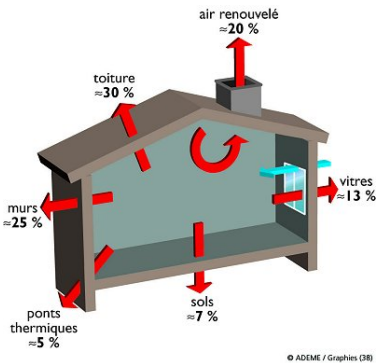


L'isolation & Les isolants écologiques

Qu'est-ce que l'isolation thermique ?

L'isolation est la première mesure à mettre en œuvre pour améliorer les bâtiments existants et réduire les consommations d'énergie. Par exemple, la mise en place de 20 cm d'isolant dans les combles peut faire économiser jusqu'à 30% de la consommation annuelle de chauffage. L'isolation apporte en plus une amélioration du confort car elle a pour effet d'augmenter la température de la face intérieure de la paroi, ce qui supprime la sensation de « paroi froide », et provoque une sensation de chaud, bien que l'air de la pièce soit à la même température. Cette sensation peut également varier selon la texture de la paroi (carrelage ou tenture).



Plus on isole sa maison, plus on fera des économies d'énergie. L'investissement de départ est toujours valorisé car les travaux d'isolation sont durables, et leur durée de vie importante. En clair, il faut isoler le plus possible, en fonction des limites techniques et financières car avec une très bonne isolation, le bâtiment ne consommera presque plus d'énergie. Une bonne isolation est cohérente, c'est-à-dire qu'elle traite l'ensemble des ponts thermiques et crée une enveloppe homogène à la maison (toit, murs, vitrages, volets, sols). Les isolations les plus performantes sont l'isolation par l'extérieur et l'isolation répartie car elles traitent les ponts thermiques.

Osons l'isolation

Mais ce n'est pas tout ! L'isolation est également bénéfique pour l'environnement car, en réduisant les consommations, elle permet de préserver les ressources énergétiques et de limiter les émissions de gaz à effet de serre. En effet, face au défi majeur du changement climatique, la France a pris des engagements en signant le protocole de Kyoto : le gouvernement s'est engagé à ramener les émissions de gaz à effet de serre de 2010 au niveau de celles de 1990. Le secteur du bâtiment est le plus gros consommateur d'énergie, soit une tonne d'équivalent pétrole consommée et près de 2 tonnes de CO₂ émises dans l'atmosphère par habitant et par an. La contrainte de réduction par 4 (le facteur 4) des émissions de CO₂ du secteur du bâtiment d'ici à 2050 se traduira par l'obligation d'une diminution par 6 des émissions ramenées au m², compte tenu de l'augmentation du parc des bâtiments. Dans ce cadre, la réglementation thermique évolue pour atteindre ces objectifs. Concernant l'isolation,

la RT 2005 a renforcé les exigences de l'ordre de 10% sur les déperditions par les parois et les vitrages et de l'ordre de 20% sur les déperditions par les ponts thermiques. La RT 2005 s'attache également à valoriser les outils de la construction bioclimatique, et prend en compte les énergies renouvelables. En complément, la limite de consommation maximale s'élève à 130 kWh primaire /m²/an pour le chauffage, le refroidissement et la production d'eau chaude sanitaire (ECS). Pour aller plus loin, mais surtout pour espérer atteindre le facteur 4, sans pour autant mettre en place des technologies avancées et coûteuses, l'association Effnergie (www.effnergie.org) a créé un label du même nom. Le label Effnergie tient compte des consommations de chauffage, eau chaude, climatisation, ventilation, auxiliaire et éclairage. Il varie de 40 et 64 kWh/m²/an pour les constructions neuves, et de 64 et 104 kWh/m²/an pour la rénovation ! Ces performances imposent une maîtrise de l'énergie, donc une isolation performante.

Un avantage supplémentaire de l'isolation thermique est la mise en valeur du patrimoine, reconnue notamment grâce à la mise en place du DPE (diagnostic de performance énergétique) obligatoire pour la vente d'un bien immobilier, et bientôt pour la location.



Comment bien isoler ?

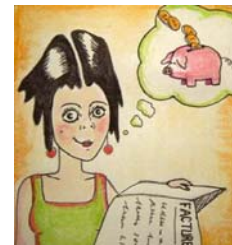
Pour avoir une bonne isolation thermique, il faut faire appel à un artisan, ou faire une formation reconnue, au risque d'installer une isolation peu performante à cause des nombreux ponts thermiques. Ce poste n'est pas du ressort du bricoleur du dimanche.

