).

## Réalisation de la dalle sur plots

Face à un terrain humide, le choix d'une construction sur plots en béton a été retenu pour éviter tout risque de remontée ou infiltration d'eau. La dalle en bois, d'une épaisseur de 22 cm, est ainsi préservée par un film d'étanchéité. Avant d'être recouverte de plaques de bois type OSB, elle est « remplie » d'un isolant en rouleau.

## Élévation des murs du rez-de-chaussée

Les murs sont assemblés à plat sur la dalle. Ils sont redressés et fixés au fur et à mesure de la construction. L'ossature des murs est recouverte à l'extérieur des plaques OSB, formant un voile de contreventement, sur lequel est agrafé le pare-pluie.



L'ensemble des murs, intérieurs comme extérieurs, est réalisé simultanément. Ici, l'ossature des 2 parties restantes, du mur de la façade avant, est prête à recevoir les panneaux OSB.



Fixation d'un mur par vis, sur l'ossature de la dalle



Le film pare-pluie fait l'objet d'une attention particulière. L'étanchéité au niveau des recouvrements et points d'agrafage est réalisée avec un mastic.



Pignon en cours de redressement/installation. La ferme intermédiaire de la charpente est déjà en place.

## Après la dalle d'étage, montage des pignons

Le rez-de-chaussée étant achevé, la lisse de chaînage est réalisée. Elle consiste en une liaison continue de planches d'ossature visant à solidariser les différents éléments porteurs. La dalle de l'étage vient ensuite, sur le même principe que la dalle inférieure. Puis la construction et élévation des murs, ici les seuls pignons, achèvent cette étape.

### Les fermes

Les fermes permettent de transférer l'ensemble du poids de la toiture et des efforts qui s'y exercent sur les murs porteurs.



Vue de dessus des murs du rez-de-chaussée avec la lisse de chaînage sur laquelle repose le cadre extérieur de la dalle d'étage.



Détail de l'assemblage entre la poutre centrale en lamellé-collé et un mur extérieur. A noter la « poutre » verticale de reprise des efforts verticaux constituée d'un assemblage de planches d'ossature.

## Fabrication de la charpente

Mis à part son ancrage sur l'ossature de la construction, la charpente d'une maison en bois est relativement classique. On peut, par exemple, y adapter une charpente in-



dustrielle. Ici, la charpente est constituée d'une ferme centrale sur laquelle reposent 10 pannes (5 de chaque côté) qui s'ancrent dans l'ossature des pignons.

### Les pannes

Les pannes sont des éléments de liaison horizontaux entre les fermes, ou la ferme et les pignons. C'est par elles que transitent les charges des chevrons vers les fermes.

Dans un souci d'isolation maximale, les poutres en lamellé-collé, qui constituent l'ossature de la charpente, sont ici prévues pour permettre une isolation de 30 cm d'épaisseur.



Vue de la charpente en cours de réalisation. Les pannes faîtières (du sommet du toit) sont en place, tandis que 4 pannes intermédiaires sont installées.



Détail d'un assemblage entre la ferme centrale et 2 pannes. On observe également l'utilisation des planches d'ossature, en lieu et place des traditionnels chevrons, pour permettre la mise œuvre des premiers 20 cm d'isolant sous la toiture.



Assemblage de la ferme centrale avec l'ossature du plancher de l'étage.



Mise en place des panneaux OSB. À noter le débordement de l'ossature sur les côtés et au centre, sur lequel s'appuiera la seconde épaisseur d'isolant.



Pose des dernières tuiles.

## Contreventement de la charpente et finition de la toiture

La charpente en place, l'ossature recevant la première couche d'isolant est recouverte de plaques OSB, lesquelles supportent une nouvelle structure de 10 cm d'épaisseur pour accueillir la dernière épaisseur d'isolant. L'ensemble est alors recouvert d'un pare-pluie sur lequel seront fixés les tasseaux destinés à supporter les lattes qui recevront les tuiles.



Détail de la seconde couche, au-dessus de l'OSB, avec l'isolant, le film pare-pluie et les tasseaux pour recevoir les lattes de positionnement des tuiles.

## Mise en place du bardage de la façade

Sur le lattage préalablement disposé, le bardage en bois vient finir la construction et apporter la « peau » finale de protection ou habillage de la maison. Le bois utilisé pour le bardage est du BMT (voir partie II de l'ouvrage), gage de durabilité et nécessitant aucun entretien. Pour éviter toute



Détail de finition d'un encadrement de fenêtre, avec la règle anti-indésirables et la baguette d'angle en BMT.



Pose du bardage.

invasion de rongeurs et autres petits animaux, une règle métallique alvéolée prend place à chaque bordure, entre le pare-pluie et le bardage.

## Finition intérieure

L'isolant qui comble les vides de l'ossature est recouvert d'un pare-vapeur, sur lequel sont placés les tasseaux, supports de l'habillage final du mur (lambris, plaques de plâtre, etc.).



La construction achevée...





## Des maisons passives

À l'heure de la prise de conscience du réchauffement climatique et d'une facture énergétique qui s'envole, la quête d'un habitat économe, mais néanmoins confortable, est une réalité à laquelle le concept de maison passive répond parfaitement. Ce dernier devrait à ce titre devenir la norme à l'horizon 2020, en France.

### Qu'est-ce qu'une maison passive ?

Pour mériter le qualificatif « Maison passive », défini en Allemagne par le PassivHaus Institut de Darmstadt, sous l'impulsion du Dr Wolfgang Feist, une habitation se doit d'afficher une consommation d'énergie maximale effective annuelle de 42 kWh/m<sup>2</sup>, sans rien sacrifier au confort et à l'équipement d'un logement moderne. Ce chiffrage prenant en compte tous les besoins de l'habitation (du chauffage à la climatisation, de la production d'eau chaude à l'alimentation des appareils ménagers, sans oublier l'éclairage), l'énergie dépensée pour le chauffage se doit d'être très faible avec un maximum annuel fixé à 15 kWh/m<sup>2</sup>. Autrement dit, là où une construction récente va nécessiter environ 6 litres de mazout pour se chauffer, un logement passif se contentera de l'équivalent de 1,5 litre. Or, à ce niveau, n'importe quel moyen de chauffage ou de climatisation conventionnel est

totalement incongru. En effet, la seule présence des habitants et de l'énergie thermique dissipée par l'éclairage et les appareils ménagers suffit à chauffer l'habitation la plupart du temps, pour peu que son volume soit en adéquation avec le nombre de personnes qui y vivent. En périodes les plus froides, un système de chauffage est néanmoins souvent prévu, ne serait-ce que pour rassurer les occupants des lieux, sous forme d'énergies renouvelables (bois, solaire, etc.).

Aujourd'hui, après la réalisation de plusieurs milliers de maisons passives, pour l'essentiel en Allemagne, Suisse, Autriche et autres pays du nord de l'Europe, le label « Habitat passif » s'adresse autant aux maisons individuelles qu'aux logements collectifs, aux bâtiments scolaires qu'aux entreprises et bureaux.



