FICHES MATERIAUX

15/12/2010

Préambule.

L'objectif de cette présentation consiste à donner un avis technique global pour chaque matériau existant aujourd'hui sur le marché de la construction. L'angle d'observation est celui du regard écologique qui s'attachera à rechercher les éléments positifs et négatifs pour permettre une évaluation comparative des matériaux entre eux.
L'auteur ne prétend pas être exhaustif ; de nouveaux matériaux et de nouvelles utilisations apparaissent régulièrement sur le marché. En particulier, ce travail ne recense pas les produits composés de plusieurs matériaux différents et disponibles sur le marché.
Seul l'aspect de la connaissance de base intéresse l'auteur et doit permettre à tout un chacun de percevoir les différences entre les matériaux fondamentaux disponibles sur le marché.

Liste des matériaux étudiés.

(par ordre alphabétique)

Argile expansée	Laine de roche
Béton cellulaire	Laine de verre
Béton de chanvre	Liège
Bois	Lin
Bois cordé	Ouate de cellulose
Brique d'adobe	Paille
Brique de terre comprimée	Perlite
Brique rouge	Pierre
Brique silico-calcaire	Pisé / Torchis /Bauge
Carreaux de plâtre / plaques	Plâtre
Chanvre	Polystyrène
Chaux	Polyuréthane
Ciment	Toiture végétalisée
Laine de bois	Vermiculite
Laine de mouton	Verre cellulaire

1. Notions thermiques de base.

Conductivité thermique λ : c'est la propriété des corps à transmettre la chaleur par conduction (en watts par mètre par degré Celsius (**W/m.°C**)) : exemple pour le cuivre, elle est de 380, pour la mousse de polyuréthane, elle est de 0,02 W/m/°C. Dans ce document, c'est cette unité qui sera utilisée.
La conductivité thermique est le flux de chaleur qui traverse un matériau d'une surface de 1 m² et d'une épaisseur d'1 m lorsque l'écart de température entre les deux faces de ce matériau est de 1°C.
Dans le système international d'unités, la conductivité thermique est exprimée en watts par mètre-kelvin, ($W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$) où :

- le watt est l'unité de puissance
- le mètre est l'unité de longueur
- le kelvin est l'unité de température (1°K= 1°C+273,15)

La conductivité dépend principalement de :

- La nature du matériau,
- la température.
- D'autres paramètres comme l'humidité ou la pression interviennent également.

Exemples :	Cuivre	380 W/m.°C
	Béton	1,5
	Chanvre	0,039

Résistance thermique Rth :

La **résistance thermique** d'un élément exprime sa résistance au passage d'un flux de chaleur ; (en m².°C/W)
La résistance thermique **Rth** d'une plaque d'épaisseur E et de surface S vaut E/ λ où λ est la conductivité thermique du matériau.

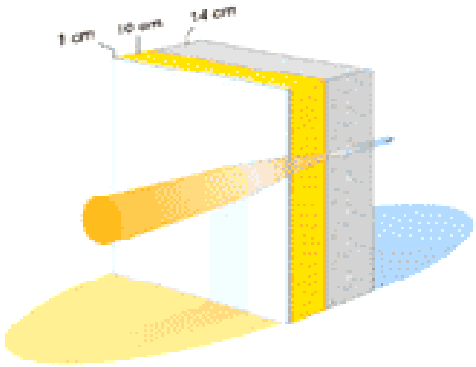
Exemple pour 20cm de cellulose
R= 0.20m/0.040 = **5**

Unités : E en mètres
λ en $W \cdot m^{-1} \cdot °C^{-1}$

La résistance thermique d'une paroi

Quand plusieurs matériaux différents constituent la paroi, les résistances thermiques de chaque matériau s'ajoutent. Par ailleurs, les matériaux sont toujours séparés par une fine lame d'air qui elle-même présente une résistance thermique qui doit elle aussi être prise en compte dans le calcul. Cependant cet air doit être immobile pour être isolant. Une lame d'air large laissée pour la respiration d'un mur n'est pas isolante de la même manière.

Enfin, il est nécessaire d'additionner en plus les résistances d'échanges superficielles internes et externes de la paroi (échange avec l'air de l'ambiance intérieure et extérieure). Ces résistances dépendent de chaque matériau et sont données par les tableaux des DTU.



R plâtre : $\frac{e}{\lambda}$ = $\frac{0,01}{0,46}$	=	0,021
R laine « GR 32 Isover 100 mm »	=	3,15
R mur	=	0,082
Résistances d'échanges superficielles	=	0,17
R (m².K/W)	=	3,42

Exemple :

Coéfficient de transmission surfacique.

C'est l'inverse de la résistance thermique, il s'exprime donc en W/m².°C. Plus ce coéfficient est faible, plus la paroi est isolante.

Capacité thermique.

C'est la capacité d'un matériau à emmagasiner la chaleur par rapport à son volume. Elle est définie par la quantité de chaleur nécessaire pour élever de 1° C 1m3 du matériau. Elle dépend de trois paramètres :

La conductivité thermique λ : moins un matériau est isolant, plus il a de capacité de stockage thermique.
La chaleur spécifique : c'est sa capacité à emmagasiner la chaleur par rapport à son poids. Elle est définie par la quantité de chaleur à apporter à 1 kg de matériau pour élever sa température de 1°C.
La densité du matériau : plus un matériau est lourd, plus sa capacité thermique augmente.

La capacité thermique s'exprime en kilojoules par m^3 et par °C (kJ/m^3.°C).

Rappel : 1 joule = 1N.m = 1 kg . m² /s²
1 N = 101,94 gf
1kgf = 9,81 N

Déphasage thermique : C'est le temps que met la chaleur à traverser une épaisseur donnée d'isolant

La vitesse (v) de transfert du flux de chaleur (= déphasage) est fonction de la diffusivité (d) du matériau. La **diffusivité thermique** représente la vitesse de pénétration et atténuation d'une onde thermique dans un milieu.

$$d = 72.5 / \text{Racine}(1/d)$$

(formule approximative mais suffisante, selon Olivier Sidler, du cabinet Enertech)
Or cette diffusivité (d) se calcule à partir de 3 paramètres : le coef λ (déperditions), la densité, et la capacité thermique

$$d = \lambda / (\text{densité} * \text{capacité thermique})$$

Donc, à densité égale, deux paramètres influent sur le déphasage : le coef λ et la capacité thermique massique.

Exemple

laine de bois et cellulose ont le même λ (0.04 **environ**), mais pas la même capacité thermique massique (0.54 Wh/kg.°C pour la cellulose, 0.75 pour la laine de bois).

Il faut un décalage d'environ 13 heures pour avoir un bon confort (la chaleur reçue à 8h du matin commence à pénétrer à 21h, quand l'ambiance fraîchit et que l'on ouvre les fenêtres). Si on ne dispose que de 20 cm, pas d'hésitation : laine de bois !!! Si par contre on isole avec 35 cm (en toiture...), la ouate de cellulose à 55 kg/m3 procure le même décalage !

Dernière remarque : plus on isole, plus la quantité de chaleur qui finira par pénétrer sera faible. En théorie, avec un isolant quasi parfait et un déphasage quasi nul, on ne ressent quasi rien. Il reste ensuite à régler le problème de la gestion de l'air (entrées et sorties) de l'habitation.

Effusivité thermique.

C'est la rapidité avec laquelle la température superficielle d'un matériau augmente.

Parfois appelée « chaleur subjective », cette propriété des matériaux n'est pas prise en compte dans les bilans thermiques. Elle est pourtant un paramètre non négligeable de confort thermique et donc des besoins et des dépenses énergétiques, en tant que contrepoids des inconvénients que peut représenter une trop grande inertie thermique.

Le coéfficient que nous nommerons Eth indique combien de kilojoules ont pénétré sur 1 m² de surface d'un matériau 1 seconde après qu'elle a été mise en contact avec une autre surface de 1 m² plus chaude qu'elle de 1°C.
Eth est la racine carrée de la capacité thermique par la conductivité thermique :

$$Eth = \sqrt{Cth / \lambda}$$

et s'exprime en kJ/m².°C
Les matériaux dont l'effusivité est inférieure ou égale à 0,33 kJ/m².°C sont subjectivement chauds, leur température superficielle s'adapte instantanément à celle d'une surface voisine. Entre 0,33 et 0,67, les matériaux sont considérés comme chauds car ils s'harmonisent rapidement à leur environnement.

Entre 0,67 et 1,25, les matériaux donnent une impression neutre à fraîche.
Au-delà de 1,25, les matériaux sont perçus comme froids.

Les matériaux qui se réchauffent rapidement se refroidissent tout aussi rapidement si le flux de chaleur s'inverse.
En pratique les matériaux ayant une Eth faible, donc une bonne chaleur subjective sont isolants. Les matériaux ayant une Eth élevée et présentant une fraîcheur subjective sont des matériaux à bon volant thermique. Pour ménager le confort thermique et ne pas perdre les effets attendus de l'inertie thermique, il convient de choisir des revêtements fince à Eth adaptée selon les pièces et l'utilisation que l'on en fait.

Par exemple, pour un climat froid, dans une chambre, un parquet de bois à chaleur subjective élevée donne une impression beaucoup plus agréable à température de surface égale, qu'un carrelage en grès sur une dalle. Un enduit cellulosique mince ou un papier ingrain (Revêtement mural composé de 90% de fibres de papier recyclé, fibranne, fibres textiles longues et bois) sur les murs ne freineront que très faiblement l'inertie des murs s'ils sont isolés par l'extérieur ou dans leur masse, et ils annuleront leur « radiation froide » si la chambre n'est pas chauffée.

