Chapitre

Isolants minéraux

Repère

V2 – Mai 2010

Titre fiche

LAINE DE VERRE

PRÉSENTATION DU PRODUIT ET CONTEXTE D'UTILISATION

La laine de verre est fabriquée à partir de sable siliceux et de verre de récupération. C'est un matériau utilisé comme isolant thermique et acoustique. Sa bonne performance permet économies d'énergie en hiver et confort acoustique, mais ne permet pas la régulation de l'humidité. L'isolant peut être associé à un pare vapeur en kraft ou en aluminium souvent collé directement à la laine, ainsi qu'un voile polypropylène sur les autres faces.
La laine de verre se présente sous forme de rouleaux (comme un matelas de fibres enchevêtrées où est emprisonné de l'air immobile), de panneaux semi-rigides ou en vrac (flocons).
Principaux domaines d'application : isolation de planchers, toitures, murs et cloisons.

FABRICANT ET TYPE

Fabricants/distributeurs :

En France :
ISOVER (84)* : La gamme **G³ d'Isover** se compose des produits suivants : **Gamme Monospace 35**, **Gamme GR 32 roulé**, **Performance 38 medium**, **IBR 40 classic.** Laines minérales mises sur le marché le 03/11/2009 et **Multimax 30**, laine de verre 25 % plus performante mise sur le marché le 23/01/2009. ISOVER présente aussi une ample gamme d'isolants pour le bâtiment.
URSA (77) : La gamme **Pureone : Pure 40 RP**, laine minérale blanche, mise sur le marché le 12/06/2010. **Pure 32 QP** et **Pure 40 QW** sont disponibles depuis l'automne 2009. Toute la gamme se présentera en panneaux et rouleaux semi rigides. **UrsaGEO** présente aussi une ample gamme d'isolants de laine minérale.
KNAUF INSULATION (10) : **ECOSE® Technology**, laine minérale marron mise sur le marché le 18/06/2009, proposée en rouleaux et en panneaux.

** présents en région PACA*

RESSOURCE - PROCEDE DE PRODUCTION

La laine de verre est obtenue par fusion de matières minérales entre 1050 et 1100°C (utilisation de 5 à 12% d'oxyde borique pour abaisser la température de fusion), puis par centrifugation, soufflage et extrusion, filage et transformation en fibres. De faibles quantités de liants (organiques ou végétales selon les fabricants) sont ensuite ajoutées aux fibres. La polymérisation des liants est effectuée par chauffage (fige l'épaisseur du produit). Découpe et emballage.

CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

COMPOSITION (de l'intérieur vers l'extérieur)

D'après l'INRS (Institut National de Recherche sur la Santé) :
La laine de verre est composée de 90 à 95 % de fibres minérales : sable, calcaire, dolomie, phélithe, carbonate de soude, oxyde borique et verre recyclé.
Le produit est traité avec 3 à 5 % de liants organiques (résines phénoliques : phénol-urée-formaldéhyde ou phénol-formaldéhyde) et moins de 1 % d'huile (inhibiteurs de poussières). Dans la composition, un pourcentage de 0 à 6 % reste n'est pas spécifié.
Une nouvelle génération de laines minérales utilise un liant sans formaldéhyde (Ursa et knauf insulation).

Le pourcentage de la fibre minérale varie selon le produit.

- G³ d'Isover → 95 % de matériaux minéraux (sable et verre recyclé) et 5 % de liants.
- Pureone d'Ursa → 95 % de matériaux minéraux : sable (45 %), verre recyclé (50 %) et 5 % de liants organiques ne contenant aucun formaldéhyde.
- Ecose® Technology de Knauf insulation → 95 % de matériaux minéraux : sable de silice (40 %) et verre recyclé (55 %). Les fibres qui se forment lors de la production sont collées les unes aux autres par un liant à base végétale (5 %) ne contenant pas de formaldéhyde, de phénol ou d'acrylique.

Ensuite, est utilisé du papier kraft ou de l'aluminium collé avec du bitume (pare-vapeur).
Voile en polypropylène sur certains produits (pour la manipulation).

CARACTÉRISTIQUES FONCTIONNELLES

AVIS SOLIDITE / STRUCTURE

La laine de verre présente une structure poreuse et élastique. L'enchevêtrement des fibres de petit diamètre constitue une multitude d'interstices où l'air est emprisonné.
La laine de verre est compressible lors du transport et reprend ensuite son volume initial.

