

ÉCOMATÉRIAUX

Dans un contexte de réchauffement climatique et de raréfaction des ressources non renouvelables, des solutions existent pour diminuer l'impact environnemental de nos constructions. Que ce soit pour des bâtiments neufs ou de la rénovation, tant dans l'individuel que dans le collectif, l'utilisation de matériaux écologiques (ou écomatériaux) permet de minimiser l'empreinte écologique des constructions et de limiter les besoins de consommation en énergie tout en étant source de confort.

> ORIGINE, UTILISATION ET IMPACTS

Les écomatériaux sont issus de filières végétales comme le lin, le chanvre, la paille, le bois ; de filières de récupération (tissus, papier recyclé pour la ouate de cellulose) ou sont des produits valorisés provenant d'élevages animaliers comme la laine de mouton ou les plumes de canard. Des matériaux comme la terre (cruie ou cuite) font également partie de cette classification qu'elle soit ou non mélangée avec des fibres végétales.

Les écomatériaux, en tant que matériaux de construction à faible impact environnemental, sont utilisables comme isolants mais également en structure et en finition. Ils se trouvent sous différentes formes suivant leur utilisation : en vrac, en rouleaux, en panneaux ou brut.

Leur production ainsi que leur transformation ont des impacts environnementaux bien moins importants, du point de vue de leur cycle de vie (énergie grise*, bilan CO₂**), que les matériaux provenant de filières synthétiques comme ceux à base d'hydrocarbures (polystyrène, polyuréthane, PVC) ou comprenant de grandes quantités de ciment (béton, mortier).



> CYCLE DE VIE

Tout matériau ou produit de construction suit un cycle de vie allant des du prélèvement ou l'extraction des matières premières jusqu'à sa fin de vie en passant par les phases de transformation (fabrication), de transport à plusieurs étapes de son cycle, de mise en œuvre sur chantier et de vie en œuvre. Lors de la fin de vie après démolition de la construction, le matériau devenant déchet peut être valorisé (recyclé, réutilisé, ...) ou non suivant sa nature.

A chacune des phases de son cycle de vie, un matériau génère des impacts sur son environnement. Cette dimension est donc maintenant à prendre en compte dans le choix des matériaux de construction.



Attention : certains écomatériaux peuvent s'avérer très peu écologiques si l'on prend en compte la notion d'impact environnemental lors de la phase de transport. En effet, du bois (ou de la fibre de bois) ayant un « écobilan » très favorable lors des phases de production et de transformation, aura au final un bilan environnemental bien moins intéressant s'il provient de forêts très éloignées (Europe du Nord voire Sibérie, Afrique ou Amérique du Sud).



> ÉCOMATÉRIAUX ISOLANTS D'ORIGINE VÉGÉTALE

LA FIBRE DE BOIS

La laine de bois (fibre de bois à faible densité) est obtenue par défilage de copeaux et chutes de résineux provenant des déchets de scieries. Elle est utilisable en l'état en vrac ou en panneaux. Pour obtenir de la fibre de bois en panneaux de moyenne à haute densité, la laine de bois est transformée en pâte par adjonction d'eau puis coulée, laminée et séchée. Aucun liant n'est ajouté car le bois possède son propre liant : la lignine. La fibre de bois peut être utilisée pour l'isolation de toute la maison. Elle a l'avantage de protéger tout aussi bien du froid l'hiver que de la chaleur l'été grâce à sa forte inertie thermique et est un très bon isolant phonique.



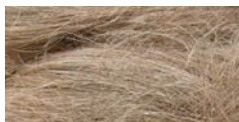
LE CHANVRE

Les fibres longues de la plante annuelle de chanvre donnent de la laine isolante sous forme de panneaux ou rouleaux. Les fibres courtes (cœur de la tige), nommées chènevotte, quant à elles sont utilisées sous forme d'isolant en vrac. La chènevotte entre également dans la composition du « béton de chanvre » dans lequel elle est souvent mélangée avec de la chaux et de l'eau pour créer de la matière isolante sous forme de briques ou bien projetée ou banchée. Le chanvre est, comme toute matière végétale, recyclable ou compostable en fin de vie. Il ne nécessite aucun traitement pesticide ou de fertilisants pour sa culture et participe à la régénération des sols cultivés.