Autre exemple : en rénovation, dans les maisons anciennes, on a souvent des murs en pierre liées à la chaux ou des murs en pisé très épais, qui sont moyennement isolants mais présent une bonne inertie thermique et hygrométrique. Selon l'exposition, un doublage isolant par l'intérieur n'est souvent pas nécessaire et constitue même un « gaspillage » de ce volant thermique. Pour supprimer la sensation de radiation froide, il suffit souvent d'une correction thermique à hauteur d'homme par des panneaux décoratifs en bois par exemple. Inversement, dans les pays à climat chaud, les revêtements à Eth élevée, dispensateur de fraîcheur, seront préférés 'enduits minéraux, faïence, etc).

2. Propriétés des matériaux

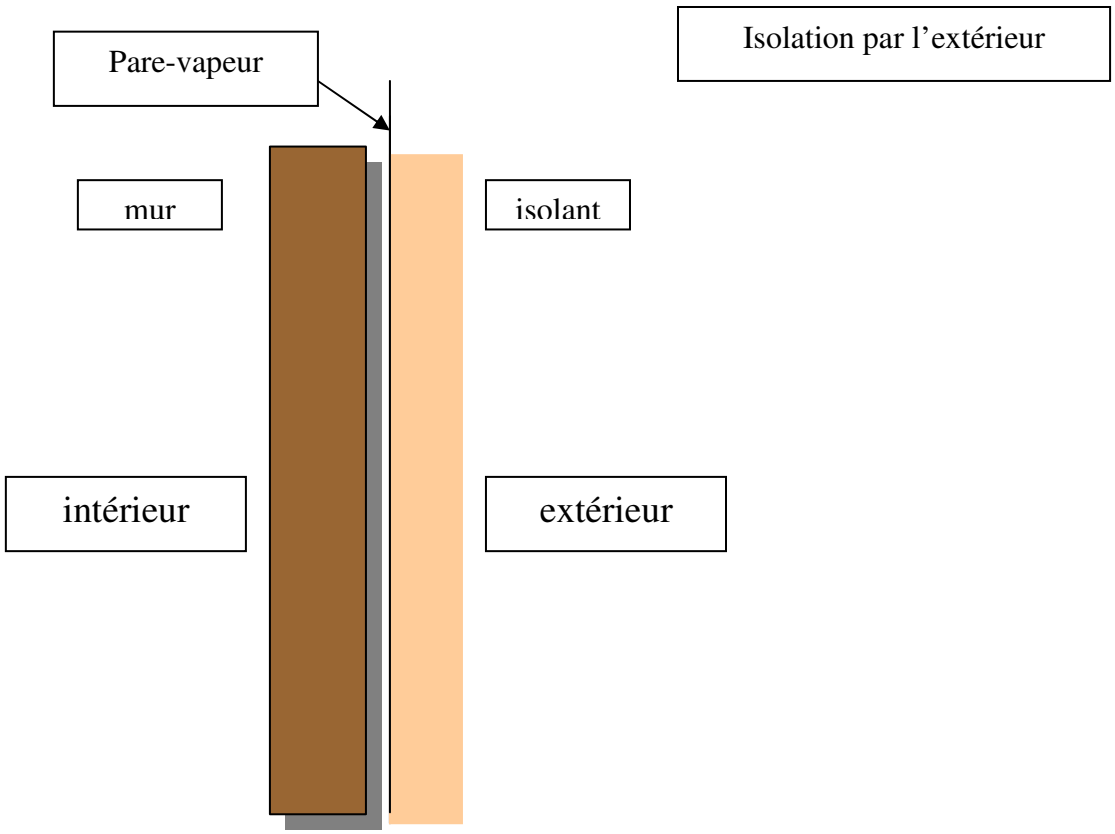
Les caractéristiques les plus importantes d'un isolant sont sa conductivité thermique et sa capacité thermique, c'est ce que nous venons d'étudier.
Mais d'autres critères doivent aussi être pris en compte dans le choix :

Le comportement à l'eau :

La présence d'eau dans les vides d'un isolant augmente considérablement sa conductivité thermique, puisque l'eau (non pure) est un conducteur. Attention donc aux matériaux hydrophiles ou pas assez secs lors de la mise en œuvre.

Perméabilité à la vapeur.

Si un isolant est perméable à la vapeur, il faut mettre en œuvre une barrière à la condensation de la vapeur dans cet isolant. On utilisera alors un pare-vapeur qui sera disposé du côté chaud de l'isolant.



Résistance au passage de l'air.

Cette caractéristique dépend de la structure et de la densité de l'isolant. Elle est déterminée pour les isolants par des classes pour les isolants particulièrement foisonnants. (RA, RB, etc pour laine de roche, VA, VB, etc pour laine de verre).

Propriétés mécaniques.

Dans ces propriétés, on analyse en particulier la classe de compressibilité selon l'usage que l'on veut faire du matériau (le verre cellulaire a par exemple une bonne résistance à la compression et peut supporter le poids d'un mur), le comportement aux mouvements différentiels, qui conditionne la stabilité dimensionnelle. L'isolant thermique va-t-il se tasser dans le temps et créer un pont thermique en haut du mur ?

Comportement au feu.

Le classement des isolants au feu tient compte de l'inflammabilité, du risque de flash over, de l'opacité des fumées et de la production éventuelle de gouttes enflammées.

Ce sont les EUROCLASSES.

Les anciennes classifications se trouvaient désignées en M0 à M4. Les EUROCLASSES actuelles ne prennent pas en compte la plus ou moins grande toxicité des gaz produits par la combustion du matériau lors d'un incendie.

Classe d'inflammabilité :

A1 et A2 : produit non combustible
B : produit faiblement combustible
C : produit combustible
D : produit très combustible
E : produit très inflammable et propagateur de flamme
F : produit non testé ou non classé

Classes d'opacités des fumées :

S1 : quantité et vitesse de dégagement faibles
S2 : quantité et vitesse de dégagement moyennes
S3 : quantité et vitesse de dégagement élevées

Classe de particules enflammées :

d0 : pas de goutte sou de débris enflammés
d1 : pas de gouttes ou de débris dont l'inflammation dure plus de 10 secondes
d2 : ni d0, ni d1.

Toxicité.

Certains isolants utilisés par le passé ont été de véritables « bombes à retardement » sur le plan sanitaire. L'exemple tristement célèbre de l'amiante est présent dans tous les esprits. Même si la toxicité des isolants actuellement répandus sur le marché est moins avérée, il

convient néanmoins d'être prudent. Les mécanismes d'agression des isolants sur l'organisme peuvent être les suivants :

Emission de fines particules : irritantes pour la peau et les voies respiratoires, elles peuvent être nocives à long terme lorsqu'elles sont inhalées. De par leur pénétration respiratoire et leur biopersistance, le principe de précaution devrait inciter à considérer les laines minérales comme potentiellement dangereuses.

Toxicité de l'isolant en place : dégagements pendant toute la durée de vie de l'isolant de substances potentiellement neurotoxiques, cancérigènes ou mutagènes : styrènes, amines, isocyanates pour les isolants synthétiques, phénols ou formaldéhydes pour l'enrobage des isolants fibreux.

Effets allergisants de certaines résines présentes dans les laines de verre et les agglomérés de bois.

L'IARC (Centre International de Recherche sur le Cancer) effectue un classement de dangerosité des composants. Les isolants fibreux (laine de verre, laine de roche), initialement classés dans le groupe 2B, ont depuis 1998 été reclassés dans le groupe 3. Cette décision a été assez fortement controversée dans les milieux scientifiques. Dans tous les cas, il est recommandé de porter un masque lors de la mise en œuvre et d'isoler ces matériaux du volume habitable par des parois de séparation (bois, BA13, etc…)

Groupe	Définition	Exemples
Groupe 1	Agents cancérogènes pour l'homme	Benzène, tabac, amiante, …
Groupe 2A	Agents probablement cancérogènes pour l'homme	Gaz d'échappement, usages de lampes à bronzer, …
Groupe 2B	Agents pouvant être cancérogènes pour l'homme	Café, essence, liquide de nettoyage à sec, légumes en saumure, …
Groupe 3	Agents ne pouvant pas être classés quant à leur cancérogénicité.	Caféine, saccharine, thé,…
Groupe 4	Agents n'étant probablement pas cancérogènes pour l'homme	Caprolactame (Composé chimique qui sert dans la fabrication des fibres synthétiques).

Résistance aux rongeurs.

Lorsqu'ils trouvent l'isolant à leur goût, les rongeurs s'installent peuvent nidifier et détruire les isolants, ce qui crée des ponts thermiques importants.

Ecologie

Le coût énergétique et environnemental du procédé de fabrication, la recyclabilité de l'isolant en fin de vie sont des facteurs à prendre en compte si l'on s'inscrit dans une démarche de développement durable. On parlera plus loin d'énergie grise.

Le marquage des isolants permet l'identification rapide des propriétés des isolants par des étiquettes normalisées.

Marquage ACERMI : voir site www.acermi.cstb.fr

Marquage CE :

Obligatoire depuis 2003, il permet la libre circulation des produits en Europe grâce à une information minimale et homogène sur les principales caractéristiques du produit. On y trouve mentionnés :

- Les caractéristiques thermiques (R et λ)
- La classe de réaction au feu (euroclasse)
- Les dimensions
- Les mentions de comportement à la compression, à l'eau, etc

3. Matériaux

MATERIAU	ARGILE EXPANSE		
Autres noms ou marques	Billes d'argile, béton léger		
UTILISATIONS	En intérieur	Isolation de plancher en étage, en doublage, en nivelage de sols en restauration.	
	En extérieur	En toiture plate, remplace le gravier pour amortir le bruit et réguler l'écoulement de l'eau	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,10	Energie grise : 250 à 450	Densité : 420
AVANTAGES	Insensible à l'eau et résistante à la compression. Bonne inertie thermique, non nocive pour la santé.		
INCONVENIENTS	Se présente en granulés, ne peut donc être utilisée qu'avec un coffrage ou mélangé avec un liant.		
COMPOSITION	Argile Huile lourde		
MISE EN ŒUVRE	A utiliser soi-même sur plancher ou en doublage. Se présente en sacs.		
NOS PRECONISATIONS	Pour améliorer l'inertie thermique d'un étage au niveau de son plancher et des cloisons.		