Dimensions courantes sur le marché

- Panneaux :
  Epaisseur (mm) : 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100, 120, 160, 180 mm
  Largeur (cm) : 60 à 120
  Longueur (cm) : 100 à 250
  Masse volumique sèche : 10 à 15 kg/m³
- Panneaux rouleaux :
  Epaisseur (mm) : 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200
  Largeur (cm) : 36,5 à 120
  Longueur (cm) : 500 à 15000
- Panneaux roulés revêtus d'un pare vapeur (Kraft)
  Pour épaisseur (mm) : 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180, 200, 220, 240, 260
  Largeur (cm) : 60 à 120
  Longueur (cm) : 300 à 15000
  Masse volumique sèche : 20 à 30 kg/m³
- En vrac : (pour les fabricants Isover et Knauf insulation)
  Granulométrie : 345, 370, 390, 415, 440, 460 mm
  Densité : 11 à 15 kg/m³

AVIS MISE EN ŒUVRE

Tous les domaines de la construction conventionnelle : en rampant de toiture ou combles perdus et aménagement, plafonds, greniers, murs (isolation par l'extérieur) et cloisons (isolation par l'intérieur). Son application se réalise usuellement en plancher sur terre-plein, plancher sur locaux non chauffés, cloison séparative entre local chauffé et non chauffé, isolation sous étanchéité, doublage en maison à ossature bois.

Les formes d'application changent selon la zone à isoler.
L'isolation de combles perdus :

- On déroule la laine de verre ou les panneaux directement entre les solives. Son épaisseur sera identique à la hauteur des solives. Le pare-vapeur se place toujours du côté chaud, c'est à dire vers l'intérieur du bâtiment. Il est recommandé de disposer une seconde couche croisée (épaisseur à prévoir en fonction de la performance thermique visée). Une attention particulière doit être portée pour une installation à deux couches. Le pare-vapeur de la première couche en haut doit se diriger vers le haut et le lacérer ou retirer le pare-vapeur afin d'améliorer l'évacuation de l'humidité, tandis que celui de la seconde couche en dessous doit se tourner vers le bas.

- Les panneaux semi-rigides autoportants permettent une pose sans fixation. De nombreuses largeurs sont disponibles, évitant ainsi les découpes de l'isolant. L'utilisation d'un pare-vapeur est nécessaire.

- La mise en oeuvre de la laine de verre par projection ou soufflage (en vrac) s'effectue à l'aide d'une