LE LIN

Sur le même principe que le chanvre, les fibres courtes (étoupe) du lin peuvent être utilisées en isolant sous forme de laine en rouleaux ou panneaux.



LA OUATE DE CELLULOSE

La ouate de cellulose est obtenue à partir de papier recyclé broyé, défilé et transformé en flocons. Pour la protéger, elle subit différents traitements pour résister aux moisissures et au feu grâce à plusieurs additifs comme le sel de bore. On la retrouve principalement en vrac pour insufflation à sec (en caissons) ou par projection humide. Des panneaux de ouate de cellulose semi-rigides sont aussi disponibles sur le marché.



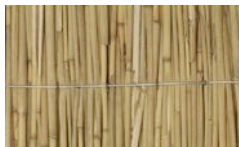
LA PAILLE

La paille est un coproduit de la récolte des céréales (blé, seigle, orge, ...) et a l'avantage d'avoir l'une des empreintes environnementales les plus faibles de tous les matériaux de construction. Elle possède de bonnes capacités isolantes et n'a pas besoin de subir de traitements contre les insectes et les rongeurs. Elle est utilisée principalement sous forme de bottes même si on la retrouve également dans des panneaux de paille compressée ou dans les mélanges isolants terre-paille. La paille est disponible quasiment partout et à moindre coût.



LES ROSEAUX

Les roseaux sont utilisables sous forme de panneaux isolants comme support de couches d'enduits (murs intérieurs ou extérieurs) mais aussi en vrac mélangés avec de la terre argileuse comme matériau isolant de remplissage.



LE LIÈGE

Le liège blanc est directement utilisable en tant qu'isolant en vrac mais se trouve plus communément sous forme expansée (liège noir) en vrac ou en panneaux. Même s'il s'agit d'un matériau naturel renouvelable, sa production n'étant pas locale, la phase de transport compte pour une bonne partie de l'impact environnemental global du liège. Le liège est par contre un très bon isolant phonique.



LA LAINE DE COTON DE TEXTILES RECYCLÉS (Métisse®)

Issue du recyclage de vêtements usagés, elle peut être conditionnée en rouleaux de faible densité ou en panneaux semi-rigides en tant qu'isolation rapportée entre montants d'ossature. L'entreprise de réinsertion, Le Relais, obtient l'isolant par triage, hachage et défilage des tissus qui sont ensuite liés à chaud avec une petite quantité de polyester.



LA LAINE DE MOUTON

Elle est légère, facile à poser, et recyclable. Néanmoins elle est sujette à la compression et nécessite d'être lavée et traitée contre les insectes, les rongeurs, les moisissures et le feu.

La laine de mouton est disponible en rouleaux, en panneaux semi-rigides ou en vrac ; elle peut être utilisée dans les combles perdus, les rampants, les sous-planchers, les plafonds et les murs.



LA VERMICULITE

Isolant minéral créé à partir de silicate de magnésium, la vermiculite expansée en granules, même si son « écobilan » reste moyen, offre l'avantage de pouvoir isoler facilement des parois et cavités par remplissage. Elle peut également être employée pour le nivellement et l'isolation des sols en tant que composant de chape.



LA PERLITE

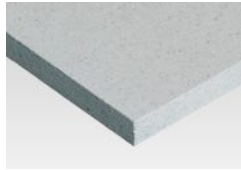
La perlite expansée, à base de roche volcanique, est utilisée, au même titre que la vermiculite, dans le remplissage et dans les chapes mais aussi dans l'obtention de panneaux de construction préfabriqués lorsqu'elle est notamment mélangée à des fibres de cellulose.



> ÉCOMATÉRIAUX DE FINITION

LES PAREMENTS INTÉRIEURS

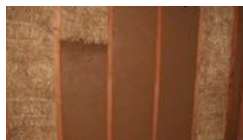
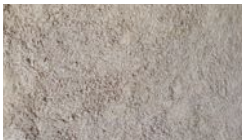
Pour les finitions intérieures des parois, des alternatives aux plaques de plâtre courantes comme le placoplâtre (plâtre pressé et collé entre deux feuilles de carton) existent comme les plaques de gypse-cellulose (type Fermacell). Les plaques de gypse-cellulose sont composées de fibres de cellulose provenant de papier recyclé. Elles offrent l'avantage d'avoir de meilleures capacités mécaniques, phoniques et thermiques que le placoplâtre. Utilisées en tant que surface de finition, elles donnent des surfaces très planes exploitables ensuite directement avec des peintures ou éléments décoratifs. Une autre alternative écologique est la mise en oeuvre de parements intérieurs en bois.