L'argile expansée est un granulat léger obtenu par la cuisson de petits morceaux d'argile dans des fours rotatifs, à une température d'environ 1.100° C

MATERIAU	BETON CELLULAIRE		
Autres noms ou marques	Aussi appelé monomur Thermopierre(r), il s'agit d'un matériau qui existe à l'état naturel. Il a été découvert à la fin du XIXe siècle par un ingénieur suédois, non loin de la ville écossaise de Tobermory. C'est pourquoi vous pourrez rencontrer également le terme scientifique de tobermorite (silicate de calcium hydrate) pour désigner le béton cellulaire. **SIPOREX, YTONG, HEBEL**		
UTILISATIONS	En intérieur	Cloisons, doublages, plafonds, isolation en toitures	
	En extérieur	Murs	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,11 à 0,14	Energie grise : 200	Densité : 600
AVANTAGES	Facile à poser même par un profane, facile à découper (scie égoïne) et à modeler. Bonne isolation thermique. Sert en même temps de mur principal et d'isolant.		
INCONVENIENTS	Mauvaise isolation phonique, craint l'humidité (nécessité de bien prévoir des enduits hydrofuges à l'extérieur et protéger le bas des murs). Attention poussière nocive pour la santé. Difficulté d'éviter tout pont thermique car pas de double cloisons.		
COMPOSITION	Sable siliceux 50 à 60 % Ciment 20 à 30 % Chaux aérienne 10 à 20 % Plâtre, gypse ou anhydrite (faibles quantités)		
MISE EN ŒUVRE	Spécialiste ou soi-même, spécialistes si utilisation en toiture car nécessité de disposer de matériel de levage + précautions de manipulations importantes.		
SITES INFO	http://www.commeunpro.com/infos/actu/dossiers/pages/thermopierre0702/thermopierre0702_3.php		
NOS PRECONISATIONS	A utiliser avec prudence à cause des ponts thermiques. Convient aussi bien pour la déco intérieure.		

MATERIAU	BETON DE CHANVRE		
Autres noms ou marques			
UTILISATIONS	En intérieur	Dalles, enduits	
	En extérieur	Murs, toitures, enduits	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,11 à 0,14	Energie grise : 350 à 450 kWh/m^3	Densité : 350 à 500
AVANTAGES	Permet la respiration des murs, très bon isolant		
INCONVENIENTS	Fentes possibles au séchage, difficiles à faire en murs à cause du mouillage du chanvre.		
COMPOSITION	Chaux Chanvre Adjuvant pouzzolanique		
MISE EN ŒUVRE	spécialiste pour les murs et les toitures, soi-même pour les dalles. Utilisable avec le bois cordé.		
SITES INFO	www.si2c.com		
NOS PRECONISATIONS	Excellente technique pour fabriquer un mur perspirant sans avoir à rajouter d'isolant intérieur ou extérieur.		

MATERIAU	BOIS		
Autres noms ou marques	Bois d'œuvre (attention caractéristiques différentes pour panneaux et produits dérivés)		
UTILISATIONS	En intérieur	Cloisons, planchers, solivages	
	En extérieur	Poteaux, murs massifs, charpente, volige	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,12 à 0,2	Energie grise : 180	Densité : 500 à 700
AVANTAGES	Facilité de mise en œuvre, disponible localement, capacité de stockage CO2, existe sous toutes sortes de formes ; Un très bon comportement au feu : Tandis que l'acier perd sa résistance mécanique au contact du feu, le bois, lui ne s'enflamme qu'à 365° tout en gardant ses propriétés porteuses. Sa combustion lente est dépourvue de gaz toxique et est ralentie par la multiplicité des couches composant les murs et toiture, annulant ainsi tout risque d'effondrement immédiat.		
INCONVENIENTS	Risques liés aux adjuvants de protection ou COV composés organiques volatils (formaldéhyde, bore, benzène, toluène, xylène, etc…)		
COMPOSITION	Bois (naturel) 135 variétés utilisées dans la construction		
MISE EN ŒUVRE	A utiliser soi même ou par spécialiste selon niveau de savoir faire.		
NOS PRECONISATIONS	A utiliser sans modération mais avec vigilance. Choisir son bois : http://www.archieco.net/index.php?option=com_content&task=view&id=47&Itemid=53		

LE BOIS, UNE EXCELLENTE TENUE AU FEU

Si le bois est certes combustible, il offre une excellente tenue au feu par rapport aux autres matériaux de construction. Il a notamment une forte capacité à conserver ses propriétés mécaniques sous les effets d'un incendie, ce qui permet d'assurer une grande stabilité des ouvrages. Le bois possède pour atouts une très faible dilatation thermique et une très faible conductivité thermique. En outre, contrairement à de nombreuses autres matières, le bois dégage 1500 fois
moins de gaz toxiques. D'ailleurs, des pays comme la Suède et certains länder allemands interdisent les menuiseries en PVC et leur préfèrent celles en bois.

En cas d'incendie, de par sa faible conductivité thermique, le bois transmet 12 fois moins vite la chaleur que le béton, 250 fois moins vite que l'acier et 1 500 moins vite que l'aluminium. Par conséquent, le coeur des éléments en bois est protégé de l'incendie plus longtemps, ainsi que leurs assemblages métalliques. Lors de la combustion, il se forme en surface des éléments en bois une couche carbonisée qui, étant huit fois plus isolante que le bois lui-même, freine la combustion. De ce fait, le bois se consume donc lentement (0,7 mm par face et par minute – Bois Feu 88) et, ne se déformant pas, les ossatures et poteaux-poutres en bois conservent plus longtemps que les autres types de structure leurs capacités mécaniques. En outre, quand il est prêt à rompre, le bois craque et de ce fait prévient.
Pour les petites sections en bois, plus vulnérables, différentes protections peuvent être appliquées pour limiter l'attaque du feu, comme le plâtre, une peinture ou un vernis intumescent. La réglementation relative à la sécurité incendie, très stricte, est la même pour toutes les constructions, qu'elles soient en bois, béton, brique... Cependant, les

caractéristiques spécifiques au bois, énoncées ci-dessus, font que les pompiers sont autorisés, par leur règlement, à intervenir plus longtemps sous une charpente en bois qu'une structure en béton ou acier. De plus en plus de maîtres d'ouvrages de bâtiments collectifs optent pour le bois : maisons de retraite, écoles, crèches, gymnases, immeubles d'habitation... Le nombre de maisons en bois a doublé en cinq ans en France, sans néanmoins encore atteindre les 90 % de maisons individuelles et petits collectifs des USA et du Canada. La construction bois a de l'avenir !

TRAITEMENT ECOLOGIQUE DU BOIS : l'ASAM

http://www.inra.fr/presse/procede_non_toxique_de_traitement_du_bois

MATERIAU	BOIS CORDE		
UTILISATIONS	En intérieur	Murs	
	En extérieur	Murs	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,12 à 0,2	Energie grise : 180	Densité : 500 à 700
AVANTAGES	Facile à mettre en œuvre soi même, permet d'utiliser du bois de chauffage, bon isolant respirant (évacue l'humidité intérieure)		
INCONVENIENTS	Peu d'artisans font ce travail		
COMPOSITION	Bois de feuillus ou de résineux indifféremment		
MISE EN ŒUVRE	Joints à base de mortier chaux + sable + sciure à faire soi même		
NOS PRECONISATIONS	A utiliser pour une construction rustique. Pour un aspect plus sophistiqué, alterner avec d'autres matériaux ou utiliser seulement du rondin calibré. Utiliser du bois de provenance locale.		

Béton de chaux et/ou de chanvre

MATERIAU	BRIQUES D'ADOBE		
UTILISATIONS	En intérieur	Murs	
	En extérieur	Murs, rénovation d'ancien	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0.32	Densité : 1200 à 1600	Energie grise : Très faible (pas de cuisson)
AVANTAGES	Peut être enduit d'un mélange chaux sable en complément. Bon agent hygrométrique.		
INCONVENIENTS	Briques à faire sécher au moins 3 semaines. Moins isolant que le chanvre mais aussi moins onéreux. Travail fastidieux.		
COMPOSITION	Terre tamisée Eau Paille Sciure ou copeaux de bois Chanvre		
MISE EN ŒUVRE	Utilisation en mur porteur ou intérieur ; utilisation pour mur Trombe. A faire soi-même		
SITES INFO	http://gabionorg.free.fr/		
NOS PRECONISATIONS	A utiliser surtout sur de l'habitat ancien		

MATERIAU	BRIQUE DE TERRE COMPRIMEE		
Autres noms ou marques	BTC, BTCS (BTC Stabilisée)		
UTILISATIONS	En intérieur	Murs intérieurs	
	En extérieur	Murs	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 1,05	Energie grise :	Densité : 1200à 1400
AVANTAGES	Bonne inertie thermique. Bon régulateur hygrométrique intérieur. Coût très bas. Utilisation de terre locale.		
INCONVENIENTS	Craint le gel pour les BTC non stabilisées. Nécessité d'acheter une presse hydraulique.		
COMPOSITION	Gravier 1/3 (2 à 20 mm) Sable 1/3 (0.02 à 2 mm) Limon ou argile (silt) 1/3 (0.002 à 0.02 mm) Chaux ou ciment (éventuellement en stabilisation) Attention pas de terre végétale contenant des éléments organiques.		
MISE EN ŒUVRE	Technique très complexe pour le choix des composants. Formation par l'association Le Gabion (05)		
SITES INFO			
NOS PRECONISATIONS	A utiliser si vous avez beaucoup de temps !		