Une isolation imperméable ne doit jamais être réalisée sur une paroi présentant des signes d'humidité. Il est nécessaire de traiter le problème (nettoyage, plomberie, drainage extérieur, intérieur, aération, ventilation...) puis d'isoler avec un matériau capable d'absorber l'humidité, et de l'évacuer.

Enfin, une isolation performante doit être associée à une bonne ventilation qui peut être naturelle (en ouvrant 10 minutes par jour) ou assistée mécaniquement (VMC hygroréglable, VMC double-flux, puits canadien...). La qualité de l'air doit être assurée pour éviter l'accumulation d'humidité et de polluants produits par nos activités et par les émanations de divers produits (colle, vernis, peinture, aggloméré et autres matériaux, parfums d'intérieur, allergènes...).

Bien isolé et ventilé, le bâtiment est maintenant à même d'intégrer les énergies renouvelables pour obtenir un bâtiment qui produit de l'énergie ou bâtiment à énergie positive.

L'isolation thermique performante est donc intéressante en termes de protection de l'environnement, de confort, d'économies financières... Cependant, la gamme des matériaux isolants est de plus en plus vaste, et les critères de comparaison de plus en plus nombreux. Pourquoi ?



Un peu d'histoire

Nombre de matériaux renouvelables utilisés depuis des siècles (paille, laines, bois...) ont des performances d'isolation relativement intéressantes, combinées à d'autres propriétés non moins utiles, telles que l'inertie, la résistance à l'eau, au feu, l'aspect sanitaire, environnemental (renouvelable, peu d'énergie grise, recyclable...). De plus, ils sont parfaitement adaptés à tout type d'isolation, et particulièrement à l'isolation par l'extérieur et l'isolation répartie.

Pourtant, depuis 1945, l'industrie a mis au point pour le bâtiment (comme dans d'autres domaines) des produits préfabriqués, épuisant les ressources énergétiques, souvent nocifs (affections respiratoires, dermatoses à cause des fibres), parfois mortels (libération de gaz en cas d'incendie), requérant peu de savoir-faire pour leur mise en œuvre, et choisis souvent pour leurs performances dans un seul domaine (solidité pour le parpaing, résistance thermique pour l'isolant...). Mais cette démarche de spécialistes qui additionne les solutions partielles, génère sans cesse de nouveaux problèmes et demande de nouvelles solutions de la part d'autres spécialistes. Par exemple, l'isolation par l'intérieur provoque de la condensation, d'où l'obligation de « pare-vapeur » censé supprimer celle-ci, mais qui en réalité la concentre autour des fuites et des points « faibles », donc nécessité de ventilation mécanique, ...

Aujourd'hui encore, les textes réglementaires, les logiciels de calculs et les habitudes prises dans le monde du bâtiment se focalisent sur le pouvoir isolant de l'enveloppe, ignorant l'importance d'une façade apte à gérer l'hygrométrie ambiante, peu consommatrice d'énergie grise,...

L'évolution actuelle

Il faut bien reconnaître que les réseaux de distribution des isolants renouvelables sont moins présents que ne sont ceux des isolants industriels courants.

Heureusement, la demande en isolants renouvelables croît de façon exponentielle. Pour répondre à ce mouvement de fond, des filières de mieux en mieux structurées se mettent en place. Et malgré le caractère fastidieux, long et coûteux des procédures, des isolants naturels de plus en plus nombreux font l'objet d'une validation réglementaire qui prouve leur efficacité aux yeux des plus sceptiques. Dernier facteur positif pour l'avenir, la ressource initiale nécessaire au développement des isolants renouvelables est souvent déjà abondante (la paille, la laine de mouton, recyclage du papier pour la cellulose, déchets de scieries pour les fibres de bois), aisément extensibles à court terme (culture du chanvre et du lin par exemple) ou à moyen terme (culture du chêne-liège).

Pour conclure


A l'évidence, les isolants renouvelables sont des matériaux d'avenir ! Dans ce document, nous vous présentons leurs propriétés, ainsi que les différents critères de choix selon l'application requise, et des coordonnées d'associations pour vous aider à comprendre et à décider en toute connaissance de cause.



Quelles sont les propriétés d'un isolant ?

- **La conductivité thermique** (λ en W/m.K) : c'est la capacité de transmission de chaleur d'un matériau par conduction. Plus la conductivité est faible, plus le matériau est isolant.
- **L'épaisseur** (e en mm) : plus l'épaisseur d'isolant est importante et plus le bâtiment est isolé.
- **La résistance thermique** (R en m².K/W) : c'est l'épaisseur divisée par la conductivité. C'est la donnée utilisée pour déterminer l'isolation d'une paroi ou d'un bâtiment.