En collant ces deux habitations passives, le constructeur a limité la surface exposée aux conditions climatiques extérieures.

Pour parvenir à un seuil énergétique aussi faible, le bâtiment passif bénéficie d'une implantation bioclimatique. S'y ajoutent une isolation et une étanchéité poussées à l'extrême, le tout allié à des baies vitrées en triple vitrage principalement orientées au sud pour bénéficier au maximum des apports solaires passifs. Enfin, une VMC double flux complète l'ensemble. Le niveau de performance obtenu, en respectant ces spécifications, doit être validé pour qu'une construction puisse bénéficier de l'appellation « passive ». Pour cela, avant l'exécution des finitions, un test Blower-Door, ou test de la porte ventilateur, met l'intérieur du bâtiment sous pression pour en vérifier l'étanchéité globale.

Si le PassivHaus Institut n'oblige évidemment pas à recourir au bois pour la réalisation de bâtiments répondant aux critères d'une construction passive, il a été estimé qu'un tiers des bâtiments répondant au standard Minergie (certification de performance énergétique des bâtiments passifs en Suisse) était réalisé avec un système constructif en bois.

## Deux maisons neuves sur le standard passif

Dans l'Oise, la société Les Airelles a réalisé 2 maisons passives mitoyennes de 132 m<sup>2</sup> habitables chacune, avec un garage accolé de 20 m<sup>2</sup> sur près de 600 m<sup>2</sup> de terrain pour chaque maison. Pour Richard Lefebvre, le dirigeant de Les Airelles, l'habitat collectif se prête particulièrement bien au passif, en permettant de limiter les surfaces extérieures sources de déperdition. Ainsi, lorsqu'il a dû construire 2 maisons passives sur une même parcelle, c'est tout naturellement qu'il les a « collées ». Cette approche a permis d'obtenir un bâtiment compact et économiquement moins coûteux, offrant 2 maisons jumelles, totalement indépendantes, bénéficiant de performances thermiques exceptionnelles sans rien renier au confort.

Le mode constructif mis en œuvre repose sur une ossature bois pour les parois extérieures, réalisée avec des poutres en I et une isolation en ouate de cellulose de 36 cm dans les murs et 40 cm en toiture. Entre 60 à 70 % de la construction s'effectue en atelier, rendant le travail plus confortable et rapide sur le chantier, tout en limitant l'exposition de l'ossature bois aux intempéries. Les murs de refends (murs porteurs à l'intérieur d'une construction) sont réalisés en parpaing béton, pour apporter l'inertie thermique qui fait défaut aux constructions en ossature bois. Les maisons reposent sur une dalle béton directement en contact avec le sol, thermiquement plus intéressante qu'un vide sanitaire. L'isolation de cette partie est assurée par 25 cm de polystyrène. Les menuiseries sont de type triple vitrage. Pour la ventilation de l'habitation, la société a recouru à un puits canadien (sous la forme d'un tuyau de 50 m de long enterré à 1,5 m de profondeur) pour « climatiser » naturellement l'air. Le rendement thermique de la VMC à double flux, directement branchée dessus, s'en trouve ainsi grandement augmenté.



Préparation du sous-bassement dans lequel la dalle béton du rez-de-chaussée va être coulée.



Si la vocation de l'ossature bois externe est d'isoler le bâtiment, les murs de refends en parpaing apportent l'inertie thermique.



Constitution d'un mur de l'intérieur vers l'extérieur (de la gauche vers la droite sur la photo) : vide d'air technique (passage canalisations d'eau, gaines électriques, etc.), plaque bois type OSB, isolation, panneau respirant bois avec revêtement bitume, vide d'air, bardage.

Économiquement, selon ce mode constructif, les tarifs vont de 2 000 €/m<sup>2</sup> pour une surface de 85 m<sup>2</sup> à 1 500 €/m<sup>2</sup> pour 150 m<sup>2</sup> de surface.

## Un lotissement passif à proximité de Lyon

Durant la première décennie de ce <sup>xxi</sup>e siècle, le plus important programme de construction de maisons passives français a vu le jour à Saint-Priest, à proximité de Lyon avec 31 maisons passives d'une surface allant de 110 à 155 m<sup>2</sup>, avec un double garage et un abri jardin non attenants sur des terrains de 400 à 700 m<sup>2</sup>.

Une approche « industrielle » caractérise ce dossier très éloigné de l'artisan

constructeur. À l'origine du projet, le Groupe MCP Promotion s'est appuyé sur le référentiel allemand PassivHaus ainsi que sur les 14 cibles de la démarche HQE (haute qualité environnementale), tout en faisant appel à un ensemble de partenaires industriels reconnus tant pour l'élaboration du dossier que pour sa réalisation. Techniquement,



chaque construction est isolée sur son terrain et repose sur une dalle béton isolée par 28 cm de polystyrène. Non attenante au garage, seule l'habitation répond au standard de l'habitat passif. Les murs sont en ossature bois et ont été réalisés en usine. Ils comprennent une première couche d'isolant en laine de verre de 15 cm dans l'ossature, puis une seconde à l'extérieur de 4,5 cm d'épaisseur formant une fine « peau » isolante. Le revêtement extérieur est constitué d'un bardage bois, à l'exception de la façade nord : le revêtement type bac acier galvanisé, utilisé en toiture, s'y prolonge, apportant une protection supérieure au vent et intempéries. En toiture, sous la charpente industrielle, 2 couches de laine de verre sont disposées pour une épaisseur totale de 40 cm. En ce qui concerne les équipements, outre la VMC double flux, les constructions sont livrées équipées de 12 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques (production d'électricité revendue à EDF, pour environ 750 €/an) et 6 m<sup>2</sup> de panneaux solaires thermiques pour les 400 litres du ballon d'eau chaude. En outre, les menuiseries extérieures bois/alu sont en triple vitrage, tandis que chaque habitation bénéficie d'un système de récupération des eaux pluviales sous la forme d'une cuve polyéthylène de 1 600 litres, équipée pour un usage extérieur (jardin, lavage de voiture, etc.).

Le surcoût, à équipements identiques (clôture grillage et mur en pierre, brise-soleil motorisé, toiture végétalisée sur le garage, salles de bains et W.-C. équipés, revêtements de sols posés, etc.) ne dépasse pas 10 à 15 %, soit un coût total au mètre carré de 3 350 €.



Les panneaux de l'ossature bois sont livrés préconstruits sur le chantier ; ici, la face intérieure d'un mur.



Pré-habillage de la façade Sud. À noter l'avancée de la toiture pour protéger les fenêtres de l'étage des rayons solaires estivaux.