Brique en terre : Les premiers éléments de construction préfabriqués utilisés par l'homme étaient des briques moulées en terre crue appelées "**adobes**". Les adobes possèdent une structure interne solide. On peut les utiliser dans la réalisation de structures porteuses, pour les cloisons intérieures, la réparation de toutes les techniques de construction en terre et le remplissage des colombages. Elles représentent une alternative pratique et économique aux anciennes méthodes de remplissage " humides ", répondant ainsi de manière optimale aux exigences modernes tout en utilisant les propriétés du matériau terre. La terre protège et conserve le bois et peut être recouverte d'un enduit à la chaux, résistant au cycle gel/dégel pendant des siècles. Les briques, qui se taillent facilement au marteau ou à la scie, s'adaptent aisément aux espaces souvent réduits et non angulaires de la rénovation.

Les briques de terre comprimées **"BTC"**, également porteuses, généralement stabilisées au ciment ou à la chaux sont utilisables sans enduit, en mur extérieur.

Les briques crues **"extrudées"** sont des briques destinées à être cuites, retirées de la chaîne de production avant le passage au four. On les utilise uniquement en intérieur pour construire des murs de refend, des cloisons et des parois non soumises à des efforts statiques. Comme les adobes et les BTC, grâce à leur forte densité, elles servent d'accumulateur thermique : elles absorbent l'énergie solaire pendant la journée et la restituent plus tard. Ces matériaux sont mis en œuvre selon les techniques de maçonnerie traditionnelles.

La fabrication des adobes, des briques extrudées et du mortier de terre nécessite peu d'énergie et respecte l'environnement.

MATERIAU	BRIQUE SILICO-CALCAIRE			
Autres noms ou marques	MAXIBLOC			
UTILISATIONS	En intérieur	Cloisons		
	En extérieur	Murs extérieurs		
DONNEES TECHNIQUES	Briques creuses	Conductivité thermique λ : 0,7	Energie grise : 350	Densité : 1400
	Briques de parement	Conductivité thermique λ : 1,1	Energie grise : 500	Densité : 2000
AVANTAGES	Pas de composé nocif, facilité de mise en œuvre, bonne inertie thermique, bonne isolation phonique.			
INCONVENIENTS	Difficiles à trouver en France, isolation thermique cependant insuffisante pour un mur extérieur.			
COMPOSITION	Sable siliceux 92 % Chaux vive 8 %			
MISE EN ŒUVRE	A utiliser soi-même à condition de trouver un fournisseur.			
NOS PRECONISATIONS	Fournisseurs en Allemagne et en Suisse. Bon compromis constructif. Utiliser plutôt avec un complément d'isolation extérieure.			

KSV : association suisse de fabricants de ce matériau.

MATERIAU	BRIQUE ROUGE		
Autres noms ou marques	Brique monomur, briques nid d'abeille, briques perforées, briques creuses, CARROBRIC		
UTILISATIONS	En intérieur	Cloisons (épaisseur 5 à 10 cm)	
	En extérieur	Murs (épaisseur 20 à 47 cm)	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,12 à 1,85	Energie grise : 450 à 1200	Densité : 700 à 1600
AVANTAGES	Bonne isolation thermique, bien adapté aux milieux humides. Bonne isolation phonique. Technique connue par les artisans. Plusieurs épaisseurs disponibles à l'achat.		
INCONVENIENTS	Brique nid d'abeille fragile. Contient parfois des traces de produits polluants (phénol, formaldéhyde) à cause des carburants de fours.		
COMPOSITION	Terre + argile Porosité assurée par billes de polystyrène, cellulose ou sciure de bois.		
MISE EN ŒUVRE	Utilisation par professionnel ou particulier expérimenté pour la pose (en général pose au plâtre).		
NOS PRECONISATIONS	A utiliser pour toute la maison.		

http://www.monomur3b.com/ecologie.html : la plus performante des briques monomur avec un λ de 0,11

MATERIAU	CARREAUX DE PLÂTRE		
Autres noms ou marques	PLACO (www.placo.fr)		
UTILISATIONS	En intérieur	Cloisons	
	En extérieur		
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,14 à 0,5	Energie grise : 750 à 900	Densité : 1000
AVANTAGES	Facilité de pose. Technique connue des artisans. Assez bonne isolation phonique.		
INCONVENIENTS	Passage de gaines électriques délicat à mettre en œuvre (existe cependant en alvéolé)		
COMPOSITION	Plâtre		
MISE EN ŒUVRE	A utiliser soi-même ou par artisan qualifié.		
NOS PRECONISATIONS	Ce matériau n'est pas le plus écologique et il vaut mieux utiliser la terre ou d'autres produits moins énergivores.		

MATERIAU	PLAQUE DE PLÂTRE		
Autres noms ou marques	PLACO (www.placo.fr), cloisons sèches		
UTILISATIONS	En intérieur	Cloisons	
	En extérieur		
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,14 à 0,5	Energie grise : 750 à 900	Densité : 1000
AVANTAGES	Facilité de pose : c'est l'une des techniques les plus rapides pour faire des cloisons intérieures. Technique connue des artisans.		
INCONVENIENTS	Isolation phonique mauvaise. Faible isolation thermique sauf associée à des fibres minérales		
COMPOSITION	Gypse Carton de cellulose		
MISE EN ŒUVRE	A utiliser soi-même ou par artisan qualifié.		
NOS PRECONISATIONS	Ce matériau n'est pas le plus écologique et il vaut mieux utiliser la terre ou d'autres produits moins énergivores.		

MATERIAU	CHANVRE		
Autres noms ou marques	Cannabis sativa, chènevotte		
UTILISATIONS	En intérieur	Isolation murs, toitures, cloisons	
	En extérieur	Voir béton de chanvre	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,04 à 0,07	Energie grise : Très faible	Densité : 25 à 35
AVANTAGES	Plante végétale aux caractéristiques minérales (particules de silice) Matériau respirant (emmagasine et restitue l'humidité), bon isolant thermique, bon isolant phonique Régulateur hygrométrique, chaleur surfacique élevée (Rayonnement), recyclable, non consommé par les rongeurs et les insectes, faible masse volumique, fibre 3.5 fois plus résistante qu'une fibre de verre pour une masse volumique 5 fois inférieure		
INCONVENIENTS	Capacité d'absorption de l'eau importante d'où nécessité de mouiller beaucoup (machine spéciale).		
COMPOSITION	La culture du chanvre agricole revient progressivement en France. Au 19ème, la France était l'un des pays le plus producteur avec 176.000 hectares de chanvre cultivé. Actuellement, il est recensé environ 8.000 hectares, principalement cultivé dans le nord. Les plantes récoltées sont acheminées vers les chanvrières où elles sont coupées en morceaux de 20 à 40 cm puis martelées. La paille de chanvre ainsi broyée donne de la chènevotte, de la fibre et de la poudre. Chacun de ces 3 composants va être séparé, nettoyé et véhiculé jusqu'à son stockage, son conditionnement ou son lieu de transformation.		
MISE EN ŒUVRE	Chanvribloc : Technique autoporteuse bien adaptée au « poteaux-poutres ». Chanvre vrac : à utiliser en mélange avec de la chaux type nhl2 pour enduits		
SITES INFO	http://fr.wikipedia.org/wiki/Chanvre ; www.technichanvre.com www.chanvribloc.com		
NOS PRECONISATIONS	Les fibres végétales sont une bonne alternative aux laines minérales et présentent des qualités isolantes équivalentes. Elles sont malheureusement absentes des grands circuits de distribution. Les plantes telles que le chanvre peuvent être cultivées sans engrais et leurs fibres sont naturellement fongicides et antibactériennes. Le chanvre peut être utilisé en rouleau et en vrac comme la laine de verre (avec des additifs ignifuges et anti-rongeurs tels que sels de bore ou d'ammonium), mais aussi pour être inclus dans des enduits ou bétons isolants entre solives. Dans ce dernier type d'application avec un liant à base de chaux, le chanvre n'a pas besoin d'additifs.		

En plus : CHENEVOTTE (utilisée en vrac)

Pouvoir isolant élevé (conductivité thermique = 0.048W/m².K test CSTB 28.98335)
Perméabilité à la vapeur d'eau (anti-moisissure, test CTBA 91-90.2835)
Non consommé par les rongeurs et les insectes (anti-termite test CTBA 89.2412)
Pas de tassement, mise en œuvre simple et économique (épandage en vrac limitant les ponts thermiques)

MATERIAU	CHAUX		
Autres noms ou marques	**Chaux vive : c'est la chaux à la sortie du four,** produit potentiellement dangereux, principalement employé dans l'industrie et l'agriculture. Avide d'eau, elle est utilisée pour assécher, détruire les matières organiques riches en eau **Chaux éteinte :** utilisée dans le bâtiment pour la maçonnerie et la réalisation d'enduits : chaux grasse ou chaux aérienne, chaux hydraulique naturelle.		
UTILISATIONS	En intérieur	Revêtement de murs externe, dalles	
	En extérieur	Murs	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,11	Energie grise : 450	Densité : 600 à 1400
AVANTAGES	Produit pur, sert à tout.		
INCONVENIENTS	Prudence à l'utilisation, produit très corrosif. Dégage du CO2 à la fabrication.		
COMPOSITION	Le terme chaux comprend la chaux vive et la chaux éteinte et est synonyme de « produits de chaux ». La chaux vive ou chaux calcinée est l'oxyde de calcium (CaO). La chaux éteinte est essentiellement constituée d'hydroxyde de calcium ($Ca(OH)_2$) et comprend la chaux hydratée (qui est la poudre sèche d'hydroxyde de calcium), le lait de chaux et la pâte de chaux (qui sont des dispersions de particules d'hydroxyde de calcium dans l'eau).		
MISE EN ŒUVRE	En mélange avec le sable et tous adjuvants isolants		
SITES INFO	http://www.dotapea.com/chaux.htm		
NOS PRECONISATIONS	Remplace le ciment dans la plupart de ses applications. A utiliser de préférence car moins énergivore et moins mélangé à d'autres substances de provenance douteuse.		

