

Pourquoi , comment isoler?

L'isolation écologique

isolation, conductivité thermique, inertie, énergie grise...

Dans sa maison, on veut être bien : ne pas frissonner l'hiver, ne pas transpirer l'été, ne pas avoir chaud devant et froid derrière, être surpris au contact d'un carrelage trop froid... c'est à dire minimiser les échanges entre l'organisme et l'environnement.

L'habitation doit garder un **microclimat intérieur** stable face aux variations climatiques extérieures.

Le microclimat interne n'est pas seulement caractérisé par la température mesurée par les thermomètres mais par un ensemble de facteurs :

-la température de l'air ambiant : stabiliser dans le temps la température de l'air ambiant face aux écarts de la température extérieure, entre le jour et la nuit ,l'été et l'hiver.

-la température des parois : réduire la différence entre la température des parois et la température ambiante en jouant sur l'inertie ,la position de l'isolant et le mode de chauffage.

-les mouvements de l'air: réduire les courants d'air, par l'arrivée de l'air extérieur près des foyers consommant de l'oxygène, par le calfeutrement des baies entre dormant et ouvrant;

-l'humidité relative de l'air : l'eau est meilleure conductrice du froid que l'air et les courants de convection se ressentent davantage en milieu humide qu'en milieu sec.

-la température dite « opérative »: c'est la température effectivement ressentie, qu'est une résultante tenant compte de la température de l'air, de celle des parois, et de la vitesse de l'air.

Principes de thermodynamique :

D'après les deux premiers principes de la thermodynamique, l'énergie calorifique ne disparaît jamais .Elle ne fait que se déplacer ou se transformer en une autre forme d'énergie.

Dans un échange de chaleur entre deux corps , c'est toujours le plus **chaud qui perd** de l'énergie et le plus **froid qui en gagne** .

Le froid est un aspirateur à calories , qui dispose de trois moyens :

- **la conduction:** c'est l'échange de calories entre corps en contact direct.
- **La convection:** c'est l'échange de calories au moyen d'un fluide intermédiaire tel que l'air ou l'eau.
- **Le rayonnement:** c'est un transfert thermique de nature électromagnétique qui ne nécessite aucun milieu intermédiaire. Cette énergie se propage en ligne droite dans l'espace, jusqu'à ce qu'elle soit absorbée par un solide.C'est ainsi que le soleil chauffe la terre .

Dans une maison ,la **chaleur ne pense qu'à s'échapper** par des chemins qu'elle connaît . Quels sont ces chemins que l'on appelle ,pour l'hiver, les modes de déperdition thermique?

-**les déperditions surfaciques** :ce sont les déperditions à travers les parois , qu'elles soient opaques (murs,toitures,etc) ou vitrées.

-**les déperditions par les ponts thermiques** :ce sont les zones de passages des calories,principalement aux jonctions des parois entre elles.

-**les déperditions par renouvellement d'air:** elles comprennent la ventilation, indispensable à la salubrité de l'air intérieur,mais aussi les infiltrations non souhaitées et non contrôlées (étanchéité des huisseries des conduits defumées etc) qui augmentent avec la vitesse du vent.

Mettre des barrières sur ces chemins s'appelle **isoler sa maison**.

Le rôle de l'isolation est d'interposer une retenue au passage des calories au moyen de matériaux ayant une **capacité de conduction la plus faible possible** .

Qu'appelle-t-on un bon isolant?

Le meilleur isolant est le **vide**, qui ne permet plus que des échanges par rayonnements. Mais le « vide » est rempli d'air, et la paroi chaude de la lame d'air échange ses calories avec la paroi froide par convection.

Pour que l'air conserve ses qualités d'isolation, il doit être **immobile**. Cette immobilité s'obtient en l'enfermant dans des alvéoles les plus petites possible afin de fragmenter et de freiner par frictions les mouvements de convection.

Un isolant de qualité est donc un matériau de très **faible densité** comportant un très grand nombre de cellules les plus petites possible et contenant un maximum d'air.

Voilà pourquoi il n'existe pas d'isolant de faible épaisseur. Un isolant peu épais n'enferme qu'un faible volume d'air et se révèle donc peu efficace. (Seule exception à cette règle: les isolants minces à base de feuilles d'aluminium; mais ces isolants ne satisfont à aucune des exigences de la construction écobioologique et ils doivent être réservés à des usages très particuliers et limités.)

Pour un bon isolant, λ (coefficient de conductivité thermique) doit être le plus petit possible.

Qu'est ce qu'une isolation écologique ?