	Maison type 1975	Maison type RT 2005	Maison des hauts de Feuilly
2008	5 753€	2 250€	361€ (1111 - 750)*
Projection 2020	15 767€	4 314€	542€

Ces coûts incluent toutes les consommations : chauffage, électrodomestique, abonnements, maintenance et eau  
Sources : CABINET OLMIER SIEDLER / ENERTECH

\*1111€ = coût de consommation réel

750€ = production électrique reversée par EDF/an

Comparaison du coût énergétique global, par type de construction.



Une construction achevée.

### Les 8 points clés d'une maison passive

- La consommation maximale annuelle d'énergie, liée au chauffage, doit être limitée à un maximum de 15 kWh/m<sup>2</sup>.an.
- La consommation énergétique totale, tous usages confondus (chauffage, éclairage, électroménager, etc.) ne doit pas dépasser 42 kWh/m<sup>2</sup>.an, imposant de recourir à des équipements peu gourmands en énergie.
- Une conception architecturale bioclimatique, source naturelle d'une diminution de 30 % des besoins de chauffage (orientation des baies vitrées, positionnement des pièces à vivre...).
- Une absence totale de ponts thermiques.
- Une isolation thermique renforcée, quasi systématiquement par l'extérieur.
- Un triple vitrage généralisé.
- Une étanchéité exceptionnelle avec un renouvellement de l'air inférieur à 0,6 m<sup>3</sup>/h par mètre carré de parois extérieures hors plancher bas, quand il est de l'ordre de 3 à 5 pour une maison traditionnelle répondant aux critères de la RT 2005.
- Une ventilation double flux, avec un système qui capte la chaleur de l'air vicié expulsé, pour réchauffer l'air neuf filtré venant de l'extérieur.

## Extensions en bois (horizontale et verticale)

Naissance, enfants qui grandissent, passage au télétravail, accueil d'un parent ou juste l'envie de plus d'espace... Avec le temps, la maison se révèle étroite. On a dès lors le choix entre deux solutions : déménager ou agrandir la maison d'origine. Que cela soit du point de vue pratique ou financier, l'agrandissement se révèle la solution la plus judicieuse. Qu'il s'agisse d'une construction dite traditionnelle (béton, brique, etc.) ou en bois, le matériau bois est la solution idéale pour mener un projet d'extension horizontal (« pousser » les murs) ou, surtout, vertical (ajouter un niveau supplémentaire). En effet, le principal atout du bois est de s'affranchir des risques de surcharge, une ossature en bois étant cinq fois moins lourde que son équivalente en béton. Les extensions en bois sont également plébiscitées pour leur :

- polyvalence : une surélévation en bois peut être mise en œuvre sur une ossature bois comme sur une construction maçonnée ;
- rapidité : la préfabrication en atelier des ouvrages en bois, plus ou moins aboutis, permet de réduire fortement la durée du chantier ;
- propreté : n'utilisant pas d'eau, le chantier est plus propre et respecte plus facilement l'environnement végétal et architectural existant ;
- confort : une extension en bois, verticale comme horizontale peut être réalisée dans un bâtiment habité ;
- architecture : selon l'intention architecturale, on peut avoir une rupture ou intégration visuelle de l'extension par rapport au bâti existant.

Réalisées en bois, les extensions bénéficient d'une grande modularité et d'une véritable liberté esthétique. Outre toutes les techniques inhérentes à ce matériau, la diversité des finitions sont nombreuses.



Belle extension en ossature bois d'une ancienne petite gare.



## Mise à niveau thermique d'un habitat béton à l'aide du bois

Le passif ne s'adresse pas uniquement qu'au secteur du bâtiment neuf, des constructions anciennes peuvent être transformées pour répondre à ses critères, ou du moins s'en approcher fortement. C'est ce qu'ont souhaité les propriétaires lorsqu'ils ont acquis une maison dans le département du Rhône, à Caluire. Construite en 1953 à flanc de colline, entièrement en béton pour le sous-sol et en béton de mâchefer pour les 2 niveaux supérieurs (70 cm à la base pour 40 cm en sommet), cette maison était pratiquement dépourvue d'isolation. En hiver, pour des raisons de chauffage (chaudière fioul et radiateurs en fonte, avec une consommation oscillant entre 3 500 et 5 000 litres pour maintenir essentiellement une température hors gel), ses anciens propriétaires limitaient principalement leurs activités au seul espace cuisine, un comble dans une habitation de 180 m<sup>2</sup> habitable. En conséquence, sensible à son empreinte écologique, la famille Claudel s'est lancée dans la conversion de son acquisition énérgivore en habitat passif, en s'appuyant sur des matériaux écologiques.

### Aller plus loin...

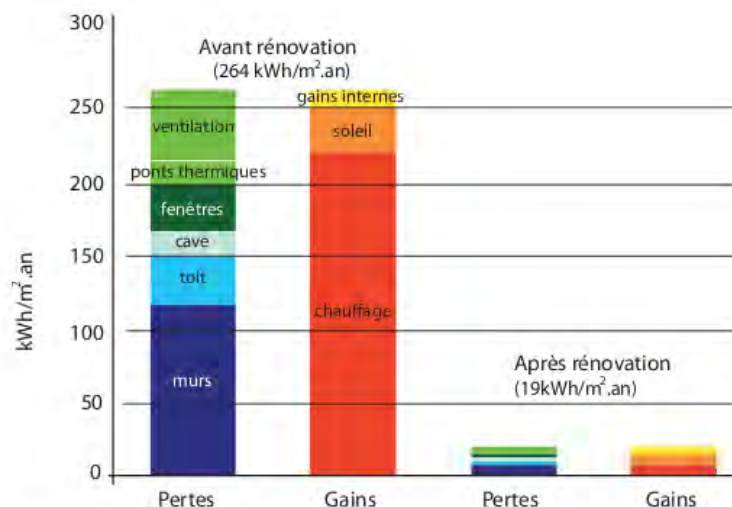
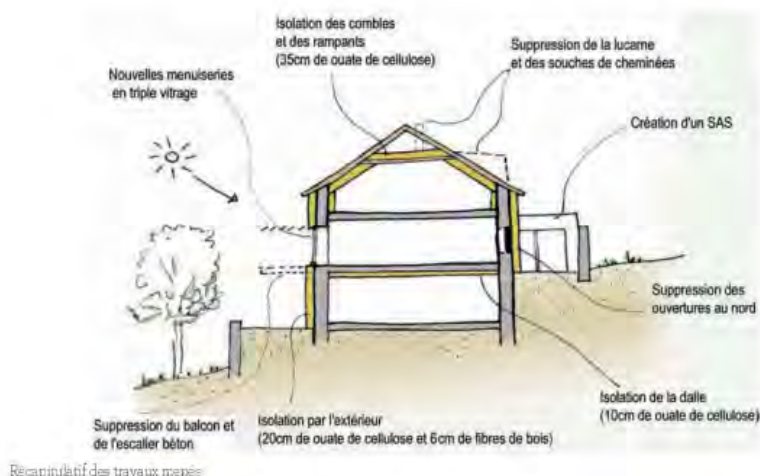
Cette rénovation a donné lieu à un blog sur Internet : <http://renovation-passive.over-blog.com>

En théorie, il est possible de convertir toute habitation en maison passive, à la seule restriction d'une implantation qui prive le bâtiment des rayons solaires source de chauffage. Or, sur ce point, cette maison de Caluire offre une orientation sud/sud-ouest et son implantation sur une colline protège sa façade arrière. Par ailleurs, sa coque de béton représente une masse thermique intéressante pour son inertie, et donc idéale pour restituer, la nuit, la chaleur captée en journée grâce aux rayons du soleil.