La chaux aérienne

La **chaux aérienne** est obtenue à partir de calcaire très pur. On la trouve sous différentes appellations : CAEB (ancienne normalisation : Chaux Aérienne Eteinte pour le Bâtiment remplacé par CL : Calcique Lime, chaux éteinte...

La **chaux aérienne** sert pour ses propriétés, depuis l'antiquité pour réaliser des mortiers pour la construction, des enduits et des badigeons sur les murs. Elle est aussi utilisée pour protéger les arbres fruitiers, ou lutter contre la putréfaction des cadavres en cas d'épidémie.

MATERIAU	CIMENT		
Autres noms ou marques	LAFARGE		
UTILISATIONS	En intérieur	Dalles	
	En extérieur	Murs, parpaings, toitures	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,14 à 0,5	Energie grise : 410 à 4000 selon produits	Densité : 1000 à 2200 sacs 1600
AVANTAGES	Facile à trouver. Outillage adapté. Technique connue des artisans. Solidité.		
INCONVENIENTS	Isolation phonique mauvaise. Isolation thermique inexistante. Pas de régulation hygrométrique.		
COMPOSITION	Chaux vive 64 % Acide silicique 20 % Alumine 5 % Fer oligiste 2,5 % 8,5 % éléments divers : sulfate de calcium, chrome, scories de hauts fourneaux alimentés par des boues d'épuration, cendres volantes, shistes bitumineux, poudre de calcaire, trass, bentonite, etc		
MISE EN ŒUVRE	A utiliser selon compétences sous différentes formes mais avec protections corporelles en particulier aux mains*.		
SITES INFO	www.lafarge.fr		
NOS PRECONISATIONS	Ce matériau n'est pas écologique. Il faut essayer de le remplacer le plus souvent possible par des solutions plus économes en énergie et plus efficaces en isolation.		

*La présence de chrome dans le ciment (entre 20 et 200 mg / kg) provoque la gale du maçon.

MATERIAU	LAINE DE BOIS ou FIBRE DE BOIS		
Autres noms ou marques	STEICO, HOMATHERM, PAVATEX (CH)		
UTILISATIONS	En intérieur	Isolations diverses	
	En extérieur	Isolation par l'extérieur	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,038	Energie grise :	Densité : 45 à 70
AVANTAGES	Utilisation pratique à la pose (facile à découper), bon déphasage.		
INCONVENIENTS	Dégagement de poussière à la découpe : utiliser masque.		
COMPOSITION	Fibres de bois Phosphate d'ammonium		
MISE EN ŒUVRE	A insérer dans chevronnage murs ou toitures		
SITES INFO	Eco-logis.com		
NOS PRECONISATIONS	L'un des meilleurs compromis économico-techniques du moment bien qu'encore un peu onéreux. A utiliser dès que possible.		

Les panneaux en fibres de bois sont fabriqués à partir de déchets de scieries (écorces et branches de résineux non traitées chimiquement). Les fibres sont agglomérées par leur propre résine (la lignine), mais c'est de la colle synthétique qui est utilisée lorsque plusieurs panneaux sont collés ensemble pour obtenir une plus grosse épaisseur d'isolant.
Mieux vaut opter pour des panneaux non bitumés (dont le caractère hydrofuge est assuré par des résines naturelles).
Particulièrement adaptés aux constructions en bois, les panneaux en fibres de bois sont étanches à l'air et perméables à la vapeur d'eau. Ils s'utilisent aussi bien pour monter des cloisons, isoler la toiture et les planchers, en doublage des murs ou en faux plafonds. Ils complètent très bien les autres isolants végétaux (cellulose, chanvre, lin…). On les trouve aussi sous ou sur les planchers comme isolant thermique et acoustique. Certains panneaux de fibres de bois peuvent être couverts d'un crépi minéral et servir ainsi pour assainir de vieux murs extérieurs en maçonnerie (isolation par l'extérieur).

MATERIAU	LAINE DE MOUTON		
Autres noms ou marques			
UTILISATIONS	En intérieur	Isolation	
	En extérieur		
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0.035	Energie grise : 55	Densité :
AVANTAGES	Résiste bien aux insectes et rongeurs, très bonne isolation, ininflammable.		
INCONVENIENTS	Prix élevé, gisements très faibles en France		
COMPOSITION	Laine naturelle de mouton lavée à la soude		
MISE EN ŒUVRE	Vendue en rouleaux ; prévoir 10 kg/m² ; laine non traitée : de 0,5 à 0,7 € / kg		
SITES INFO			
NOS PRECONISATIONS	Attention à la densité des produits vendus, ce produit reste difficilement exploitable au grand public.		

Les propriétés en font l'un des matériaux d'isolation les plus performants :

- Un coefficient de conductivité thermique exceptionnel (lambda = 0,035 environ) équivalent à celui du liège et bien supérieur aux laines minérales (0,040 pour la laine de verre).
- Elle est ininflammable
- Elle peut absorber jusqu'à 30 % de son poids d'eau sans paraître mouillée et retrouve tout son gonflant une fois sèche.
- Elle est légère (densité 20 Kg/m²), facile à poser, peut se compresser (utile dans le cas de charpentes irrégulières).
- De plus nous pouvons témoigner par expérience qu'elle n'est pas attaquée par les rongeurs, contrairement à la plupart des autres matériaux d'isolation.

MATERIAU	LAINE DE ROCHE		
Autres noms ou marques	ROCKWOOL		
UTILISATIONS	En intérieur	Isolation murs en rouleaux et toitures (rouleaux ou vrac)	
	En extérieur		
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,04	Energie grise : 150	Densité : 25 en vrac
AVANTAGES	Non combustible, ne retient pas l'eau, produit facile à trouver, résiste aux termites		
INCONVENIENTS	Insalubre à la pose, tassement dans le temps (50% en 10 ans à plat), contient des isocyanates		
COMPOSITION	Roches volcaniques Coke		
MISE EN ŒUVRE	Soufflée ou en rouleaux		
SITES INFO	www.rockwool.fr		
NOS PRECONISATIONS	A utiliser si vos moyens financiers sont vraiment très bas.		

Nous avons bien pris connaissance de votre demande. Nos laines de roches sont très variées, la résistance thermique varie de 0.15m².K/W pour les panneaux rigides les plus fins à 9m².K/W pour une isolation en laine à souffler.
Les masses volumiques sont comprises entre 20kg/m3 et plus de 150kg/m3.
Pour de plus amples informations, vous pouvez nous contacter au 01.40.77.82.82.
A très bientôt sur www.rockwool.fr
L'équipe technique

ROCKWOOL FRANCE S.A.S.
111 rue du Château des Rentiers
75013 PARIS
www.rockwool.fr

MATERIAU	LAINE DE VERRE		
Autres noms ou marques			
UTILISATIONS	En intérieur	Isolation murs et toitures. Utilisables aussi dans les cloisons séparatives en isolation phonique.	
	En extérieur		
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,035	Energie grise : 250	Densité :
AVANTAGES	Coût très faible		
INCONVENIENTS	Difficilement recyclable, tassement de 50 % au bout de 10 ans, irritation mécanique des yeux, de la peau et des voies respiratoires supérieures, contient des isocyanates.		
COMPOSITION	Sable Résines phénoplastes (3 à 5 %)		
MISE EN ŒUVRE	En rouleaux à encastrer entre chevrons		
SITES INFO			
NOS PRECONISATIONS			

La laine de verre cancérigène ou pas ?
Les fibres minérales artificielles ont été classées, en 1987, cancérogènes possibles, dans le groupe 2B (13). Mais, en Octobre 2001, le Centre International de Recherche sur le Cancer a décidé leur reclassification dans le Groupe 3, c'est-à-dire inclassifiables quant à leur cancérogénicité, les nouvelles fibres étant moins persistantes dans le tissu pulmonaire (44)."

Isocyanates :
Voir document du BTS (BUREAU TECHNIQUE SYNDICAL (**B.T.S.**). bd. du Roi Albert II, 5 Bte 5. 1210 BRUXELLES **.... Newsletter n°9**, **juin 1998)** sur le sujet :
Contact au BTS: Karola Grodzki, tel. 32 2 224 05 68, kgrodzki@etuc.org

MATERIAU	LIEGE		
Autres noms ou marques			
UTILISATIONS	En intérieur	Surtout en isolation phonique	
	En extérieur	Isolation par l'extérieur avec enduit	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,034	Energie grise : 310	Densité : 100à 300
AVANTAGES	Facile à poser.		
INCONVENIENTS	Non disponible en grandes épaisseurs. Délicat à poser dans les recoins inaccessibles.		
COMPOSITION	Liège Subérine (résine naturelle du liège)		
MISE EN ŒUVRE	Collés ou coincés entre chevrons, à faire soi-même		
SITES INFO	http://www.lamaisonduliege.com http://www.toutleliege.com/		
NOS PRECONISATIONS	A utiliser surtout en isolation phonique inter-étages ou cloisons séparatives.		