D'autres caractéristiques déterminent les isolants, au-delà des seules propriétés d'isolation :

- **La capacité thermique ou inertie** d'un matériau (en Wh/m³.K), c'est-à-dire sa capacité à emmagasiner la chaleur par rapport à son volume. Plus l'inertie est élevée, meilleur est le confort d'été, car le matériau est plus capable d'emmagasiner et de restituer la chaleur et il mettra plus de temps à chauffer ou se refroidir.
- **La masse volumique ou densité** (ρ en kg/m³) est la quantité de matière occupant un volume donné. Un bon isolant est peu dense et contient un grand nombre de petites cellules remplies d'air capable de stocker les calories.
- **La résistance au feu**, ainsi que les éventuels dégagements toxiques en cas d'incendie.
- **La résistance aux nuisibles** : rongeurs, insectes (mites, termites...) et aux moisissures.
- **Le pouvoir hygroscopique, ou perspiration**, c'est-à-dire la bonne tenue à l'humidité. Un isolant perspirant doit pouvoir absorber une quantité d'humidité importante sans altérer ses propriétés isolantes. Absorber et restituer la vapeur d'eau permet de réguler une partie de l'humidité intérieure.
- **Les impacts sur l'environnement**, c'est-à-dire l'énergie nécessaire et les émissions polluantes au cours des différentes phases de son cycle de vie (extraction de la matière première, transport primaire, transformation en produit manufacturé, transport secondaire, mise en œuvre et recyclage). 
- **Les impacts sur la santé**. Il est important de choisir des matériaux respirants, capables de diffuser la vapeur d'eau et les polluants vers l'extérieur, de réguler ainsi naturellement l'hygrométrie de la maison, donc d'assurer la qualité de l'air ambiant. Il est préférable d'éviter le contact direct avec des isolants contenant des matériaux fibreux, des pesticides, des COV (composés organiques volatils).

L'aspect législatif en quelques sigles

Comme dans de nombreux domaines, il existe différents niveaux de réglementation, plus ou moins accessibles aux producteurs et plus ou moins connus des consommateurs ou des artisans.

Le CSTB (centre scientifique et technique du bâtiment) émet des avis techniques (AT) qui réglementent les conditions et techniques de mise en œuvre des matériaux, qui donnent droit à la garantie décennale et au crédit d'impôt (sous condition) lorsque l'artisan est qualifié, par exemple avec le label Qualibat.

L'ACERMI (association pour la certification des matériaux isolants qui est une branche du CSTB) et Keymark contrôlent et délivrent les certificats de matériaux isolants manufacturés au niveau français et européen.

Le CSTB émet également des appréciations techniques d'expérimentation (ATex) qui sont de rapides procédures d'évaluation sur les produits ne faisant pas encore l'objet d'un avis technique.

Il existe aussi l'agrément technique européen (ATE) qui, une fois complété par un document technique d'application (relatif à la mise en œuvre du produit), a la même valeur que l'avis technique.

L'AFNOR (association française de normalisation) rédige les DTU (documents techniques unifiés) qui sont des outils de prescription, pour codifier l'état de l'art. Ce sont des normes d'exécution et de mise en œuvre des matériaux, classés par ouvrage.

Pour les vitrages, les certifications CTBA (fenêtres bois), CSTBat (fenêtres PVC et aluminium) et le marquage CEKAL (double vitrage) assurent de la qualité des équipements

Les critères environnementaux et sociaux

Dans un souci de bien-être et de confort, il est préférable d'utiliser des matériaux naturels (végétaux, animaux, minéraux) et de s'assurer de leur composition auprès des fournisseurs.

Pour préserver l'environnement, il est préférable d'opter pour des matériaux renouvelables, locaux et peu énergivores que sont souvent les isolants végétaux et animaux.

Il existe un certain nombre de labels qui peuvent garantir de la qualité des isolants, de leur fabrication, de l'origine des matériaux, de l'impact sur la santé, etc. Ces labels sont par exemple « NF Environnement », « Nature Plus », « Oïkos », « Öko-Test », ...



Isolation des murs : intérieure ou extérieure ?

Par l'intérieur, par l'extérieur ou répartie sur l'épaisseur du mur, l'isolation a de nombreux intérêts : l'amélioration du confort thermique d'hiver et d'été, l'amélioration du confort acoustique par atténuation des bruits et la diminution des pertes de chaleur et de la consommation d'énergie. Mais chaque forme d'isolation a des avantages et des inconvénients spécifiques :

Isolation intérieure

Avantages

- Disparition des défauts de planéité ou de malfaçon des murs intérieurs.
- Plus adapté aux bâtiments à fortes intermittences du chauffage car faible inertie des murs.
- Durée de vie importante selon les matériaux.