LES ENDUITS

Que ce soit pour égaliser des surfaces, rénover à l'identique ou décorer des murs, les enduits naturels à base de plâtre ou de chaux sont utilisables en finition. Ils sont élaborés en ajoutant au plâtre et/ou à la chaux différents dosages de sable, d'eau et d'additifs très souvent naturels (argile, pigments, ...).

La chaux, provenant de la calcination du calcaire, tout comme le plâtre à base de gypse servent de liant dans la composition de ces enduits. D'autres enduits à base de terre argileuse avec adjonction ou non de fibres végétales ou de cellulose sont également disponibles. Tous ces enduits naturels ont la capacité de très bien réguler les transferts de vapeur d'eau.



LES PEINTURES

Les peintures sont caractérisées par leur liant. Lorsqu'elles sont d'origine naturelle leurs liants peuvent être à base d'huile de lin, de caséine, de cire d'abeille, de résine naturelle, d'huile de noix, etc. Les peintures naturelles, à la différence des peintures à base de liants synthétiques, offrent une perspiration aux matériaux qu'elles recouvrent. En effet, le fait d'appliquer des peintures synthétiques, souvent quasiment imperméables, entrave l'évacuation de l'humidité et provoque notamment la détérioration des structures en bois comme les colombages. La condensation ainsi créée dans la paroi, puisque la vapeur d'eau ne peut pas migrer vers l'extérieur, engendre aussi une altération importante des isolants et par conséquent leurs performances thermiques.

Pour ce qui est des couleurs, les pigments naturels des ocres ou terres de Siègne offrent un éventail conséquent. La protection des boiseries peut aussi se faire avec des lasures qui ont l'avantage de ne pas s'écailler, de laisser respirer et de préserver l'aspect veiné des bois.



LES BARDAGES ET BARDEAUX

Une autre possibilité de protection et d'habillage des murs extérieurs est l'utilisation de bardages en bois fixés sur des tasseaux laissant une lame d'air de ventilation contre les problèmes liés à la condensation. Les bardages bois horizontaux ou verticaux, voire en oblique, en tant que revêtement deviennent de réels éléments décoratifs. De la même manière, les bardeaux en bois jouent le rôle de vêtue comme le bardage mais peuvent aussi être installés en toiture.



URBANE KULTUR ARCHITECTES MUSÉE À SOUCH (68)



> ÉCOMATÉRIAUX EN STRUCTURE

LE BOIS

Matériau local, naturel et renouvelable par excellence, il peut être utilisé en structure pour les maisons individuelles ainsi que pour les logements collectifs de petite taille.

Les modes constructifs peuvent être de type bois massif (fustes, madriers, contrecollé, cloué, ...) mais aussi sous forme de structure (ossature panneau bois, ossature bois et blocs préfabriqués, charpentes, pans de bois, poteaux-poutres) pouvant être remplis ensuite de différents matériaux isolants écologiques.

L'existence de certifications internationales de type PEFC™ ou FSC® valide le fait que les bois proviennent de forêts gérées durablement.



LA TERRE

Les constructions en terre crue reviennent peu à peu au goût du jour comme celles réalisées en pisé ou en briques de terre crue (BTC). La terre crue, abondante et locale peut aussi être mélangée avec de la paille pour la structurer comme le torchis ou l'adobe. Elle demande par contre un savoir-faire et une main d'œuvre importante.

La terre cuite quant à elle sous forme de briques pour les murs ou de carreaux pour les sols, même si elle a un impact environnemental plus conséquent que la terre crue dû à la phase de cuisson et à celle de transport, reste également très intéressante.

Sous toutes ses formes, la terre présente une grande inertie et a la faculté de réguler l'humidité.