Le liège provient de l'écorce du chêne-liège. Les écorces sont réduites en grains qui sont ensuite agglomérés à chaud par la résine du liège (la subérine). Il faudrait éviter les panneaux renforcés avec des colles synthétiques : ils dégagent du formaldéhyde. Le liège est à la fois un bon isolant acoustique et thermique. Il est imperméable à l'eau, imputrescible et difficilement inflammable.

En panneaux, le liège est mis en oeuvre au niveau des dalles, des chapes, des murs, des plafonds et des toitures. En rénovation, ils permettent d'isoler sous les chevrons lorsque la couverture de la toiture est conservée. En granulés, le liège se déverse entre les solives des planchers, dans les toitures et les murs à ossature bois. On les utilise aussi comme agglomérat dans le béton ou dans le mortier de chaux pour en faire des chapes isolantes. La disponibilité du liège est loin d'être illimitée ; après prélèvement, il faut une dizaine d'années à l'arbre pour refaire une écorce utilisable.

Mieux vaut utiliser le liège avec parcimonie en le réservant pour les endroits où il peut manifester ses qualités de résistance à l'humidité : dalles et chapes de sols, toitures plates, murs creux en contact avec l'humidité ascensionnelle...

MATERIAU	LIN		
Autres noms ou marques			
UTILISATIONS	En intérieur	Isolation murs et toitures	
	En extérieur	Utilisable pour le jardinage et la litière des animaux (chevaux)	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,037	Energie grise : 30	Densité : 640 à 820 en graines
AVANTAGES	Bon régulateur hygrométrique, recyclable et réutilisable, ne craint ni les rongeurs, ni les insectes. Capteur de CO2		
INCONVENIENTS			
COMPOSITION	Lin naturel		
MISE EN ŒUVRE	Existe en panneaux, rouleaux et vrac, utilisation comme la laine de verre.		
SITES INFO	http://maisonnature.free.fr		
NOS PRECONISATIONS			

L'isolant en lin est fabriqué à partir de fibres de lin trop courtes pour un usage textile. Imprégné au sel de bore (pour la résistance aux moisissures, aux insectes, au feu et aux rongeurs), le lin se présente en vrac, sous forme de rouleaux, de plaques semi-rigides ou de feutres. Il est agréable à manipuler (laineux) et il épouse bien les surfaces à isoler. Il a la capacité d'adsorber puis de restituer l'humidité en fonction de l'hygrométrie ambiante. Le lin est aussi un bon isolant acoustique contre les bruits aériens.

L'isolant en lin est adapté aux constructions à ossature bois et en bois massif, mais on l'utilise aussi dans les constructions dures pour l'isolation des murs extérieurs et des cloisons intérieures et pour l'isolation entre chevrons des toitures neuves ou anciennes. L'utilisation du produit en vrac permet l'isolation entre les solives et dans les endroits difficiles d'accès.

MATERIAU	OUATE DE CELLULOSE		
Autres noms ou marques	THERMOFLOC, UNIVERCELL		
UTILISATIONS	En intérieur	Isolation thermique murs, toitures, inter-étages	
	En extérieur		
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,04	Energie grise : 50	Densité : 55
AVANTAGES	Meilleur rapport qualité d'isolation / prix du marché aujourd'hui. Produit relativement sain. Résiste au feu		
INCONVENIENTS	Soufflage délicat à bien réaliser		
COMPOSITION	Polysaccharide formé de chaînes de glucose, liées entre elles pour former une fibre. Des additifs inoffensifs (sels de bore) le protègent contre l'incendie, les insectes et la moisissure. Les flocons de cellulose sont disponibles sous forme de panneaux ou en vrac. Soit : Papier journal recyclé Hydroxyde d'alumine 8 % Acide borique 4 %		
MISE EN ŒUVRE	Plutôt à faire faire par un professionnel. Coup de main à prendre pour atteindre le meilleur niveau de remplissage.		
NOS PRECONISATIONS	A utiliser sans modération mais avec précautions respiratoires obligatoirement.		

Généralement fabriqué à partir de journaux recyclés, ce matériau a déjà conquis 25 à 30% du marché en Scandinavie et aux Etats-Unis.
Attention : le caractère écologique de ce matériau demeure controversé : si les particules de la cellulose ne sont pas aussi fines que celles de la laine de verre, elles peuvent néanmoins provoquer des inflammation pulmonaires lors de leur mise en oeuvre en l'absence d'une protection appropriée. De plus, il contient également les résidus d'encre présents avec le papier recyclé.

Dans la nature, la cellulose est un matériau de construction universel et le composé organique le plus fréquent. C'est la substance la plus importante de la paroi des cellules végétales, elle leur confère leur solidité. La résistance du bois à la tension repose également sur les propriétés de la cellulose. Lorsque les cellules végétales meurent, la cellulose est désagrégée par les enzymes et décomposée dans un processus microbiologique. Sa grande capacité thermique spécifique et sa nature hygroscopique lui confèrent d'excellentes propriétés isolantes et une bonne protection contre la condensation.

MATERIAU	PAILLE		
Autres noms ou marques			
UTILISATIONS	En intérieur	Cloisons, isolation toitures	
	En extérieur	Murs porteurs	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0.04	Energie grise : 10	Densité : 180 à 350
AVANTAGES	Coût extrêmement bas hors main d'œuvre		
INCONVENIENTS	Problèmes d'assurances des professionnels, risque de manquer de matière première si tout le monde s'y met.		
COMPOSITION	Paille de céréales		
MISE EN ŒUVRE	Empilement de bottes avec ou sans ossature ; à faire soi-même ou de préférence avec une bande d'amis bénévoles		
SITES INFO	www.habitat-ecologique.org/paille.php www.lamaisonenpaille.com www.compaillons.fr		
NOS PRECONISATIONS	Technique demandant un délai plus long pour trouver la matière première emballée selon les besoins de la construction. Problèmes d'assurances des professionnels en cours d'être résolus en cette année 2008. Des solutions alternatives existent.		

MATERIAU	PERLITE		
Autres noms ou marques	ECOPERL, PERLISOL,		
UTILISATIONS	En intérieur	Avec béton en dalles ou planchers, plus spécialement isolation des conduits de cheminée.	
	En extérieur		
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0.039 à 0.05	Energie grise :	Densité : 90
AVANTAGES	Incombustible, peut être mélangée au béton, résiste aux insectes et rongeurs		
INCONVENIENTS			
COMPOSITION	**La perlite** est une roche volcanique siliceuse. La roche est d'abord concassée et calibrée par granulométries. En apparence, la perlite broyée ressemble à du sable. L'expansion industrielle de la perlite est réalisée dans des fours spéciaux, fixes ou rotatifs. Sous l'effet de la chaleur, les grains de perlite s'expansent : une multitude de cellules fermées se constituent à l'intérieur des grains.		
MISE EN ŒUVRE	A mélanger au mortier ou à utiliser en vrac		
SITES INFO	www.efisol.fr		
NOS PRECONISATIONS	A utiliser surtout pour application spécifique et dalles. Convient pour rénover des dalles dans l'habitat ancien car allège le béton.		

MATERIAU	PIERRE		
Autres noms ou marques			
UTILISATIONS	En intérieur	Murs d'inertie	
	En extérieur	Murs	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ :	Energie grise :	Densité : 2000
AVANTAGES	Résistant au temps, facile à trouver		
INCONVENIENTS	Peu isolant, mise en œuvre par artisan tailleur de pierre		
COMPOSITION	Pierre (calcaires, grès, granit, etc)		
MISE EN ŒUVRE	Taillées ou non, liant : ciment ou terre		
SITES INFO	http://www.pierreseche.net/		
NOS PRECONISATIONS	A garder pour donner l'inertie intérieure d'une maison et en déco extérieure		

MATERIAU	PISE / TORCHIS / BAUGE		
Autres noms ou marques			
UTILISATIONS	En intérieur		
	En extérieur	Murs	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 1,1	Energie grise :	Densité : 1400 à 2000
AVANTAGES	Coût bas, utilisation de la ressource locale, incombustible, bonne hygrométrie, murs perspirants		
INCONVENIENTS	Beaucoup de main d'œuvre		
COMPOSITION	Terre Eventuellement chaux		
MISE EN ŒUVRE	Sur structure ou ossature bois		
SITES INFO	http://www.inti.be/ecotopie/pise.html http://www.craterre.archi.fr/		
NOS PRECONISATIONS	A utiliser soi même pour limiter au mieux le coût de la construction.		

Le **pisé** est un système constructif monolithique en terre crue compactée dans un coffrage (banchage). La terre est idéalement graveleuse et argileuse, mais on trouve des constructions en pisé réalisées avec des terres fines. La terre peut être amendée (ou stabilisée) à l'aide de chaux, de ciment, plus rarement d'autres produits.

Torchis-remplissage de colombage

En Europe centrale, le matériau de construction le plus répandu était la terre. On trouvait également sans problème lattes et osier, ou autre bois à tresser. Ainsi, la terre devint le matériau de construction authentique qui servit à créer un patrimoine à colombage inimitable. La terre est indispensable dans la rénovation des maisons anciennes à colombage. Son utilisation est simple et ne pose aucun problème : la nouvelle couche de torchis se place sur l'existant humidifié pour former un tout homogène et résistant. Particulièrement sèche tout en régulant l'hygrométrie ambiante par capillarité, la terre protège le bois de l'humidité. Elle le conserve donc de manière tout à fait naturelle. En outre, ce matériau plastique comble les espaces creux et vides des colombages, éloignant ainsi les insectes et les rongeurs. Autre avantage: le torchis réagit de façon flexible et souple aux mouvements des colombages. Partout en Europe, des maisons à colombages construites depuis des siècles, témoignent de l'association harmonieuse du bois et de la terre. Aujourd'hui, pour faciliter la mise en œuvre de la terre dans les chantiers, la rénovation des colombages est souvent réalisée en adobe.