Inconvénients

- Perte de surface habitable.
- Perte de l'inertie du bâtiment.
- Augmentation des ponts thermiques au niveau des planchers, refends et encadrements métalliques de fenêtre, avec le risque d'accentuer les phénomènes de condensation.
- Travaux et surcoûts nécessaires de déplacement des prises électriques, des radiateurs...
- Difficultés d'intervention en site occupé.

Isolation extérieure

Avantages

- Rénovation de la façade avec protection contre la pénétration des eaux de pluie et les chocs thermiques.
- Lorsqu'un ravalement est programmé, le surcoût pour l'ajout d'une isolation est faible.
- Annulation des ponts thermiques au niveau des planchers et des refends.
- Bien adapté aux bâtiments à chauffage continu (forte inertie des murs).
- Pas de réduction du volume habitable.
- Peu d'incidence sur la vie des occupants de l'habitation.

Inconvénients

- Travaux lourds et de mise en œuvre relativement longue (échafaudage éventuel, préparation...)

Isolation répartie

Pour une construction neuve, il est également possible de choisir des matériaux dits « blocs à isolation répartie » qui permettent à la fois de construire sur plusieurs étages et d'être suffisamment isolants pour ne pas nécessiter d'isolant intérieur ou extérieur. On en trouve actuellement de plusieurs types : les briques alvéolaires de terre cuite, les bétons cellulaires, les bétons légers, les parpaings de chanvre et les constructions paille avec une ossature bois. Attention cependant à l'énergie consommée à la production de certains monomurs.

Quels sont les isolants renouvelables ?

Les isolants renouvelables sont tous d'origine animale ou végétale. Voici la description des plus connus :

• **Le bois** : il convient tout d'abord de se renseigner sur l'origine du bois et de s'assurer que les forêts sont gérées durablement, grâce aux labels « Forest Stewardship Council (FSC) » ou « Projet Européen des forêts certifiées (PEFC) ». Les panneaux rigides sont fabriqués avec des colles peu respectueuses de l'environnement (formaldéhydes), il ne faut pas les confondre avec le contreplaqué ou autres panneaux rigides, leur densité est bien plus faible (300kg/m^3). Les fibres de bois (issues parfois des chutes ou copeaux de scierie de bois non traité) se trouvent également sous forme de panneaux isolants flexibles ou semi-rigides qui, lorsqu'ils sont à base de bois vert naturel, sont liés à l'aide de polyoléfine et d'ammonium de phosphate, sans risque pour la santé ni l'environnement. Ces panneaux sont recyclables, sans liant chimique, ni fibre courte à risque cancérigène. Ils ont de très bonnes caractéristiques d'isolation thermique et phonique, d'inertie, de régulation d'humidité, de diffusion de la vapeur d'eau, et sont très recommandés pour l'isolation des façades ou des couvertures, des planchers bruyants, ou en doublage isolant (thermique et acoustique) des maçonneries en brique. Il existe plusieurs gammes de produits ayant reçu un avis technique.



• **La ouate de cellulose** : les isolants à base de cellulose sont fabriqués avec du papier journal recyclé (et non le papier glacé) moulu ou déchiqueté en fines lamelles, avant d'être traité à l'aide d'adjuvants (acide borique, sels de bore, borax...) qui protègent la cellulose des insectes, des rongeurs et des moisissures et lui donnent un meilleur comportement au feu (classé difficilement ou moyennement inflammable). Les fibres de

cellulose ont une longue persistance dans le tissu pulmonaire. Une protection respiratoire doit donc être portée lors de la mise en œuvre de la cellulose, bien qu'elle soit inerte et ne provoque pas de problèmes sanitaires dans les pays où elle est massivement utilisée (30% des habitations en Scandinavie). Il existe plusieurs gammes de produit ayant reçu un avis technique.

- **Le liège** : Pour chaque chêne liège, la récolte s'effectue tous les 10 ans, pendant plus de 150 ans. C'est donc un isolant renouvelable, à un rythme très lent, mais de manière très durable. Après sa récolte, le liège repose pendant 3 mois pour évacuer son humidité et sa sève. Ensuite, il est broyé et chauffé pour permettre à la sève résiduelle d'agglomérer les granulés entre eux. Imputrescible, peu vulnérable aux attaques des rongeurs et des termites, des moisissures, difficilement inflammable, résistant à la compression, intégrable dans un mortier isolant avec de la chaux, utilisable en milieu humide sans précaution particulière, facile à travailler, le liège se trouve sous forme de granulats en vrac ou en panneaux. Il existe plusieurs gammes de produits ayant reçu une certification.