Le projet a été confié au cabinet Detry & Lévy. Afin d'atteindre les objectifs fixés, celui-ci a opté pour une isolation par l'extérieur, gage de suppression des ponts thermiques, après retrait du balcon et de l'escalier en béton situés sur la façade principale. De même, les nombreuses souches de cheminées ont été éliminées (sauf une, en prévision d'un éventuel foyer en bois). Sur la façade arrière, un sas d'entrée a été ajouté, servant de zone de transition entre le milieu extérieur et l'habitation. Toutes les baies vitrées, à l'exception de celles du sous-sol et du sas non chauffés, ont été remplacées par de nouvelles menuiseries en triple vitrage peu émissif.

### Bow-window...

Bien qu'il nuise au caractère compact que l'on recherche pour une construction passive, le bow-window (l'avancée circulaire composée de baies vitrées) a été conservé pour des raisons structurelles et pour que la maison conserve son aspect local.



Bilans thermiques des apports et gains

L'isolation par l'extérieur consiste en l'habillage de la maison d'une ossature bois, constituée « d'échelles » (voir photos), recouverte d'un pare-pluie pour former des caissons dont le vide est rempli de 20 cm de ouate de cellulose. À la suite de cette



Etat avant travaux - En cours  
de travaux - Conversion achevée

première couche, des panneaux de fibre de bois de 6 cm d'épaisseur ont été fixés sur l'ossature, avant de recevoir un enduit crépi. Les combles, non habitables, ont reçu une isolation par l'intérieur de 35 cm de ouate de cellulose, tandis qu'un doublage intérieur de 10 cm d'isolant a été apposé sur les murs périphériques pour réduire le pont thermique situé à la liaison mur/toiture. Enfin, la dalle du plancher bas a reçu un faux-plafond dont les 10 cm de vide ont été remplis de ouate de cellulose (idéalement l'épaisseur d'isolant devrait être plus importante, mais par manque de hauteur sous-plafond cela n'a pas été possible). L'isolation intérieure des murs du sous-sol n'a pas été effectuée pour des raisons de budget. Concernant l'étanchéité, en raison de la « coque » béton originelle, les efforts se sont essentiellement concentrés sur les menuiseries (portes et fenêtres), ainsi que le passage des différents flux (électricité, eau, eaux usées, télécommunications). Le test à l'étanchéité a été concluant, révélant juste une faiblesse non problématique au niveau du passage des gaines électriques.

Après cette importante refonte de l'enveloppe du bâtiment, la simulation informatique effectuée a évalué des besoins en chauffage divisés par près de 14, en passant de 264 à 19 kWh/m<sup>2</sup>.an. Un résultat qui, s'il reste à confirmer, est très proche du seuil des 15 kWh/m<sup>2</sup>.an. Toutefois, dans ces conditions, malgré la présence d'une VMC double flux avec récupérateur de chaleur à haut rendement (90 %), pour le cabinet Detry & Lévy, un petit chauffage de 4 kW demeure nécessaire afin de garantir dans la maison une température de 19 °C. Outre l'aspect thermique, environ 58 % de la production d'eau chaude sanitaire devrait être assurée par les 3,2 m<sup>2</sup> de panneaux solaires installés sur le toit. À leur côté, se trouvent également 16,3 m<sup>2</sup> de cellules solaires photovoltaïques, lesquelles devraient permettre de rendre l'habitation quasiment neutre en matière d'énergie électrique.

Économiquement, hors prix d'achat de la propriété d'origine, cette conversion d'un bâtiment ancien vers un mode passif s'élève à 280 000 € (sans l'installation solaire), soit un coût au mètre carré équivalent aux prestations proposées par la société Les Airelles pour une construction neuve. Un investissement économique qui ne peut donc se justifier que par le coup de cœur pour une bâtisse ancienne située sur un site convoité...





Ossature bois, type échelle, ne servant qu'à supporter l'isolation et le crépi final (à comparer avec l'ossature d'une maison bois, cf. pages 24 à 27). Pour éviter les remontées d'humidité dans l'ossature, celle-ci s'arrête à 22 cm du sol tandis que 2 panneaux de liège, de 8 cm chacun, isolent le reste du soubassement.



Pose des panneaux d'isolant en fibre de bois. Dans la partie supérieure, le film pare-pluie qui recouvre l'ossature bois et l'isolant.





# ANNEXES





# 1 | Foire aux questions

## Une maison en bois est-elle, dans le temps, un bon investissement ?

Avec l'évolution des exigences thermiques pour limiter la consommation d'énergie, ainsi que, dans une moindre mesure, la demande d'un habitat offrant davantage de bien-être et un bilan environnemental modéré, les coûts des constructions vont sensiblement augmenter. La construction en bois, répondant bien à ces nouvelles demandes, se positionne logiquement comme une solution d'avenir, dont l'image et la durabilité des techniques mises en œuvre, notamment en Europe, garantissent une rentabilité et une valorisation certaines. En outre, d'un point de vue architectural, le bois permet de réaliser des maisons généralement plus attrayantes, non figées dans le temps avec des possibilités d'agrandissement plus aisées. Plus subjectif mais néanmoins bien réel, le bois bénéficie d'un véritable « capital sympathie », favorisant les « coups de cœur » lors d'une éventuelle cession. À ce titre, une maison en bois constitue assurément un excellent patrimoine.

## Peut-on construire une maison en bois n'importe où ?

Comme toute construction, une maison en bois doit respecter les règlements d'urbanisme en vigueur et se conformer au POS (plan d'occupation des sols) ou au PLU



Une fois finie, cette construction donnera l'impression d'être en brique, alors qu'elle est en bois. Un exemple qui démontre bien la grande adaptabilité architecturale de la construction bois.

(plan local d'urbanisme) de sa commune. Le plus souvent, ces textes apportent des précisions sur l'architecture et l'aspect extérieur des constructions : pentes de toiture, type de couverture, couleur des façades... Des restrictions qui ne sont aucunement insurmontables pour celui qui veut vivre dans une maison en bois, la grande diversité des techniques mises en œuvre dans la construction en bois permettant de répondre aux POS et autres PLU les plus stricts. N'oublions pas, en effet, que certaines maisons en bois ne laissent absolument pas paraître leur spécificité constructive, contrairement à ce qui prévaut dans l'imaginaire collectif où toutes les maisons en bois ressemblent à des chalets de montagne... Outre cette possibilité de se fondre dans un environnement traditionnel (constructions maçonnées, murs recouverts de crépi, etc.), la légèreté et la relative « souplesse » de ce mode constructif permettent au bois de s'intégrer partout, même dans des endroits où les constructions sont a priori difficiles voire impossibles (terrains accidentés, pentus, au sol meuble, en zone sismique, etc.).