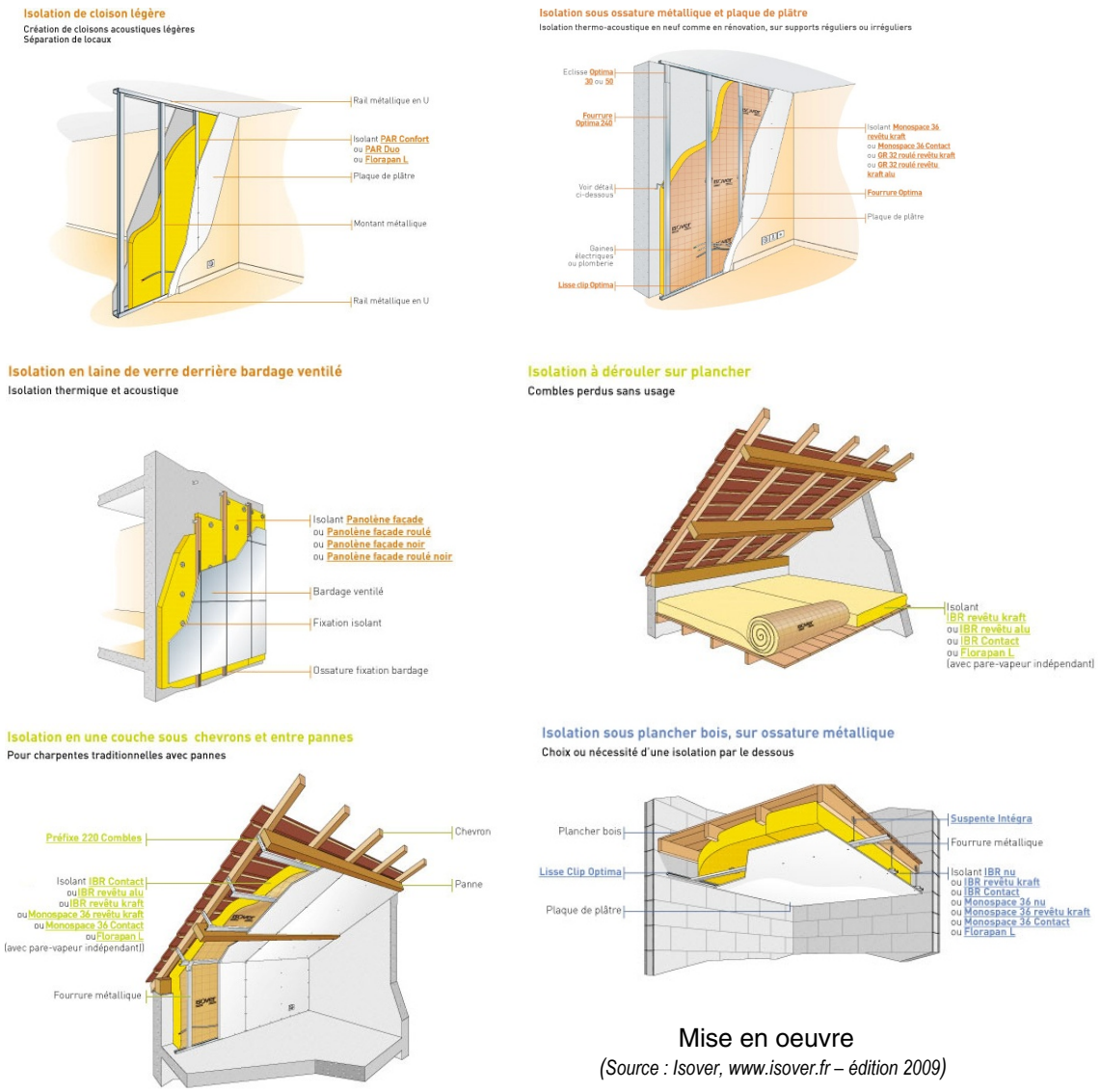
machine à souffler pneumatique installée à l'extérieur du comble en passant par le toit, afin d'obtenir un résultat uniformément réparti dans les diverses aspérités des combles perdus, mais ce type de mise en oeuvre doit être limité car les fibres ou flocons de laine de verre ont un effet plus nocif pour la santé qu'en panneau ou en rouleau. La laine de verre en vrac est conditionnée en sacs par palette.

Les avantages par rapport à la laine de verre déroulée résident principalement au niveau du temps de pose ; fortement écourté par ce procédé.

L'isolation dans les murs :
L'isolant doit être posé sur un mur sain, non humide. Dans les pièces humides, la partie basse de la laine de verre doit être protégée avec des profils plastiques en U ou des remontées de polyane ou de feutre bitumé.
L'étanchéité à l'air de l'isolation doit être assurée.
Les produits sont palettisés et présentés sous film plastique thermorétracté. Ils doivent être stockés sur un support plan et peuvent, sous réserve du bon état de l'emballage, être stockés plusieurs semaines à l'extérieur.

Pose conformément aux DTU suivant le système constructif :

- DTU 20-1 : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments
- DTU 25-31 : Cloisons en carreaux de plâtre
- DTU 25-41 : Ouvrages en plaques de parement en plâtre
- DTU 31-2 : Construction de maisons et bâtiments à ossature bois
- DTU 41-2 : Revêtements extérieurs en bois



Mise en oeuvre
(Source : Isover, www.isover.fr – édition 2009)

Précautions à prendre lors de la mise en œuvre et de la déconstruction :

- La laine de verre nécessite des protections lors de sa manipulation et de la pose : vêtements, lunettes de sécurité avec de protection latérales, masques de protection respiratoire de type P2 minimum, de préférence P3, gants, casquette.
- La laine de verre doit être protégée par un pare vapeur.
- L'utilisation de laine de verre avec pare-vapeur sur une face et polypropylène sur les 3 autres faces évite la diffusion de fibres, les risques dermatologiques et allergiques ainsi que l'inhalation de fibres de verre lors de la pose. L'utilisation de ce type de produits est fortement recommandée pour les mises en œuvre sous rampants, pour lesquelles l'exposition est la plus forte.
- Assurer une bonne ventilation du lieu de travail et éviter de soulever la poussière.
- Les vêtements portés lors de la pose doivent être lavés séparément après la manipulation (contamination des autres vêtements en cas de lavage commun).