- **Le chanvre** : la culture du chanvre est très « écologique » car il s'accommode des sols pauvres et n'exige aucun traitement chimique, il pousse rapidement en étouffant les mauvaises herbes. Les deux composants principaux du chanvre sont la fibre et la chènevotte. Cardée, effilochée et mélangée à des fibres de polyester, la fibre passe ensuite en cuisson pour être coupée et mise sous forme de rouleaux ou de panneaux. La fibre donne la laine qui isole bien, régule l'humidité et absorbe les nuisances sonores de la maison, résiste aux nuisibles sans traitement protecteur, est non toxique, imputrescible et agréable à travailler. En revanche, l'imprégnation par une substance ignifuge (carbone de sodium ou phosphate d'ammonium) s'impose pour obtenir un bon comportement au feu. La chènevotte est la partie boisée de la plante qui véhiculait la sève séchée, tamisée et défibrée. Elle sert à la réalisation de mortiers ou « bétons » de chanvre en la mélangeant avec de la chaux. Ces mortiers peuvent servir sous forme d'enduits, de briques, de dallages et peuvent être une solution idéale pour remplir une construction à ossature bois, car ils sont solides, souples, ininflammables et résistants aux nuisibles sans traitement. Il existe une gamme de produits ayant reçu un avis technique.



- **Le lin** : comme le chanvre, le lin est une plante rustique, peu exigeante en engrais et insecticides. Les fibres trop courtes pour l'industrie textile sont traitées avec du sel minéral (borax) puis cardées pour former des couches superposées. Elles sont ensuite thermoliées pour créer une sorte de ouate avec des fibres de polyester (15 à 40%) ou des fibres de maïs (selon un nouveau procédé). Les fibres de polyester compromettent le recyclage de ce matériau. Enfin, la ouate est protégée par un sel de bore ou un silicate de sodium pour lui conférer une résistance aux moisissures et au feu (classé difficilement ou moyennement inflammable). Les isolants en fibres de lin sont disponibles sous forme de rouleaux souples de panneaux semi-rigides ou en vrac.



- **Le coton** : vierge ou recyclé à partir des déchets de l'industrie textile, cette matière végétale doit subir des traitements fongicide, insecticide et ignifugeant. La laine de coton est réputée sûre, car il s'agit d'une matière auto-extinguible limitant la propagation des flammes. La laine de coton régule bien l'humidité, absorbe bien les sons. Elle est généralement associée à un liant polyester quand elle est sous forme de rouleau ou de panneaux. On peut également la trouver en vrac à la manière des flocons de cellulose. Sa culture et sa récolte impliquent couramment l'emploi massif de produits nocifs pour l'environnement (insecticides en particulier).



- **La laine de mouton** : en autoconstruction, il est recommandé d'utiliser la laine de moutons ayant vécu à l'extérieur pendant l'hiver pour ne pas être gêné par l'odeur concentrée dans le suint, qui protège malgré tout des mites. Lavée, parfois traitée antimite, fongicide et toujours traitée ignifuge à base de sel de bore, avec un renfort de fibres polyester (15 à 20%), elle est maintenant commercialisée en rouleau et en vrac. Cependant des traitements chimiques parfois lourds, mal identifiés, ainsi que le transport sur de longues distances doivent faire préférer des filières courtes et transparentes. Quoiqu'il en soit, la laine ne s'enflamme naturellement qu'à partir de 560°C et tend à s'éteindre d'elle-même. Elle a une capacité thermique très faible (moins favorable pour le confort d'été par exemple) mais un très bon pouvoir isolant, et une capacité d'absorption d'humidité à hauteur de 30% de son poids sans perdre ses qualités isolantes.



• **Les plumes de canard** : en valorisant les plumes inutilisables pour la literie, la confection ou l'ameublement, les rouleaux de plume de canard garantissent un très grand niveau de confort. Le processus de fabrication est purement thermique, sans colle, en agglomérant par chauffage au four 70% de plume, 20% de polyester et 10% de laine de mouton traitée antimite. Spécificité exceptionnelle, la plume est hydrophile et peut donc absorber 70% de son poids en eau sans perdre ses propriétés isolantes. Il existe une gamme de produits ayant reçu un avis technique.



- **Il existe d'autres isolants renouvelables : le coco, le roseau,...**

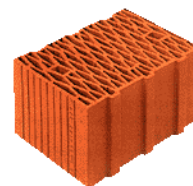
En isolation répartie :