## Qu'en est-il de la pérennité des maisons en bois ?

Les plus vieilles constructions du monde sont le plus souvent en bois : temples japonais, églises norvégiennes, etc. quand les constructions maçonnées d'aujourd'hui (parpaing, brique creuse, etc.) reposent sur une technique offrant un retour d'expérience nettement inférieur à un siècle. Même si les solutions les plus récentes, comme l'ossature bois, n'atteindront probablement pas de tels records de longévité, leur capacité à résister au temps et aux intempéries est indéniable. Ici, pas de fissures, de maladie du béton, de dégradation suite à des températures extrêmes, etc. Une maison en bois, normalement entretenue, est le gage d'une habitation confortable qui traverse les aléas du temps sans souci particulier, et peut se transmettre de génération en génération.



Ce bâtiment de « maçon » a trois ans. Il présente déjà des fissures, décollement de crépi et autres traces d'infiltrations d'eau.

## Une maison en bois n'est-elle pas plus sujette aux courants d'air... ?

Les constructions bois et plus particulièrement l'ossature bois sont reconnues pour leur performance thermique et leur « étanchéité ». Néanmoins, comme pour une



Les rustes sont des constructions que l'on peut qualifier d'indestructibles

construction maçonnée, des fuites et courants d'air (ponts thermiques) peuvent provenir de portes et fenêtres mal posées par un artisan constructeur incompetent ou peu soigneux.

### **Avec le bois pour matériau principal, une construction n'est-elle pas sujette à des craquements (comme lorsqu'on monte un escalier en bois) et/ou des bruits d'impacts importants (talons sur les planchers, etc.) ?**

L'avantage d'une construction essentiellement en bois tient aussi en l'homogénéité de sa dilatation, à l'inverse d'une construction qui mêle divers matériaux aux caractéristiques de dilatations différentes, sources de fissures et de bruits de craquement des parties en bois type escalier, plancher d'étage, etc. En conséquence, aujourd'hui, une construction en bois correctement réalisée ne « craque » pas plus qu'une construction maçonnée, voire même moins. Tandis que des solutions techniques extrêmement performantes permettent de traiter les bruits d'impact au sol, au point de répondre à la réglementation acoustique (NRA) et de réaliser des immeubles collectifs et des hôtels avec des planchers en bois.

### **Ne participe-t-on pas à la déforestation en faisant construire en bois ?**

D'un point de vue juridique, on ne peut pas, du moins en théorie, faire n'importe quoi en matière de coupe de bois en Europe. De plus, les différentes certifications forestières telles le PEFC et FSC apportent aujourd'hui un début de garantie de production forestière soutenable. Néanmoins, d'importants volumes européens proviennent encore de forêts russes où la législation est nettement plus permissive. Ainsi, le meilleur moyen d'être sûr de ne pas contribuer à la déforestation est d'exiger du bois local ou, à défaut, du bois provenant de forêts françaises, voire de la communauté européenne. D'un point de vue environnemental, les arbres utilisés constituent des puits à CO<sub>2</sub>, lequel continuera à être séquestré durablement une fois le végétal transformé en planches, tandis que les jeunes arbres appelés à remplacer les peuplements abattus vont capter à leur tour du gaz carbonique et donc contribuer à lutter contre l'effet de serre.



## Une maison en bois n'est-elle pas plus fragile qu'une maison en béton ?

Si le bois est à juste titre considéré comme un matériau quasiment éternel, pour peu qu'il soit conservé dans des conditions adéquates, sa résistance mécanique peut paraître moindre dans un pays qui fait la part belle aux maçons et à l'industrie du ciment. Correctement construite, une maison en parpaing ou brique et son homologue en bois présentent toutefois des bilans assez différents. En conditions météorologiques normales, tout comme dans le cadre d'un tremblement de terre (raisonnable toutefois), la construction en bois n'aura rien à envier à ses homologues, voire elle pourrait être la plus résistante. À l'inverse, face à un phénomène type ouragan, une bâtisse en bois isolée en rase campagne résistera assurément moins bien (sauf dans le cas particulier des constructions type fuste) qu'une réalisation en pierre ou même en béton. Néanmoins, dans nos contrées, de tels phénomènes météorologiques sont quasiment improbables, et les constructions en rase campagne sans environnement protecteur (grands arbres, maisons ou bâtiments voisins, etc.) sont rares.



Même si les bâtiments en bois sont généralement mieux finis que leurs pendants maçonnés, une fuite est toujours possible, comme ici dans l'angle d'une porte-fenêtre.

## Une bâtisse en bois réclame-t-elle beaucoup d'entretien ?

Comparée à une construction maçonnée, la réponse est clairement : « non ». Si la structure, non exposée aux intempéries ne réclame aucun entretien, ce n'est pas le cas du revêtement extérieur dont l'entretien varie selon sa nature. Ainsi, si vous optez pour un revêtement naturel, non peint, dans une essence naturellement résistante aux outrages de la météo, l'entretien est nul. Inversement, si vous choisissez une peinture ou lasure, un rafraîchissement sera nécessaire tous les 5 à 10 ans (selon la qualité du produit mis en œuvre). Quant à un bardage d'une essence non durable face à l'humidité, un changement tous les 20 à 25 ans est probable selon le climat local. En conséquence, ces périodes sont similaires à un mur en brique ou en béton peint.



Cette façade, en bois traité thermiquement, ne nécessite aucun entretien pour peu que l'on accepte la couleur grise qu'elle a prise naturellement.



Ce livre est parsemé de photos illustrant l'univers, tout comme cette vue de Norvège où toutes les constructions qui y figurent sont réalisées en bois.

## Toutes les maisons en bois ne ressemblent-elles pas forcément à un chalet ?

Encore aujourd'hui, quand on parle de maison en bois, de nombreuses personnes pensent au chalet. Comme nous l'avons vu dans les pages précédentes, c'est une grossière erreur ! La grande adaptabilité du bois et la diversité des solutions constructives qui le mettent en œuvre libèrent la créativité des architectes. Tous les styles de maisons sont ainsi réalisables, du chalet à la demeure esthétiquement et fonctionnellement la plus moderne.