Pour en savoir plus : documents à consulter au CAUE

• L'habitat écologique - Quels matériaux choisir ? F. Kur, éd. Terre vivante, 2000, 192 p. (TEa 23) • Les matériaux naturels J.F. Bertoncello, J. Fouin, éd. Du Rouergue, 2006, 204 p. (Ma 41) • L'isolation thermique écologique J.P. Oliva, S. Courgey, éd. Terre vivante, 2010, 256 p. (TEa 37) • Isoler écologique B. Vu, éd. Eyrolles, 2008, 94 p. (TEb 139) • J'isole mon logement - Les solutions écologiques R. Dutrey, éd. Terre vivante, 2011, 96 p. (TEa 40) • Manifeste Négawatt - Réussir la transition énergétique Association Négawatt, éd. Actes Sud, 2012, 368 p. (TEa 41) • La construction en paille L. Floissac, éd. Terre vivante, 2012, 384 p. (TEa 43) • Construire avec le bois D. Gauzin-Müller, éd. Le Moniteur, 1999, 312 p. (Mb 106) • Construction de maisons à ossature bois Y. Benoît, T. Paradis, éd. Eyrolles, 2007, 304 p. (Mb 124) • Traité de construction en terre CRATerre, éd. Parenthèses, 2006, 355 p. (Ma 40)

> TABLEAU COMPARATIF DES PERFORMANCES DES ISOLANTS

| Matériaux | Masse volumique (kg/m ³) | Conductivité thermique (W/m.K) | Capacité thermique (Wh/m ³ .K) | Energie grise* (kWh (d'énergie primaire**)/m ² pour un R de 5) | Bilan CO ₂ ** (kg CO ₂ eq /m ² pour un R de 5) | Prix (€ TTC /m ² pour un R de 5) |
|--|--------------------------------------|--------------------------------|---|---|---|---|
| Isolants écologiques naturels | | | | | | |
| Bottes de paille moyenne densité (flux thermique transversal au sens des fibres) | 90 | 0,047 | 40 | 5 | - 26,4 | 2 à 6 |
| Bottes de paille moyenne densité (flux thermique dans le sens des fibres) | 90 | 0,07 | 40 | 7 | - 39,4 | 4 à 10 |
| Bottes de paille haute densité | 200 | 0,07 | 88 | 17 | - 87,5 | - |
| Briques de chanvre | 300 | 0,06 | 141 | 79 | 2,7 | 115 à 130 |
| Chênevotte en vrac | 110 | 0,05 | 59 | 6 | - 34,4 | 20 à 25 |
| Copeaux de bois | 100 | 0,042 | 55 | 11 | - 30,2 | - |
| Laine de bois (panneaux de fibre de bois de faible densité) | 40 | 0,04 | 22 | 43 | - 1,5 | 25 à 40 |
| Laine de chanvre | 30 | 0,04 | 12,5 | 52 | - 0,8 | 25 à 30 |
| Laine de lin | 25 | 0,04 | 10 | 50 | 1 | 25 à 45 |
| Laine de mouton | 20 | 0,04 | 8 | 16 | 0,2 | 25 à 30 |
| Liège naturel en vrac | 100 | 0,05 | 51 | 2 | - 42,2 | 25 à 35 |
| Liège expansé en vrac | 90 | 0,04 | 46 | 35 | - 22,1 | 30 à 40 |
| Panneaux de fibres de bois rigides (haute densité) | 160 | 0,04 | 88 | 122 | - 18,6 | 70 à 90 |
| Panneaux de fibres de bois semi-rigides (moyenne densité) | 80 | 0,04 | 44,5 | 61 | - 9,6 | 50 à 60 |
| Panneaux de liège expansé | 110 | 0,04 | 56 | 43 | - 27 | 60 à 75 |
| Panneaux de roseaux | 140 | 0,07 | 66 | 17 | - 78 | 135 |
| Isolants écologiques issus du recyclage | | | | | | |
| Laine de textiles recyclés (Métisse*) moyenne densité | 50 | 0,045 | 16 | 119 | 4 | 25 à 35 |
| Ouate de cellulose en vrac insufflée ou projetée humide | 55 | 0,04 | 27,5 | 21 | - 10 | 15 |
| Ouate de cellulose en vrac projetée à sec | 30 | 0,04 | 15 | 12 | - 5,5 | 10 |
| Panneaux d'ouate de cellulose semi-rigides | 75 | 0,04 | 37,5 | 76 | - 5,2 | 50 à 60 |
| Isolants synthétiques (non écologiques) | | | | | | |
| Panneaux de polystyrène expansé | 17 | 0,035 | 7 | 81 | 10,2 | 12 à 18 |
| Panneaux de polystyrène extrudé (aux hydrofluorocarbures : HFC) | 40 | 0,032 | 15,5 | 185 | 520 | 24 à 32 |
| Panneaux de polyuréthane | 30 | 0,027 | 11,5 | 115 | 16,4 | 25 à 50 |
| Isolants minéraux | | | | | | |
| Laine de verre | 25 | 0,036 | 6,5 | 62 | 10,2 | 10 à 20 |
| Laine de roche | 30 | 0,038 | 7,8 | 37 | 9,4 | 6 à 16 |
| Perlite expansée | 100 | 0,045 | 26,5 | 65 | 12,2 | 34 à 68 |
| Vermiculite expansée | 100 | 0,055 | 25 | 49 | 9,6 | - |