• **La paille** : Utilisée en ballots superposés comme isolation répartie, la paille est disponible localement partout en France, c'est une matière première économique et relativement facile à mettre en œuvre avec les conseils et l'accompagnement indispensables d'un professionnel expérimenté. La paille pressée a une conductivité thermique pratiquement aussi faible que les meilleurs isolants, avec une épaisseur minimale de 38 cm, ce qui assure une construction avec une isolation remarquable. Il

faut prendre en compte le tassement naturel du matériau et le limiter par une compression mécanique (sangle, chaîne, tige filetée). Elle convient idéalement aux constructions à ossature bois, mais exige de prévoir une dalle ou un mur intérieur pour donner de l'inertie au bâtiment, puisque la paille a une capacité thermique très faible. Contrairement à ce que l'on pourrait craindre, un mur en paille enduit (chaux ou terre armée de toile de jute par exemple) ne craint pas le feu. De plus, un parement bien jointif minimise les risques de dégradation par les insectes ou les petits rongeurs. La paille est peu sujette aux moisissures, à condition de ne jamais être exposée à l'eau. C'est un matériau sain, naturel, renouvelable, au coût intéressant, elle offre une grande liberté de conception. Des règles de l'art codifiées et un avis technique sont en cours d'élaboration.

• **Les briques alvéolaires** : les centaines d'alvéoles des briques piègent un grand volume d'air, et leur positionnement en quinconce augmente le trajet des calories. Cela permet un déphasage de 12 heures de l'arrivée de chaleur ou de fraîcheur dans la maison, et une forte inertie. La terre cuite consomme cependant de l'énergie gaz ou fuel lors de sa cuisson à 1000°C pendant 8 heures. Les performances thermiques sont parfois améliorées selon les argiles plus ou moins poreuses, ou par ajout de sciure de bois, de gore, de pâte à papier ou de polystyrène. La brique est montée avec des joints minces (1 mm) et sans joints verticaux (mais un emboîtement des briques), ce qui implique une dalle de béton de 2 cm de niveau avant le premier rang car aucun rattrapage de niveau n'est possible. De plus, chaque point particulier de la construction (linteaux, poteaux, appuis de fenêtres, feuillures, arases...) suppose des briques « spéciales » car la brique alvéolée est peu coupée pour ne pas créer de ponts thermiques. Il existe plusieurs gammes de produit ayant reçu un avis technique. Tout comme les bétons légers ou cellulaire, la terre cuite est d'origine minérale, poreuse, incombustible et ininflammable, avec une faible teneur en métaux lourds, assure une bonne qualité de l'air intérieur (aucune émanation toxique, pas de solvant ni de composés organiques volatils, hygrométrie), bon isolant phonique.



• **Le béton cellulaire** : mélange très léger de sables siliceux, de ciment et de chaux qui réagit avec de la poudre d'aluminium (0,05%) pour former des pores d'hydrogène. Les aluminates de calcium formés par la chaux et l'aluminium ne sont pas toxiques. Le béton cellulaire est durci par vapeur durant 6 à 12 heures à 190°C sous une pression de 12 bars, ce qui provoque une consommation d'énergie grise relativement importante. Les joints sont épais, mais doivent être isolants pour ne pas créer de ponts thermiques. Il existe plusieurs gammes de produit ayant reçu un avis technique.



• **Le béton léger** : le béton léger est un béton cellulaire pour lequel le sable est remplacé par d'autres matériaux d'origine minérale (billes d'argile ou verre expansé ou pierre ponce) pour augmenter le nombre de cavités du produit final. Le liant est soit de la chaux soit du ciment. Ces bétons consomment très peu d'énergie grise car ils sont séchés naturellement à l'air libre. Il existe plusieurs gammes de produits ayant reçu un avis technique.

Bibliographie

- « Guide de l'habitat écologique », édition du Fraysse, 2003, 1 344 pages,
- « L'isolation écologique : conception, matériaux, mise en œuvre », Jean-Pierre Oliva, édition Terre Vivante, 240 pages, 2002.
- « J'attends une maison », François Desombre, aux éditions de la Pierre Verte , 576 pages
- « La conception bioclimatique, des maisons confortables et économes », Jean-Pierre Oliva et Samuel Courgey, éditions Terre Vivante
- « Eco-logis, la maison à vivre », Thomas Schmitz-Günther, Könemann, 1999
- « L'habitat écologique, quels matériaux choisir ? », Fridrich Kur, Terre vivante, 1999
- « Les clés de la maison écologique », Oïkos, éditions Terre Vivante, 2002
- « La maison des [néga]watts », Thierry Salomon et Stéphane Bedel, éditions Terre Vivante, 1999
- « Fraîcheur sans clim' », Thierry Salomon et Claude Aubert, éditions Terre Vivante, 2004
- « Nos maisons nous empoisonnent : guide de l'air pur chez soi », Georges Méar, Terre Vivante, 2004
- Articles de la revue « La maison écologique » : n° 7 sur l'isolation en laine de mouton, n° 30 sur l'isolation, n° 32 sur les vitrages et les monomurs, n° 36 sur la rénovation
- Articles de la revue « Maisons paysannes de France » : n° 160 sur l'isolation en laine de mouton, n° 132 sur le torchis allégé.
- Article de la revue « Système solaire » n° 34 sur les isolants naturels