## N'est-il pas plus coûteux de construire en bois qu'en parpaing ?

Si le matériau bois est encore un peu plus onéreux, le prix au mètre carré habitable reste très proche. Par contre, à l'usage, le bois est réellement plus économique. Le bien-être apporté grâce au caractère « chaud » du matériau bois, opposé au « froid » du béton ou de la brique, fait qu'à température identique le sentiment de chaleur est supérieur dans une habitation en bois. Ce sentiment, complété par une isolation généralement supérieure aux constructions maçonnées, concourt à réduire la facture de chauffage à court et long terme.

## En cas d'incendie, le bois n'est-il pas plus dangereux que les autres matériaux ?

Il suffit de demander à un pompier qui a déjà eu à intervenir dans une construction en bois. Sa réponse sera sans équivoque : le bois est nettement plus sûr. En effet, l'eau contenue dans le bois entraîne la formation d'une croûte carbonisée. Celle-ci devient dès lors isolante et freine fortement la combustion. De plus, comme le démontrent les nombreuses études sur le sujet, le bois conserve sa capacité de portance plus longtemps que son équivalent en acier ou en béton.

## Les maisons en bois ne sont-elles pas plus sujettes à prendre feu ?

Comme toute technique constructive, la construction à structure en bois est soumise à un ensemble de réglementations dont l'une des plus importantes concerne la sécurité

incendie. Qu'il s'agisse de maisons individuelles, d'immeubles collectifs ou d'établissements recevant du public, les constructions en bois répondent parfaitement à cette réglementation, notamment par les caractéristiques inhérentes au matériau bois (voir réponse à la question précédente).

## **Le bois est sensible à de nombreux nuisibles (termites, etc.). Malgré les nouvelles techniques, les maisons n'y sont-elles pas encore exposées ?**

Si ces techniques ne suppriment pas le risque d'exposition, elles préviennent efficacement les risques d'attaque et donc évitent toute dégradation future. Leur efficacité est telle que depuis plusieurs années on construit sans problème des bâtisses en bois en zones propices aux termites ! Si quelques pays aux climats plus froids ne traitent généralement pas les bois de construction (les insectes xylophages ne résistant pas aux grands froids), il n'en est pas de même en France où nous jouissons d'un climat plus tempéré nécessitant un traitement préventif fongicide et insecticide, voire antitermite, des bois de construction.

## **On voit beaucoup de façades en bois qui, avec le temps, virent au gris plus ou moins foncé. Tous les revêtements en bois sont-ils concernés, s'ils ne sont pas peints, et ce grisaillement ne les fragilise-t-il pas ?**

Ce grisaillement des bois non protégés est dû à l'effet conjugué des intempéries (pluie, neige...) et des rayons solaires et lunaires. Il ne nuit pas à la durabilité du bois. Cependant, si certains apprécient cette couleur grise, d'autres préfèrent conserver la couleur originelle du bois ou le colorer, voire le recouvrir complètement. Peintures, vernis et autres lasures sont là pour répondre à ces attentes. Mais, bien que recouverte, la façade nécessitera un entretien régulier,



Située dans le nord de la Bretagne, cette maison est protégée par un bardage non recouvert d'une peinture : ce qui ne compromet en rien sa durabilité.



comme pour un mur maçonné peint. À l'inverse, une façade dont on laisse le bois grisé naturellement ne nécessite aucun entretien.

## À l'intérieur d'une maison en bois, peut-on avoir autre chose que des murs et des plafonds en bois, ainsi que du parquet au sol ?

Quasiment tous les types de revêtements intérieurs existants sont possibles, selon le type de technique retenue. La solution la plus polyvalente en la matière est l'ossature bois, dont l'intérieur, ainsi que l'extérieur, peuvent être traités comme dans une maison maçonnée (carrelage, plâtre, crépi, etc.).

## Construire en bois au XXI<sup>e</sup> siècle, n'est-ce pas un peu dépassé ?

Bien au contraire, le bois comme matériau de construction est tout à fait dans son temps, avec un foisonnement de nouvelles solutions constructives. Ce n'est pas pour rien que nombre d'architectes le privilégient. Ce matériau a en effet la faculté rare de s'harmoniser à des contraintes et univers variés. Traditionnelle pour les uns, l'architecture bois devient contemporaine, voire tendance pour les autres.



Outre les techniques retenues pour leur construction, ces maisons démontrent parfaitement que le bois est un matériau parfaitement à l'aise en ce XXI<sup>e</sup> siècle.

© DOMESPACE International - Conception P.MARSILLI - Photo BITHIEY

## Si elles sont si performantes, pourquoi ne voit-on pas davantage de construction en bois ?

Le petit pourcentage du marché français de la maison en bois s'expliquait principalement, il y a encore peu, par l'absence d'offre sur les segments de maisons économiques et intermédiaires. Par ailleurs, ce marché était caractérisé par l'intervention des artisans uniquement. L'arrivée des industriels du bâtiment depuis quelques années devrait contribuer à voir le pourcentage du bois augmenter sensiblement. Dans une moindre mesure, la résolution du déficit de logements à vocation sociale devrait également contribuer à la croissance du bois. Source de construction rapide à l'image verte et positive, le bois n'est en effet pas pour déplaire aux politiques.

Enfin, dernier point, l'avènement de la RT 2012, effective pour l'ensemble du secteur de la construction au 1<sup>er</sup> janvier 2013, constitue très vraisemblablement l'opportunité de croissance la plus importante du secteur, les constructions en bois présentant de nombreux atouts face aux constructions maçonnées. Par ailleurs, les nouvelles exigences qu'introduit la RT 2012 vont concourir à niveler les différences de tarifs entre les constructions en bois et maçonnées. En conséquence, à la fin de l'année 2011, l'optimisme était tel que plusieurs cabinets d'audit n'hésitaient pas à parier sur un doublement de la part de marché du bois à l'horizon 2015, portant celle-ci à plus de 15 % de la globalité du secteur de la construction à destination des particuliers. Si cet objectif peut paraître fort ambitieux, nul doute que le bois est appelé à un bel avenir dans le secteur et qu'à ce titre, de plus en plus de constructions en bois verront le jour pour la plus grande satisfaction de leurs propriétaires, ce qui est l'essentiel !

## 2 | Contraintes administratives

Les plans d'occupation des sols (POS) ont pour vocation d'édicter des règles d'urbanisme locales et en aucun cas des règles de construction. Ils déterminent notamment des mesures concernant l'aspect extérieur des constructions (article L 123-1 du Code de l'urbanisme). Autrement dit, un POS ne peut contraindre qu'à un résultat fondé sur des caractéristiques esthétiques telles que l'aspect extérieur. D'une façon générale, aucune disposition du Code de l'urbanisme ne permet d'obliger ou d'empêcher l'emploi d'un matériau donné.

Quels que soient le lieu et le POS, on ne peut empêcher la construction d'un bâtiment en arguant du matériau dont il est fait. C'est uniquement l'aspect extérieur qui peut bloquer un projet. On ne peut donc pas interdire la construction d'une maison en bois au motif qu'elle est en bois. Par contre, on peut la bloquer sur le principe que son aspect extérieur n'est pas conforme aux dispositions du POS local. Par exemple, un POS, imposant des murs revêtus d'un crépi couleur crème, peut être opposé au permis de construire d'une maison en bois qui prévoit un bardage naturel. Dans ce cas, la solution pour se voir autoriser le permis de construire est de recourir à la technique de l'ossature bois, laquelle permet un revêtement type crépi de la couleur exigée.