Tout isolant installé doit participer à la **préservation de l'environnement**: permettre des économies de chauffage, de climatisation, donc réduire le recours aux énergies non renouvelables.

Donc plus de confort, moins d'énergie.

Le matériau doit respecter des critères :

- être **bon isolant** : λ doit être le plus petit possible.
- être d'origine **naturelle et renouvelable** autant que faire se peut.
- demander **peu d'énergie grise** pour sa fabrication ou son transport.
- ne pas avoir d'**impact sur la santé** des personnes occupant les locaux.
- avoir une **bonne durée de vie**.
- être un produit **recyclable**.

Comment évaluer la qualité thermique d'un isolant ou d'un système d'isolation?

-La conductivité thermique: coefficient λ (lambda)

La conductivité est la propriété qu'ont les corps de transmettre la chaleur par conduction.

λ est exprimé en Watts par m et par °C .(W/m°C)

Exemple: air	$\lambda=0,024$
laine de chanvre	$\lambda=0,04$
brique monomur	$\lambda=0,16$
parpaing creux	$\lambda=1,1$

Plus λ est **petit** ,plus le matériau est **isolant** .

λ peut augmenter avec l'humidité de l'air.

-La résistance thermique : coefficient R

Le flux de chaleur traversant une paroi dépend de son épaisseur E exprimé en m et de sa conductivité λ .

$$\text{Résistance thermique (m}^2 \cdot \text{°C / W)} = E_{\text{épaisseur (m)}} / \lambda \text{ (W / m }^{\circ} \text{C)} \quad R = \frac{E}{\lambda}$$

Exemple de calcul : pour une épaisseur de 20 cm = 0,2 m

laine de chanvre : $E = 0,2 \text{ m}$ $\lambda = 0,04$ $R = 0,2 / 0,04 = 5$

brique monomur : $E = 0,2 \text{ m}$ $\lambda = 0,16$ $R = 0,2 / 0,16 = 1,25$

Plus R est **grand** plus le matériau est **isolant**.

-La transmission calorifique (coefficient U , anciennement K)

R exprime la résistance de la paroi au passage de la chaleur .En fait , pour caractériser une paroi au passage de la chaleur , on utilise son inverse U , appelé coefficient de transmission surfacique .

$$U \text{ (W / m}^2 \text{°C)} = 1 / R \quad U = \frac{1}{R}$$

Exemple de calcul : pour une épaisseur de 20 cm = 0,2 m

laine de chanvre : $R = 5$ $U = 1 / 5 = 0,2$

brique monomur : $R = 1,25$ $U = 1 / 1,25 = 0,8$

Plus U est **faible** plus la paroi est **performante**.

Inventaire des isolants:

les isolants synthétiques

Les isolants minéraux:

- laines minérales
- verre cellulaire
- perlite vermiculite
- argile expansée

Les isolants minces.

Les isolants végétaux:

- **bois feutrés**: laine de bois obtenue à partir du défibrage de chutes de bois .
- granulats de bois
- **laine ,ouate de cellulose**: provient du papier recyclé.
- liège expansée
- **laine de chanvre**: obtenue à partir du chanvre textile, plante annuelle.
- **laine de lin**: plante annuelle;
- **laine de coco**: fabriqué à partir de la bourre entourant le péricarpe des noix de coco.
- laine de coton
- **paille** : en bottes pour les murs .
- roseaux

Les isolants d'origine animale:

- laine de mouton: toisons utilisées brutes ou travaillées
- plume de canard

Les isolants sont présentés en **vrac** , **en rouleaux** , en panneaux semi-rigides , en **panneaux rigides** ou **en mélange avec de la chaux** : **blocs, briques, enduits** .

La laine de chanvre

Origine et fabrication:

Le chanvre textile (*cannabis sativa*) est une plante annuelle cultivée depuis l'arrivée des celtes en Europe.

La tige du chanvre est constituée de fibres longues (**la filasse ***) entourant une partie centrale qui réduite en particules devient la **chènevotte**.

- les fibres longues agglomérées à l'aide d'un liant deviennent la laine de chanvre. Le liant est un polyester ou d'origine naturelle (pomme de terre dans la marque Nat'isol) .

Présentation et utilisation:

Granules de chènevotte: non traités, stabilisés

- soufflés pour isoler les murs ou les combles.
- avec de la chaux pour chapes, bétons, enduits isolants.
- en blocs (Chanvriblocs), en briques (Hestia) pour construire des murs isolants.