Sites Internet (listes non exhaustives) :

• Matériaux naturels

- www.lavieillemontagne.com
- www.habitat-sain.com
- www.eco-logis.com
- www.valleedequint.com
- www.belet-isolation.com
- www.bienetremateriaux.com
- www.outilssolaires.com/archi/prin-materiaux.htm

• Habitat et isolation

- www.isolonslaterre.org
- gabionorg.free.fr
- www.fiabitat.com
- Maison.passive.free.fr
- www.maison-bioclimatique.fr
- www.ideesmaison.com
- www.maisons-qualite.com
- Batirsain.free.fr
- www.cr3e.com
- www.batirenover.com

• Réglementation

- www.iso.org (91.120.10)
- acermi.cstb.fr
- www.key-mark.org
- www.qualibat.com
- www.cstb.fr

• Construction en paille

- www.approchepaille.fr
- www.lamaisonenpaille.com
- landpaille61.blogspot.com

• Construction bois

- www.megabois.fr
- www.maisons-bois.com
- Boisconstruction.free.fr

Tableau comparatif des matériaux isolants renouvelables

(Les valeurs de ce tableau sont données à titre indicatif, et sont le fruit d'une moyenne calculée à partir des informations recueillies)

Isolant	Conditionnement	Conductivité thermique moyenne λ	Résistance thermique moyenne R pour 20 cm	Densité ρ	Capacité thermique	Energie grise	Utilisation de substances dangereuses pour l'environnement	Matériau recyclable	Matériau renouvelable	Impact sanitaire	Utilisation
Unité		W/m.K	m ² .K/W	kg/m ³	Wh/m ³ .K	kWh/m ³					
ISOLANTS SYNTHETIQUES											
Polystyrène expansé PSE	P	0,035	5,71	20 à 30	7	450	Oui	Non	Non	Dégagement de pentane et de styrène à la chaleur	T M S
Polystyrène extrudé PSX	P	0,028	7,14	20 à 30	10	850	Oui	Non	Non		T S
Polyuréthane	P V	0,03	6,67	20 à 40	10	1100	Oui	Non	Non	Oui	T S
Polyesters		0,035	5,71	0,025		600	Oui	Non	Non	Non	T M S
ISOLANTS MINERAUX											
Laine de verre	R, P, V	0,035	5,71	25	27,5	250	Non	Non	Non	fibres irritantes pour la peau et les voies respiratoires et colle à base de formaldéhyde	T M S
Laine de roche	R, P, V	0,04	5,00	40	27,5	150	Non	Non	Non		T M S
Verre cellulaire		0,041	4,88	130	0,84	1600	Non	Non	Non	joints bitume	T M S
Perlite	P	0,05	4,00	90		230	Oui	Non	Non	bitume, silicone, polyuréthane	T M
	V						Non	Oui	Non	Non	
Vermiculite	P	0,07	2,86	105		230	Oui	Non	Non	bitume, silicone, polyuréthane	T M
	V						Non	Oui	Non	Non	
Argile expansé	V	0,103	1,94	Selon granulométrie		300	Non	Oui	Non	Non	

Conditionnement : P : Panneaux V : Vrac R : Rouleaux D : Dalle G : Granulats B : Brique M : Mousse E : Enduit
 Utilisation : T : Toit M : Murs ME : Murs Extérieurs Tous Domaines