Si un POS impose la nature d'un matériau ou sa composition, sa rédaction constitue un abus de réglementation illégal qui ne tient pas devant un tribunal. Il appartient alors, à l'organisme rédacteur (commune, groupement de communes) de le réviser et, dans l'attente, de prendre des mesures nécessaires pour ne pas pénaliser d'éventuelles demandes de permis de construire. Illégales, ces dispositions ne peuvent servir à motiver le refus d'un permis de construire.



## 3 | Ressources et bibliographie

### Livres, magazines

#### **DTU des constructions bois**

Les Documents Techniques Unifiés contiennent les règles techniques à respecter dans le secteur de la construction. Outre les professionnels de la construction, ils servent également de référence aux experts des assurances et des tribunaux. Ils sont disponibles à la commande sur le site Internet du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB). <http://boutique.cstb.fr/>

#### **Bois – Systèmes constructifs**

Ce livre présente les techniques constructives en bois les plus courantes, plus particulièrement l'ossature bois, les poteaux-poutres et le bois massif. Le texte est accompagné de nombreux schémas illustrant les spécificités des solutions mises en œuvre. Josef Kolb – Presses polytechniques et universitaires romandes

#### **Construction de maisons à ossature bois**

Cet ouvrage détaille techniquement l'ossature bois, de sa conception à sa mise en œuvre. A ce titre, il s'adresse plus particulièrement aux autoconstructeurs et aux professionnels. Yves Benoit, Thierry Paradis – Editions Eyrolles/FCBA

#### **La maison écologique**

Un simple coup d'œil dans les rayons d'une librairie permet de constater les nombreux magazines sur l'habitat bois qui y cohabitent, le plus souvent de bonnes factures et source d'idées. Trimestrielle, la revue *La maison écologique* n'est néanmoins pas entièrement dédiée au bois. Malgré cela, elle est la seule à être véritablement spécialisée sur l'éco-construction, ce qui vaut à l'habitat bois d'y faire régulièrement l'objet d'un article, le plus souvent concret. Le Petit Bourg - 35630 Bazouges-sous-Hédé. Tél. +33 (0)2 99 37 06 97 - [contact@lamaisonecologique.com](mailto:contact@lamaisonecologique.com) - [www.la-maison-ecologique.com](http://www.la-maison-ecologique.com)

### Structures

#### **Comité National pour le Développement du Bois – CNDB,**

6 avenue de Saint-Mandé – 75012 Paris. Tél. +33 (0)1 53 17 19 60 - [www.bois-construction.org](http://www.bois-construction.org)

**Association française des constructeurs bois – Afcobois**

7-9 rue La Pérouse - 75016 Paris. Tél. +33 (0)1 40 69 57 23 - [info@maisons-bois.org](mailto:info@maisons-bois.org) - [www.maisons-bois.org](http://www.maisons-bois.org)

**Agence nationale de l'habitat – Anah**

Cette agence encourage l'exécution de travaux d'amélioration de l'habitat via des subventions aux propriétaires occupants et aux bailleurs de logements locatifs). 8 avenue de l'Opéra - 75001 Paris Tél. 08 20 15 15 15 (0,15 €/mn) - [www.anah.fr](http://www.anah.fr)

**Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie – ADEME**

L'Ademe propose sur son site internet une partie dédiée aux différentes aides possibles d'Etat, dans le cadre d'une construction ou rénovation. <http://ecocitoyens.ademe.fr/financer-mon-projet>

**Forest Stewardship Council - FSC**

Certification de gestion durable des forêts. Tél. +33 (0)2 97 63 08 29 - [marie.vallee@fsc-france.fr](mailto:marie.vallee@fsc-france.fr) - [www.fsc-france.fr](http://www.fsc-france.fr)

**Programme for the Endorsement of Forest Certification schèmes - PEFC**

Association de promotion de la gestion durable de la forêt, 8 avenue de la République - 75011 Paris. Tél. +33 (0)1 43 46 57 15 - [info@pefc-france.org](mailto:info@pefc-france.org) - <http://www.pefc-france.org/>

## Salons

**Salon maison bois** - Angers (courant octobre) : [www.salon-maison-bois.com](http://www.salon-maison-bois.com)

**Salon européen du bois et de l'habitat durable** - Grenoble (mars - avril) : [www.alpexpo.com/#/Salon-Europeen-du-Bois\\_fr\\_2628.html](http://www.alpexpo.com/#/Salon-Europeen-du-Bois_fr_2628.html)

**Salon du bois** - Rouen (octobre) : [www.anoribois.com/html/salon.html](http://www.anoribois.com/html/salon.html)

**Maison bois & co-énergies** - Toulouse (fin d'année) : [www.maison-bois-ecoenergies.com](http://www.maison-bois-ecoenergies.com)

**Vivons bois** - Bordeaux (novembre) : [www.conforexpo.com/Salon-vivons-bois/](http://www.conforexpo.com/Salon-vivons-bois/)

**Habitat & bois** - Epinal (septembre) : [www.salon-habitat-bois.com](http://www.salon-habitat-bois.com)

**Résidence & bois** - Lyon (octobre) : [www.salon-residence-bois.com](http://www.salon-residence-bois.com)

**Bâtir Écologique** - Paris (généralement en octobre) et Toulouse (courant mars) : [www.batirecologique.com](http://www.batirecologique.com)

## Sociétés

**Solar Indice**

Détermination de l'ensoleillement en fonction de l'implantation, 8, rue du Lieutenant de Noircarme - 06110 Le Cannet. Tél. +33 (0)4 93 68 56 13 - [www.sun-time.org](http://www.sun-time.org)

**Dumoulin bois**

Producteur de bois modifié thermiquement. 315, avenue du Général de Gaulle - 94500 Champigny. Tél. +33 (0)1 47 06 14 72 - [contact@dumoulin-bois.fr](mailto:contact@dumoulin-bois.fr) - [www.dumoulin-bois.fr](http://www.dumoulin-bois.fr)

**Rétitech - Retiwood**

Producteur de bois rétifé. 36, avenue Hoche - 75 008 Paris. Tél. +33 (0)1 46 28 54 16 - [www.retiwood.com](http://www.retiwood.com)

**Oléobois industrie**

Société à l'origine de l'oléothermie. 60A impasse des Millepertuis - Zone Industrielle Vallée du Salaison - 34740 Vendargues. Tél. +33 (0)4 84 25 29 65 - [www.oleobois-industries.com](http://www.oleobois-industries.com)