MATERIAU	PLÂTRE		
Autres noms ou marques	BPB (UK), LAFARGE (F), KNAUF (D)		
UTILISATIONS	En intérieur	Enduits	
	En extérieur	Enduits avec sable et chaux	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,3 à 0,5	Energie grise : élevée	Densité : 800 à 2300
AVANTAGES	Produit bien connu des plâtriers, ignifuge, donne une bonne finition prête à recevoir la décoration.		
INCONVENIENTS	Peu isolant, craint l'humidité		
COMPOSITION	Gypse (sulfate de calcium) Adjuvants		
MISE EN ŒUVRE	En plaques, en enduits, en carreaux		
SITES INFO	http://www.smabtp.fr/assurancesbtp/prevention/fichetech7		
NOS PRECONISATIONS	Un bon produit classique. Un des dérivés le FERMACELL est également un produit intéressant à utiliser pour un plancher en rénovation ou des cloisons. (FERACELL = plâtre + fibres de cellulose)		

Une recette de fabrication retrouvée : Le secret de la durabilité des anciens enduits au plâtre tient à leur composition. Contrairement à la chaux hydraulique venue plus tard, la chaux éteinte est une chaux aérienne ; elle a donc besoin du gaz carbonique de l'air pour durcir (ou "faire sa prise").
Le sable aide à ce durcissement progressif, d'où le mélange des trois éléments donnant de bonnes caractéristiques de résistance
Le DTU 26.1 précise la composition de l'enduit :
- 3 volumes de plâtre gros
- 2 volumes de sable
- 1 volume de chaux aérienne
- 2,5 volumes d'eau

Les industriels ont mis sur le marché des produits prêts à l'emploi, les MPC (mortiers plâtre et chaux), qui doivent avoir une composition conforme à celle définie dans le DTU/norme. Le plâtre gros doit être sans adjuvants tels que retardateurs de prise ou autres, dont les effets peuvent être négatifs sur la carbonatation du mortier. Par ailleurs, les sables qui les composent doivent être lavés et dépourvus de fines.
En principe, ces enduits "à l'ancienne" ne sont pas destinés à être peints lorsqu'il s'agit d'une reprise totale, cas relativement rare. Dans le cadre d'une réfection de façades en service, l'emploi de peintures ou de revêtements de base de polymères peut être envisagé, sous réserve de se conformer strictement aux règles professionnelles de juin 1997.

Comment reconnaître un enduit conforme à la norme : Il existe un système simple pour reconnaître un mortier au plâtre et chaux avec sable ou seulement un plâtre gros : si un échantillon a tendance à flotter dans l'eau, c'est du plâtre gros pur. Un mortier avec de bonnes quantités de sable ne flotte pas et se trouve être plus dur.
En expertise, on peut également faire le test dit "de la clef" qui consiste à enfoncer un objet pointu dans l'épaisseur d'enduit. Si cet objet pénètre facilement, le dosage est probablement défectueux. La méthode la plus scientifique demeure, bien entendu, les analyses de laboratoire.

MATERIAU	POLYSTYRENE		
Autres noms ou marques	Polystyrène expansé ou polystyrène extrudé		
UTILISATIONS	En intérieur	Isolation dalles, murs, toitures	
	En extérieur		
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0.027 à 0.032	Energie grise : 450 à 850	Densité : 10 à 40
AVANTAGES	Facile à poser, sans désagrément.		
INCONVENIENTS	Emanations toxiques en cas d'incendie, très attaqué par les rongeurs.		
COMPOSITION	Polymère constitué de carbone, hydrogène, oxygène et azote comme de nombreux composés organiques		
MISE EN ŒUVRE	Utilisation en panneaux + BA 13		
SITES INFO			
NOS PRECONISATIONS	Utilisation pour les doublages, à abandonner progressivement car produit issu du pétrole		

MATERIAU	POLYURETHANE		
Autres noms ou marques	SOFRIGAM, PROJISOL		
UTILISATIONS	En intérieur		
	En extérieur		
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0.022 à 0.028	Energie grise :	Densité : 25 à 40
AVANTAGES	Facile à découper et poser, peut être aussi injecté		
INCONVENIENTS	Emanations toxiques en cas d'incendie		
COMPOSITION	Oxygène / carbone / azote : 4,4'-diisocyanate de diphénylméthylène		
MISE EN ŒUVRE	Panneaux rigides à découper ou bombes pour isolation contour de fenêtres		
SITES INFO	http://fr.wikipedia.org/wiki/4,4'-MDI		
NOS PRECONISATIONS	Limiter au maximum les utilisations bien que très pratique pour les encadrements d'ouverture.		

Polyuréthanes : contient du 4,4 –diisocyanate de diphénylméthane, isomères et homologues - Nocif par inhalation - Irritant pour les yeux, les voies respiratoires et la peau - Peut entraîner une sensibilisation par inhalation - En cas de contact avec les yeux et la peau, laver immédiatement et abondamment avec de l'eau et consulter un spécialiste. En cas de ventilation insuffisante, porter un appareil respiratoire approprié - En cas d'accident ou de malaise consulter immédiatement un médecin (si possible lui montrer l'étiquette) - Contient des isocyanates.

MATERIAU	TOITURE VEGETALISEE
Autres noms ou marques	
AVANTAGES	**Excellent pour l'isolation thermique et phonique, améliore l'hygrométrie extérieure proche de la maison, réduit les poussières présentes dans l'air (allergies),**
INCONVENIENTS	**Nécessité d'une bonne étanchéité, ne s'adaptent qu'aux toits peu pentus, prix (4 à 5 fois plus cher qu'un toit ordinaire.**
COMPOSITION	**Terre et végétaux** **Substrat (argile expansée pe)** **Couche de drainage et de filtration** **Membrane d'étanchéité**
MISE EN ŒUVRE	**A concevoir avec la maison**
SITES INFO	**www.jardinjade.com** **www.plus-nature.com**
NOS PRECONISATIONS	**Projet à examiner avec beaucoup de finesse avec l'architecte**

Le principe de la toiture végétale (aussi : toit vert ou toit végétalisé) existe depuis la préhistoire. Il consiste à recouvrir d'un substrat végétalisé un toit plat ou à faible pente (jusqu'à 35° et rarement plus, au-delà, on parlera de mur végétalisé).
De nombreuses expériences conduites en Europe (depuis les années 1970 surtout en Allemagne, Pays-Bas, Suisse, pays scandinaves, et depuis peu en Belgique, France, etc.) ont montré que pour des objectifs esthétiques ou de durabilité, comme dans la perspective de restauration ou protection de la biodiversité et de l'Environnement en milieu urbain (en particulier concernant la qualité de l'air et l'atténuation des îlots de chaleur urbaine, l'aménagement d'un « écotoit » se révélait intéressant.
Plusieurs entreprises spécialisées ont mis au point des systèmes complets de verdissement des toitures, fiables et performants. Elles proposent toutes sortes de systèmes, allant des tapis pré-végétalisés à la station d'arrosage automatisée. L'intégration d'un toit vert dans le bâtiment sera d'autant mieux réussie si elle est envisagée dès la conception du bâtiment, mais elle est toutefois réalisable sur des constructions déjà existantes.

Les coûts d'entretien et surcoûts de construction sont faibles, en comparaison des services rendus, particulièrement pour les terrasses plantées en extensif qui ne nécessitent qu'un nettoyage annuel des écoulements, et aucun arrosage ni entretien. Cette technique, qui est parfaitement au point et relativement aisée à mettre en place, ne provoque pas l'altération du bâtiment. Au contraire, la stabilité et l'étanchéité des toitures végétalisées sont supérieures aux toitures plates classiques.

MATERIAU	VERMICULITE		
Autres noms ou marques	VERMEX		
UTILISATIONS	En intérieur	Isolation des murs et planchers, isolation phonique de cloisons séparatives	
	En extérieur		
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0.07	Energie grise : Importante	Densité : 80 à 100
AVANTAGES	Bon isolant thermique et phonique, résiste aux rongeurs et insectes, incombustible, stable		
INCONVENIENTS			
COMPOSITION	La **vermiculite** est un minéral naturel formé par l'hydratation de certains minéraux basaltiques, et souvent associé dans la nature à l'amiante. Il possède des propriétés d'expansion sous l'effet de la chaleur à 900° (exfoliation), et est principalement utilisé commercialement sous forme exfoliée.		
MISE EN ŒUVRE	Utilisation en remplissage		
SITES INFO	www.cchst.ca/reponsessst/diseases/**vermiculite**.html		
NOS PRECONISATIONS	A éviter si possible		

Controverse concernant les risques sanitaires

Un article paru le 3 décembre 2006 dans le *Salt Lake Tribune* a affirmé que la vermiculite et la Zonolite contenait de l'amiante et avaient conduit à l'apparition de cancers de la même manière que cette dernière. L'article affirmait également que William Russell Grace et d'autres industriels avaient caché les risques sanitaires liés à la vermiculite et que plusieurs sites de la vallée de Salt Lake City avaient été traités par l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis parce qu'ils présentaient une contamination par la vermiculite. W. R. Grace a démenti vigoureusement ces affirmations.