Sources : base de données du Baubook (www.baubook.at) développée dans le livre « L'isolation thermique écologique » J.P. Oliva, S. Courgey, éd. Terre vivante, 2010

> MÉMO

CONDUCTIVITÉ THERMIQUE (λ) : représente la capacité d'un matériau à résister au passage de la chaleur. Plus la conductivité est faible plus l'isolant est performant. La conductivité thermique s'exprime en W/m.K.

RÉSISTANCE THERMIQUE (R) : représente le critère d'évaluation de la performance thermique d'un matériau isolant. Elle dépend de la conductivité thermique du matériau isolant et de son épaisseur e ($R = e/\lambda$). L'épaisseur détermine les économies potentielles de chauffage et de rafraîchissement. La résistance thermique s'exprime en m².K/W.

INERTIE THERMIQUE (DÉPHASAGE) : représente la capacité physique d'un matériau à emmagasiner puis à restituer la chaleur de manière diffuse. Ce stockage de calories peut être plus ou moins important suivant les capacités thermiques intrinsèques du matériau.

Un bâtiment à forte inertie thermique équilibre sa température en hiver en accumulant le jour les apports de chaleur qu'il restitue la nuit pour assurer une température moyenne. C'est le principe du déphasage thermique (décalage dans le temps) par rapport aux températures extérieures. Plus l'inertie d'un bâtiment est forte, plus il se réchauffe ou se refroidit lentement. La forte inertie d'un bâtiment est également utilisable en confort d'été, pour éviter les surchauffes, en accumulant les températures fraîches de la nuit à condition d'avoir suffisamment évacué la chaleur accumulée la journée par une ventilation nocturne adéquate.

CAPACITÉ THERMIQUE VOLUMIQUE : représente l'aptitude d'un volume de matériau à stocker de la chaleur. Plus la capacité est élevée, plus la quantité de stockage de calories est importante ; ce qui permet de réduire les consommations d'énergie du bâtiment. La capacité thermique volumique s'exprime en Wh/m³.K.

NE PAS CONFONDRE INERTIE ET ISOLATION : l'isolation permet de limiter les déperditions de chaleur alors que l'inertie permet d'emmagasiner de la chaleur et de lisser les variations de température.

*Énergie grise : représente la quantité d'énergie primaire*** non renouvelable nécessaire à la production, la transformation puis le traitement en fin de vie d'un matériau. Cette énergie s'exprime en kWh.

**Bilan CO₂ : représente l'émission ou le captage de CO₂ lors des phases de production et de transformation d'un matériau. Ce facteur s'exprime en kg CO₂ eq. Une valeur négative signifie que le matériau capte du CO₂, nommé également « puits de carbone ».

Dans cette fiche, les valeurs d'énergie grise et de bilan CO₂ correspondent, pour les isolants, à une surface de 1 m² de paroi ayant une épaisseur telle que sa résistance thermique R vaut 5 m².K/W (recommandation RT 2012 correspondant à 18 cm de laine de verre) ainsi qu'une durée de vie typique de 50 ans pour pouvoir les comparer.

***Énergie primaire : représente la quantité d'énergie prélevée directement dans la nature et n'ayant encore subi aucune transformation. Cela peut-être l'énergie hydraulique des barrages et cours d'eau avant transformation en électricité pour ce qui est des énergies renouvelables ; ou bien encore l'énergie chimique des combustibles non renouvelables comme le gaz ou le charbon avant transformation en énergie thermique puis éventuellement en énergie électrique. A savoir que lors de chacune de ces transformations, l'énergie subit des pertes parfois très importantes suivant les rendements des différentes installations.