Isolant	Cond	λ	R	ρ	Capacité	Energie	Impact environ	recyclable	renouvelable	Impact sanitaire	Utilisation
ISOLANTS VEGETAUX											
Cellulose	Ouate	0,037	5,41	28 à 320	83	6 à 50	Non	Oui	Oui	Dégagement de poussière lors de la mise en œuvre	TD
	P	0,04	5,00								
	G	0,069	2,90								
Liège	Expansé	0,042	4,76	80 à 120	104	80 à 450	Non	Oui	Oui	Non	TD
	Comprimé	0,1	2,00								
	Granulat	0,05	4,00								
Chanvre	L	0,039	5,13	25 à 35	83	30	Non	Oui	Oui	Non	TD
	P	0,041	4,88								
	Vrac Injecté	0,044	4,55								
	Vrac Soufflé	0,052	3,85								
Laine de lin	Laine	0,037	5,41	20 à 35	83	30	Non	Oui	Oui	Non	TD
	Vrac	0,044	4,55								
	Feutre	0,047	4,26								
	Soufflé	0,052	3,85								
Laine de coco	V R P	0,05	4,00	20 à 50	83		Oui	Oui	Oui	Non	TD
Laine de coton	V R	0,04	5,00	20 à 30			Oui	Oui	Oui	Non	TD
Roseaux	P V	0,056	3,57	200			Non	Oui	Oui	Non	TD & ME
Laine de bois	P V	0,04	5,00	160 à 270	113	12,5 à 1400	Parfois	Oui	Oui	Non	TD
ISOLANTS ANIMAUX											
Laine de mouton	R	0,04	5,00	10 à 30	22	50	Non	Oui	Oui	Utilisation possible d'additifs antimites	TD
Plume de canard	V R P	0,034	5,88	26			Non	Oui	Oui	Non	TD
MATERIAUX DE CONSTRUCTION ISOLANTS											
Mortiers et bétons de chanvre et chaux	D E B	0,065	3,08	220			Non	Oui	Oui	Non	M
		0,115	1,74	550							M
Paille	Pressée	0,045	4,44				Non	Oui	Oui	Non	M
	Compri mée	0,11	1,82								M
Béton cellulaire	Briques	0,09	2,22	400		400	Non	Oui		Non	M
Monomur terre cuite	Briques	0,12	1,67			710	Non	Oui	Oui	Non	M
Béton léger pierre ponce	Briques	0,11	1,82	400		17,5	Non	Oui		Non	M
Béton léger billes d'argile	Briques	0,12	1,67	400			Non	Oui		Non	M

Des associations pour vous aider

PASSERELLE ECO – Corcelle - 71190 La Chapelle sous Uchon

Site : www.passerelleco.info - Courriel : reseau-ecovillage@yahoogroupes.fr

Une association, une revue, un réseau pour l'écologie pratique et les alternatives écovillageoises. Nous collectons des pratiques écologiques à même de développer de nouveaux modes de vie et de relation, respectueux de la planète et de ses habitants. A travers la revue, nous diffusons ces savoirs et les expériences des associations qui les mettent en oeuvre, et nous diffusons des témoignages et les nouvelles des écolieux de vie et des écovillages.

BATIR SAIN - 4 rue des Coteaux - 91370 VERRIERES LE BUISSON

Tél/Fax : 01 60 11 12 10 - Site : www.batirsain.org - Courriel : info@batirsain.org

Bâtir Sain publie, en partenariat avec le magazine « La Maison Ecologique », le nouvel et indispensable "Guide raisonné de la construction écologique 2007", un guide et annuaire professionnel qui sélectionne les matériaux écologiques et sains dans toute la France, et en Europe. Il donne les références des équipements pour les bâtiments passifs, ainsi que pour les bâtiments à *Energie Positive* ou les bâtiments *Effinergie*.

TERRE VIVANTE - Domaine de Raud - 38710 Mens

Tél. : 04 76 34 80 80 - Site : www.terrevivante.org - Courriel : info@terrevivante.org

Terre Vivante est une association de promotion de l'écologie pratique, de l'habitat écologique et du jardinage biologique en particulier à travers l'édition de livres, la publication de la revue bimestrielle « Quatre Saisons du Jardinage », l'accueil des visiteurs sur le centre écologique. L'association met à disposition des fiches ressources sur son site internet.

OÏKOS - 150 rue du 4 août 1789 - 69100 VILLEURBANNE

Tél.: 04 78 94 09 65 - Site : www.oikos-ecoconstruction.com - Courriel : info@oikos-ecoconstruction.com

L'association a pour objet la promotion de la construction écologique en prenant en compte le respect de l'environnement, de la santé des individus, et les impacts économiques et sociaux. Elle propose des formations théoriques et pratiques sur les thèmes de l'éco-construction, à destination des professionnels du bâtiment et des personnes en reconversion d'activité.

ARTHÈMA - 16 rue L. Delautel - 21500 Montbard

Tél.: 03 80 92 40 19 ou 06 85 21 90 05 - Site : www.arthema-bourgogne.fr - Courriel : arthema21@wanadoo.fr

Arthéma met en réseau les artisans du bâtiment désireux d'offrir à leur clientèle un service de qualité dans le respect des principes du développement durable : travail responsable et solidaire. Son objectif est de promouvoir le bâti traditionnel et écologique et de sensibiliser les différents acteurs du secteur du bâtiment aux problèmes environnementaux.

RESEAU ECOBATIR - La maison de l'écologie - 38960 Saint Aupre

Tél. : 04 76 06 09 99 - Site : www.reseau-ecobatir.asso.fr - Courriel : contact@reseau-ecobatir.asso.fr

Réseau d'acteurs de la construction écologique qui a rédigé une charte pour exprimer le désir de respecter, dans l'acte de bâtir, la logique du vivant et les liens cordiaux existants entre l'être humain et la nature. Ce réseau édite des fiches monographiques de constructions, réalise des ateliers, et organise des rencontres à thèmes.