Laine de chanvre: en rouleaux, en panneaux semi-rigides de 45 à 100 mm d'épaisseur.

Données techniques:

- densité: 25 à 30,35 kg/m³ en moyenne.
- conductivité thermique: $\lambda = 0,042 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- comportement au feu: M2
- perméabilité à la vapeur d'eau: $\mu=1\text{à}2$
- résistant aux mites, répulsifs aux rongeurs.

Impact sur l'environnement:

- ressource : renouvelable, plante annuelle .
- énergie grise: moyenne pour la fabrication, mais importante pour le transport.
- pollutions principales: CO₂, adjuvants de synthèse; mais le bilan des fibres végétales comme fixateur de CO₂ est positif par rapport aux autres familles d'isolants.
- recyclage et élimination: matériau réutilisable, compostable .

Fabricants, distributeur et nom du produit:

- Technichanvre : Technichanvre, Technilaine, briques de chanvres
- Chanvrière du Bellon: Isoconstruction, Isolaine
- Isonat : Nat'isol
- Hock vertriebs : Thermo-chanvre
- LCDA : Chanvribat, Chanvrisol, Chanvrilaine

Le bois feutré

Origine et fabrication:

Le **bois feutré** est obtenu à partir du **défilage de bois résineux**.

La « laine » de bois peut être utilisée comme isolant **vrac** ou agglomérée en **panneaux** de différentes épaisseur.

Présentation et utilisation:

- en panneaux mous de 20 à 100 mm pour isolation complète entre des montants d'ossature bois .
- En panneaux durs de 18 à 24 mm bouvetés ou non avec ajout ou non de bitume ou de résine pour cloison ou contre cloison.

Données techniques:

- densité: - mou :160 kg/m³
- dur 270 kg/m³
- conductivité thermique: -mou : 0,042
- dur : 0,070
- comportement au feu: M2

- perméabilité à la vapeur d'eau: hydrophile $\mu = 3 - 4$

Impact sur l'environnement:

- ressource : renouvelable

- énergie : 12,5 kwh/m³ pour la fabrication transport souvent sur de longues distances en sus .

- pollutions principales:le CO₂ des unités de fabrication et du transport .Mais le bilan du bois et des autres fibres végétales comme fixateurs de CO₂ reste très largement positif par rapport à tous leurs concurrents.

- recyclage et élimination: -composté
- brûlé si bitumé

Fabricants , distributeur et nom du produit:

- **Homatherm**
- **Pavatex**
- **Gutex**
- **Thermoflex**
- **Isoroy** (Isorel, Phaltex, Isotoit, Thermisorel)

Ouate de cellulose

Origine et fabrication:

Fibre naturelle issu de la filière **bois**, la fibre **cellulosique** est obtenue par le **recyclage écologique** des papiers **journaux** .

Présentation et utilisation:

- **vrac** : soufflage en toiture plate
insuflation en cloison
- **panneaux semi-rigides** :pour rampants et cloisons

Données techniques:

- densité: 28 à 35 kg /m³
- conductivité thermique: 0,40
- comportement au feu: M1
- perméabilité à la vapeur d'eau: μ 1à 2

Impact sur l'environnement:

- ressource :
- énergie :50 Kwh /m³
- pollutions principales:Le CO₂ des unités de fabrication et le transport en sus.
- recyclage et élimination: aspirer ,stocker et ressouffler.

Fabricants , distributeur et nom du produit:

Univer cell
Ageka Isocell
Homatherm - flex cl - fine floc
Thermofloc

Annexe 4

RT 2005

RT 2005: La nouvelle réglementation.

Cette réglementation répond à la volonté de diminuer les consommations énergétiques de 15% en 2005 et à moyen terme de 40% en 2020.

Le projet d'arrêté (délivré par la DGUCH lors de la conférence consultative du 12 juillet 2005) sera applicable à tout permis de construire déposé après le 31 août 2006. Les exceptions seront les mêmes que pour la RT 2000.