**Steko-Holzbausysteme AG**

Blocs de bois, pour construction type parpaing. Dorf 21 - 5056 Attelwil - SUISSE. Tél. +41 62 738 50 80 - [info@steko.ch](mailto:info@steko.ch) - [www.steko.ch](http://www.steko.ch)

**Jadecor**

Revêtement mural salade. 2 rue du Vignoble 67330 KIRRWILLERTél. +33 (0)3 88 70 73 67 - [www.jadecor.fr](http://www.jadecor.fr)

**Norbord**

Fabricant d'OSB sans formaldéhyde. Eikelaarstraat 33 - 3600 Genk - Belgique. Tél. +32 (0)89 50 03 00 - [www.norbord.be/Accueil/2621/norbord](http://www.norbord.be/Accueil/2621/norbord)

**PBM France (fabricant de parpaing en bois)**

Ets Cublys - La vallée - 76550 Offranville. Tél. +33 (0)6 45 30 94 76 - [cubais@orange.fr](mailto:cubais@orange.fr) - [www.pbmbloc.com](http://www.pbmbloc.com)

**La Maison de l'Ecologie** (un des plus vastes catalogues de produits écologiques, en France, distributeur exclusif de la vraie peinture de Falun). Zone Artisanale - 38960 St Aupe. Tél. +33 (0)4 76 06 09 99 - [www.maison-ecolo.com](http://www.maison-ecolo.com)

**Les bois bruts**

Constructeur de fuste. Le Roulades - 12450 Flavin. Tél. +33 (0)5 65 42 85 12 ou +33 (0)2 33 66 09 24 - [contact@lesboisbruts.com](mailto:contact@lesboisbruts.com) - [www.lesboisbruts.com](http://www.lesboisbruts.com)

**Les Airelles**

Artisan constructeur de maison à ossature bois. 2A place de la gare - 76 440 FORGES LES EAUX. Tél. +33 (0)2 32 89 04 54 - [contact@lesairelles.fr](mailto:contact@lesairelles.fr) - [www.lesairelles.fr](http://www.lesairelles.fr)

**Groupe MCP Promotion**

Europarc - Parc du Chêne - 7 rue Pascal - 69 500 BRON. Tél. +33 (0) 4 72 37 38 13 - [accueil@groupe-mcp.com](mailto:accueil@groupe-mcp.com) - [www.groupe-mcp.com](http://www.groupe-mcp.com)

**Patrick Frydman**

Architecte. Camp de la Salle - 31430 Montégut-Bourjac. Tél. +33 (0)5 61 87 77 74 - [contact@patrick-frydman.com](mailto:contact@patrick-frydman.com) - [www.patrick-frydman.com](http://www.patrick-frydman.com)



**Domespace**

Constructeur de maisons rondes, en bois, et qui tournent avec le soleil. 155 voies romaines - 29000 Quimper. Tél. +33 (0)2 98 57 60 60 - [contact@domespace.com](mailto:contact@domespace.com) - [www.domespace.com](http://www.domespace.com)

**Les charpentiers d'Uzès**

Constructeur de maison à ossature bois. Mas de Pique Talen - Plan d'Albi - 30700 Aigaliers. Tél. +33 (0)4 66 03 08 71 - [roland.studer@orange.fr](mailto:roland.studer@orange.fr) - [www.charpentiers.fr](http://www.charpentiers.fr)

**Le Relais**

Isolant Métisse en fibres textiles recyclées issues des collectes et du tri des vêtements du Relais (membre d'Emmaüs France). ZI Artois Flandres - 422 Boulevard Est - Zone C - 62138 Billy Berclau. Tél. +33 (0)3 21 69 40 77 - [metisse@le-relais.net](mailto:metisse@le-relais.net) - [www.lerelais.org/](http://www.lerelais.org/)  
Isolant-Metisse

**Raout Bois Usinés**

Bardages en robinier. 4 le Vieux Moulin - 89110 St Maurice Thizouaille. Tél. +33 (0)3 86 63 42 78 - [www.raoutbois.fr](http://www.raoutbois.fr)

**Scierie - Gérald Abt**

Fabrication de bardeaux. 30 chemin de Puech Pal - 81120 Réalmont. Tél. +33 (0)6 98 71 38 00 - [scierie@soleol.net](mailto:scierie@soleol.net) - [www.soleol.net](http://www.soleol.net)

**Forbo Sarlino**

Fabricant de linoléum. 63 rue Gosset - BP 2717 - 51055 Reims cedex. Tél. +33 (0)3 26 77 30 30 - [www.sarlino.forbo.com](http://www.sarlino.forbo.com)

# CONSTRUIRE SA MAISON EN BOIS

■ Pascal Farcy

Le bois est devenu (ou redevenu) l'un des matériaux incontournables dans le bâti d'aujourd'hui et notamment dans la maison individuelle. Cependant, les techniques de construction et les choix de mise en œuvre sont nombreux...

Cet ouvrage présente de façon complète et détaillée les caractéristiques de ce matériau dans la construction et compare la quasi-totalité de ses différentes méthodes d'application, du gros œuvre jusqu'aux finitions, de la plus ancienne à la plus moderne.

Complet, concret et richement illustré, ce guide indispensable vous éclairera sur les aspects économiques, écologiques, sanitaires et thermiques du bois pour ainsi vous aider à faire les meilleurs choix.

À JOUR  
DE LA  
RT 2012

## AU SOMMAIRE

Caractéristiques ■ Entretien ■ Coût ■ Technologie et réglementation ■ Performances thermiques ■ Naturellement isolant et adapté au Bâtiment Basse Consommation (dit BCC) de la RT 2012 ■ Choisir le bois ■ L'aulnier et le bois parfait ■ Les classes d'emploi ■ Le bois et l'eau ■ Certifications et compagnie... ■ Les traitements de préservation ■ La trituration ■ Isolation, peinture, chauffage... ■ Être cohérent et faire les bons choix ■ Privilégier une approche bioclimatique ■ Baies vitrées, bien définir les besoins ■ Une isolation de qualité ■ Une étanchéité soignée ■ Les revêtements extérieurs et intérieurs ■ Pour les sols ■ Le chauffage ■ Bois et grisaillement ■ Les différentes techniques de construction ■ Fondations, soubassement et dalles ■ Structures et murs porteurs ■ L'ossature bois ■ L'empilage de bois massif en rondin ou madrier ■ Le rondin ■ Le madrier ■ La fuste ■ Les poteaux-poutres ■ Panneaux de bois massifs contrecollés ■ Des techniques moins connues ■ Le parpaing en bois massif ■ Le parpaing bois creux ■ Le madrier creux ■ Le colombage ■ Le bois cordé ■ Exemples de réalisations ■ Contraintes administratives

Retrouvez l'auteur sur [www.planete-en-sursis.com](http://www.planete-en-sursis.com)



Code G13473

ISBN 978-2-212-13473-5

[www.editions-eyrolles.com](http://www.editions-eyrolles.com)