Un article scientifique[1] invite à reconsidérer (à la hausse) le risque lié à l'exposition des travailleurs à la vermiculite. De 1920 à 1980, la vermiculite utilisée aux USA provenait principalement d'une mine située à Libby (Montana, USA). Cette mine a été fermée en 1990, après qu'on eut prouvé que sa vermiculite était trop riche en amiante, mettant en danger la santé des ouvriers. Dans la décennie précédente, les médecins avaient en effet constaté un épaississement pleural, un épanchement pleural, ou une fibrose interstitielle chez 2,2% d'une cohorte étudiée de 513 personnes. Les chercheurs ont suivi 280 cas de cette même cohorte (sur les 431 ouvriers encore vivants) et ont aujourd'hui diagnostiqué un épaississement et/ou épanchement pleural chez 28,7% de ces cas, avec une fibrose interstitielle dans 2,9% des cas ; Le risque augmente donc avec la durée d'exposition, et perdure (multiplication par 10 du nombre de cas en 25 ans dans ce cas), ce qui souligne le besoin d'un suivi épidémiologique plus large, et étendu dans le monde, car d'autres mines de vermiculite pourrait également contenir de l'amiante, d'autant que cette étude a montré qu'«*un nombre significatif de travailleurs exposés à la limite réglementaire actuelle peuvent avoir des anormalités*

pleurales»,[2]. Ceci laisse supposer que les ouvriers travaillant dans le domaine de l'isolation pourraient être concernés.. mais James Lockey co-auteur de l'article estime que les risques pour les consommateurs de produits contenant de la vermiculite produite par la mine de Libby, restent faibles.

En France, «il n'y a pas eu de scandale de ce type», indique Michèle Guimont, spécialiste de l'amiante à l'INRS. Quant aux distributeurs de vermiculite, «on leur conseille toujours de vérifier les bulletins d'analyse pour s'assurer qu'elle ne contient pas d'amiante». Car ailleurs que dans la mine de Libby, de l'amiante peut polluer les mines de vermiculite.

MATERIAU	VERRE CELLULAIRE		
Autres noms ou marques	FOAMGLAS		
UTILISATIONS	En intérieur		
	En extérieur	Parois enterrées, toitures plates	
DONNEES TECHNIQUES	Conductivité thermique λ : 0,042	Energie grise :	Densité : 120
AVANTAGES	Insensible à l'eau et au feu, incompressible, ne dégage aucune substance toxique lors de son exposition au feu.		
INCONVENIENTS	Prix élevé		
COMPOSITION	Sable siliceux (carbone et verre)		
MISE EN ŒUVRE	Utilisation en plaques pour des applications spécifiques, plutôt industrielles.		
SITES INFO	http://www.amconstruction.lu		
NOS PRECONISATIONS	Utilisé pour résoudre des problèmes délicats liés aux ponts thermiques: il peut en effet être, à certains endroits, substitué à un élément porteur ponctuel dans la maçonnerie ou placé en blocs pour prévenir d'éventuels ponts thermiques.		

AUTRES MATERIAUX

Le **coco** est un isolant à la fois thermique et acoustique. Il offre une grande résistance à l'humidité : il est donc adaptée pour l'isolation des pièces humides (salle de bains, cuisine...). Le sel de bore permet d'assurer sa résistance au feu. Très élastique, il trouve, chez nous, son application principale comme isolant acoustique dans les planchers, les murs et les cloisons (rouleaux, panneaux semi-rigides et feutres). On l'utilise aussi comme isolant (laine de coco) de remplissage de cavités (entre les murs et les châssis, par exemple en remplacement des mousses synthétiques).

Citons encore d'autres matériaux d'isolation naturels qui ne font pas encore l'objet de filière commerciale bien établie : **la laine de coton – le roseau – les chiffons.**

ENERGIE GRISE ET EMPREINTE ECOLOGIQUE

Energie grise : c'est l'énergie nécessaire à la fabrication du matériau ; plus elle est importante, moins le matériau est réputé écologique. Elle est exprimée en **kWh/m^3**
Elle incluse les coûts de fabrication, de transports et de distribution. Selon les experts et leur point de vue, elle peut être évaluée différemment.
Pour l'énergie grise, l'unité de mesure retenue est le kWh/m³, plus significative que le kWh/tonne, les éléments de construction étant le plus souvent étudiés en volume qu'en poids.

Quelques niveaux d'énergie grise à titre de comparaison (en kWh/m^3)		λ	Indicateur efficacité empreinte écologique EG * λ
Métaux			
acier	60000	46	2760000.00
cuivre	140000	390	54600000.00
zinc-titane	180000	20	3600000.00
aluminium	190000	237	45030000.00
Murs porteurs			
béton poreux (cellulaire)	200	0.11	22.00
brique silico-calcaire creuse	350	0.7	245.00
brique terre cuite (nids d'abeille)	450	0.12	54.00
béton léger (argile expansée)	450	0.1	45.00
béton	500	1.4	700.00
brique silico-calcaire de parement	500	1.1	550.00
brique terre cuite perforée	700	0.9	630.00
brique ciment	700	0.32	224.00
brique terre cuite pleine	1200	1.85	2220.00
béton armé	1850	nc	
Verre cellulaire	1600	0.042	67.20
Enduits			
enduit argile ou terre crue	30		
enduit à la chaux	450	0.11	49.50
enduit plâtre	750	0.3	225.00
enduit ciment	1100	0.14	154.00
enduit synthétique	3300		
Charpente			
bois d'oeuvre	180	0.16	28.80
bois lamellé-collé	2200	0.12	264.00
Cloisons légères			
panneau de plâtre cartonné	850	0.32	272.00
panneau de plâtre fibreux	900		
panneau d'aggloméré	2200		
panneau fibre de bois (dur)	3800		
contre-plaqué	4000		
Isolation thermique			

fibres de lin	30	0.037	1.11
fibres de chanvre	40	0.05	2.00
Cellulose	50	0.04	2.00
laine de bois	45	0.038	1.71
laine de mouton	55	0.035	1.92
laine de roche	150	0.04	6.00
Paille	10	0.04	0.40
Perlite	230	0.039	8.97
laine de verre	250	0.035	8.75
argile expansée	250	0.10	25.00
panneau de liège	450	0.05	22.50
polystyrène expansé	450	0.03	13.50
polystyrène extrudé	850	0.027	22.95
Polyuréthane	1000	0.025	25.00
panneau fibre de bois (tendre)	1400	0.049	68.60

Choix de matériaux :: http://oci.cstb.fr/simulation/choix_proc.asp

Distributeurs de matériaux écologiques :
http://www.sainbiose.com/isoler/
http://maisonnature.free.fr/pages/tarif/index.htm
www.eco-logis.com/isolat2.htm
www.sonnier.fr
http://www.ekoshop.com/
http://www.econologie.com/
www.domus-materiaux.fr
www.ecocasa.fr
http://www.arboga.fr/
http://www.habitat-sain.com/
http://www.maisons-ecologiques.com/
http://boutique.masson-bioclimatique.com/ revêtements muraux
http://www.ecofa-habitat.com/
http://www.quintessence-ecohabitat.fr/

Autres adresses :

www.oikos-ecoconstruction.com
www.cr3e.com
www.ciele.org
www.bio-construction.com
www.minergie.ch
www.kalliste-eco-foret.com
http://www.domsweb.org/ecolo/maison-ecolo.php
www.assohqe.org
http://www.maisons-ecologiques.com/
http://www.pierreverte.com/index.php?option=com_content&task=view&id=103&Itemid=160

http://www.lamaisonenpaille.com
www.compaillons.fr
http://www.boisdelune.fr/index.htm
http://www.maisons-bois.org/maison-bois-techniques.html
http://www.maisons-bois.com/
http://www.netbois.com/index.php?category=139&view=40
http://www.domespace.com/fr/accueil
http://www.collectionscanada.gc.ca/obj/002032/f1/xx012038-v6.jpg
http://www.salon-residence-bois.com/
http://www.maisondecedre.fr/
http://www.fcptoutbois.com/int/index.php?link_name=Projets%20de%20realisation&lang=fr
http://www.salondubois.com/maisons-et-interieurs-bois.php
http://www.houtinfobois.be/fr/laconstruction_exemples_detail.asp?ID=82&lg=FR
http://www.ifb42.com/
http://www.bois.com/construire/exemples-constructions-bois/maison-feng-shui
http://www.bois-logis.com/htm/maison_bois_fustes.htm
http://arnolag.free.fr/Famili/LaPompe/UneMaisonRonde.php?Lingvo=fr
http://annuaire.maisons-bois.com/4DCGI/MBcartegeo?categorie=MBC001&dep=42
http://www.planete-terra.fr/Maisons-solaires-en-kit,215.html
http://www.aabac.fr/
http://www.chaletsricci.com/home.htm
http://www.edeneco.com/
http://3devis.com/devis-CONSTRUCTION-OSSATURE-BOIS-devis-Construction-2005.html
http://www.neobois.com/
http://www.maisons-zen.com/concept-maison-zen.php
http://www.futura-sciences.com/fr/comprendre/dossiers/doc/t/developpement-durable/d/la-maison-ecologique_759/c3/221/p1/
http://www.banque-solidarites.com/dossiers/06/paille/accueil.htm
http://ecorce.constructeurs.free.fr
www.habitatvegetal.com
EMPREINTE - Clédy 35480 MESSAC - Tél. : 02 99 92 37 16 http://www.habitat-ecologique.org/paille.php
http://www.akterre.com/akterre_Technique/construction.html
http://www.energiedouce.com/boutique/liste_rayons.cfm
http://www.foin.net/
MAIS ATTENTION :
http://pagesperso-orange.fr/la.maison.empoisonnee/