Les coefficients d'isolation thermique exprimés W/m² C sont ré-ajustés :

- ° mur extérieur U= 0,45 w/m²C
- ° plancher bas sur ext/parking U= 0,36 w/m²C
- ° plancher haut en maçonnerie U= 0,34 w/m²C
- ° plancher haut en tole U= 0,41 w/m²C
- ° autres planchers hauts U= 0,28 w/m²C
- ° fenêtres, porte- fenêtres, baies U= 2,60 w/m²C
- ° coffre de volets roulants U= 3,00 w/m²C

Comparatif de matériaux pour un mur extérieur:

RT 2005 pour un mur extérieur

U (transmission calorifique)= 0,45 W/m²C

R (résistance thermique) = 1 / 0,45 = 2,22

E (épaisseur du matériau) = λ R

<i>Matériau ou Isolant</i>	λ (conductivité thermique)	<i>Épaisseur en cm</i>
Polystyrène extrudé	0,029	6,4 cm
Laine de chanvre	0,039	8,6 cm
Béton cellulaire	0,17	37,7 cm
Brique monomur	0,16	35,5 cm
Parpaing creux	1,1	244 cm
Pierre	2,2	488 cm

Annexe 3

Isolation , matériaux et énergie grise

L'énergie grise est l'énergie brute nécessaire au cycle de vie d'un produit ,c'est à dire l'énergie nécessaire pour extraire, transformer, distribuer le produit mais également le recycler en fin de vie.

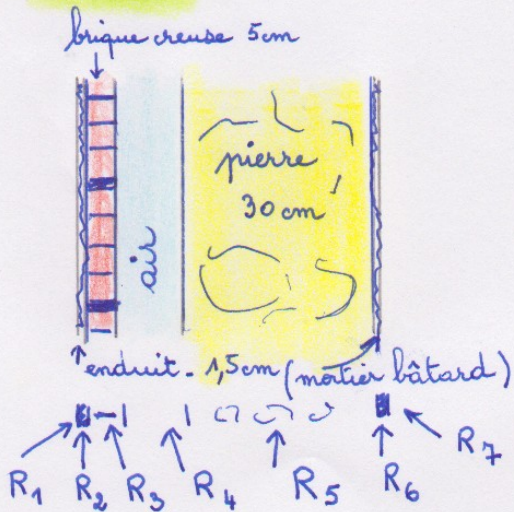
Comparaison de matériaux pour **R=2**

Produit	λ	Epaisseur en cm	Energie grise en kwh/m3
Polystyrène extrudé	0,035	7	850
Laine de verre	0,04	8	250
Laine de chanvre	0,04	8	90
Laine de bois	0,04	8	12,5
Ouate de cellulose (vrac)	0,04	8	50
Laine de mouton (travaillée)	0,045	9	55
Brique monomur	0,16	32	675
Béton cellulaire	0,17	34	300
Parpaing creux	1,1	220	410
Pierre	2,2	440	--
Panneaux de fibres de bois			1400
Panneaux de particules			2000

Annexe 1

Deux exemples de calcul de U (la transmission calorifique) sans isolant, puis avec isolant

1^{er} cas :



$$R_1 = \text{résistance superficielle interne} : 0,11$$

$$R_2 = 0,015 / 0,84 = 0,017$$

$$R_3 = 0,05 / 0,56 = 0,089$$

$$R_4 = 0,18 \quad R \text{ pour peu de lames d'air continue non ventilée}$$

$$R_5 = 0,30 / 3,5 = 0,085$$

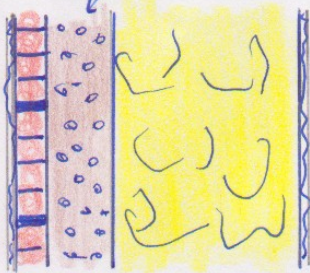
$$R_6 = 0,015 / 0,84 = 0,017$$

$$R_7 = \text{résistance superficielle externe} : 0,06$$

$$R_{\text{total}} = R_1 + \dots + R_7 = 0,558$$

$$U \text{ en } W/m^2 \cdot C = \frac{1}{R} = \frac{1}{0,558} = 1,79$$

2^{er} cas : l'air est remplacé par 8 cm de laine de chanvre



R_4 devient alors :

$$R_4 = 0,08 / 0,04 = 2$$

$$R_{\text{total}} = R_1 + \dots + R_4 + \dots + R_7 = 2,378$$

$$U \text{ en } W/m^2 \cdot C = \frac{1}{2,378} = 0,42$$

calcul des pertes thermiques :

pour $1 m^2$, si température extérieure -5
si température intérieure $+18$

$$\text{pertes en Watts} = 1 m^2 \times \left[\begin{array}{l} (t_{\text{ext}}) + (t_{\text{int}}) \\ \text{valeurs absolues} \end{array} \right] \times U$$

$$1^{\text{er}} \text{ cas} : P = 1 \times (5 + 18) \times 1,79 = 41,17 W/m^2$$

$$2^{\text{er}} \text{ cas} : P = 1 \times (5 + 18) \times 0,42 = 9,66 W \text{ pour } 1 m^2$$