Retour d'expérience :

● « Produit employé dans beaucoup de projets. Je suis très sceptique sur la conservation dans le temps de l'épaisseur et des caractéristiques du produit, pas du tout agréable à poser, très irritant à la pose et même après quand on circule dans les combles. Les films polypropylène de protection sont utiles quand on pose le produit neuf, mais se dégradent vite dans le temps. » *(Source : Bureau d'étude thermique, 02/2010)*

AVIS REGLEMENTATION / SECURITE / INCENDIE / ERP

La laine de verre est incombustible par nature et non propagatrice de flammes.
Réaction au feu, classe :
- **M0** (incombustible) ou **M1** (non inflammable) avec pare-vapeur (France).
- **A1** (selon classement européen Euroclasse, produit incombustible) pour la laine de verre non surfacée (nue, sans pare vapeur) ou **A2 S1 dO** (selon classement européen Euroclasse, produit non combustible) pour la laine de verre revêtue d'un pare-vapeur ou **F** (produit non classé ou non testé) pour la laine de verre revêtue d'un papier Kraft.

Dans le cas d'emploi en ERP, les laines minérales doivent respecter les règles de l'art édictées par les DTU (Documents Techniques Unifiés) et demandent de se reporter au "Guide d'Emploi des Isolants Combustibles dans les ERP", annexé à l'arrêté du 6 octobre 2004 publié au JO du 29 décembre 2004[1].

[1] www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000605126&dateTexte=

Certifications :
- **G³** d'ISOVER : Gamme GR 32 (certificat de conformité n° 1163, certificat ACERMI n° 02/018/098 et Avis technique 20/09-152 ; Gamme Monospace 35 (certificat ACERMI n° 05/018/408)
- **Pureone** d'URSA : **Pure 40 RP** (certificat ACERMI n° 03/083/596), **Pure 32 QP** (certificat ACERMI n° 09/083/600) et **Pure 40 QW** (certificat ACERMI n° 09/083/598).

CONFORT ET ENERGIE

THERMIQUE

Le point Info Énergie de l'ADIL 26 donne les caractéristiques hygro-thermiques suivantes de la laine de verre dans son "Guide matériaux isolant" :

Conductivité thermique : *λ = 0,030 W/m.K à 0,040 W/m.K selon la densité (panneaux et rouleaux)*
En Vrac *λ = 0,046 W/m.K*
Densité : *13 à 100 kg/m³*
Résistance thermique : *2.5 m²K/W à 3.15 m²K/W en ép. 10 cm*
En mono couche 6.50 m²K/W en ép. 26 cm
Capacité thermique : *14 à 104 kJ/ m³. °C*
Coefficient de résistance à la vapeur d'eau μ : Rouleaux : 1 à 2, Panneaux rigide : 3 à 4
Absorption d'eau à court terme WS : <1 kg/m² en 24 h. L'absorption d'eau par la laine réduit considérablement ses capacités thermiques.
Résistance à la diffusion de vapeur d'eau Z1 : de 1 m².h.Pa/mg, 2 à 3 pour les combles

ACOUSTIQUE

Sa structure poreuse et élastique d'isolant permet d'affaiblir la transmission des bruits aériens, des chocs et d'assurer la correction acoustique à l'intérieur des locaux.

Affaiblissement acoustique : $R_{A.tr}$ (bruit aérien extérieur- bruit route) : $R_w + C_{tr}$ = entre 35 et 55 dB
(C_{tr} : terme correctif relatif aux bruits routiers).

Cependant, sa faible densité en fait un isolant phonique médiocre.
Pour plus d'informations sur les performances acoustiques des cloisons avec matelas de laine de verre, voir la fiche "**Cloisons plaques de plâtre**".

VISUEL

De couleur jaune, marron ou blanche (en fonction du fabricant et du produit). N'est pas destinée à être vue.

OLFACTIF

Aucune odeur particulière.

APPROCHE FINANCIÈRE

INVESTISSEMENT A TITRE INDICATIF (02/2010)

En panneau ou roulé, hors pose : prix d'achat négoce de l'ordre de 3,99 à 8,10 HT €/m², selon l'épaisseur (45 mm à 240 mm) et les dimensions courantes dans le marché.

Panneaux semi-rigides sans pare-vapeur **PB 38**

épaisseur (mm)	R	Prix de vente en HT x 1m² (marge 12 %)
45	1,2	3,99 €
60	1,6	5,04 €
75	2	5,24 €
100	2,65	6,51 €
240	6	8,10 €

Panneaux semi-rigides avec pare-vapeur **PB 38**

épaisseur (mm)	R	Prix de vente en HT x 1m² (marge 12 %)
45	1,2	4,44 €
60	1,6	5,48 €
75	2	5,68 €
100	2,65	5,92 €

Panneaux semi-rigides à dérouler **MONOSPACE 35**

épaisseur (mm)	R	Prix de vente en HT x 1m² (marge 12 %)
75	2,1	6,00 €
85	2,35	6,94 €
100	2,85	7,35 €

(Source : Isover, www.isover.fr – édition 2009)

Laine de verre à souffler (en vrac), hors pose, pour le produit Isolène 3 :

épaisseur (mm)	R	Prix de vente en HT x 1m² (marge 12 %)
150	3	4,74 €
175	3,5	5,53 €
200	4	7,32 €
225	4,5	7,11 €
250	5	7,90 €
275	5,5	8,69 €
300	6	10,48 €
325	6,5	10,28 €

(Source : Isover, www.isover.fr – édition 2009)

MISE EN ŒUVRE

En panneau ou roulé,

Panneaux semi-rigides sans pare-vapeur PB 38

épaisseur (mm)	R	Prix de vente en HT x 1m² (marge 12 %)	
		Main d'œuvre seule	Fournitures et pose
45	1,2	4,68 €	8,67 €
60	1,6	4,68 €	9,72 €
75	2	4,68 €	9,92 €
100	2,65	4,68 €	11,19 €

Panneaux semi-rigides avec pare-vapeur PB 38

épaisseur (mm)	R	Prix de vente en HT x 1m² (marge 12 %)	
		Main d'œuvre seule	Fournitures et pose
45	1,2	4,68 €	9,12 €
60	1,6	4,68 €	10,16 €
75	2	4,68 €	10,36 €
100	2,65	4,68 €	10,60 €

Panneaux semi-rigides à dérouler MONOSPACE 35

épaisseur (mm)	R	Prix de vente en HT x 1m² (marge 12 %)	
		Main d'œuvre seule	Fournitures et pose
75	2,1	4,68 €	10,68 €
85	2,35	4,68 €	11,62 €
100	2,85	4,68 €	12,03 €

(Source : Isover, www.isover.fr – édition 2009)

Laine de verre à souffler (en vrac), pour le produit Isolène 3 :

épaisseur (mm)	R	Prix de vente en HT x 1m² (marge 12 %)	
		Main d'œuvre seule	Fournitures et pose
150	3	3,75 €	8,49 €
200	4	4,68 €	11,00 €
250	5	5,62 €	13,52 €
300	6	6,56 €	16,04 €
325	6,5	7,02 €	17,30 €

(Source : Isover, www.isover.fr – édition 2009)

ENTRETIEN

Aucun frais d'entretien.

ILLUSTRATION

Laine de verre en vrac

Laine de verre en panneaux

Source : Knauf insulation

Laine de verre en rouleaux

CARACTÉRISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

ORIGINE DES PRODUITS (naturelle, synthétique, recyclage)

La laine de verre contient 90 % à 95 % de matières minérales. **Le sable,** produit de la décomposition des roches, est une ressource naturelle disponible en grande quantité. **Le verre** est constitué d'oxyde de silicium (silice SiO_2) et de fondants. En France, le verre est récupéré pour être recyclé.
Les 5 à 10 % restants sont composés de liants organiques (les composés phénoliques sont des alcools aromatiques qui proviennent des végétaux) et d'huile minérale (mélange d'hydrocarbures).

CARACTERISTIQUES SANITAIRES ET SANTE (micro-organisme, émission COV, radioactivité, fibres…)

Risque cancérogène : il est lié à la fois à la présence de fibres et de formaldéhyde dans l'isolant. La laine de verre a été classée comme potentiellement cancérogène par pénétration et biopersistance dans les voies respiratoires (groupe 2B) par L'IARC (*Agence internationale de recherche sur le cancer*) et le CIRC (*Centre international de recherche sur le cancer*).
La directive européenne du 5 décembre 1997 relative à "la classification, à l'emballage et à l'étiquetage des fibres minérales" classe les fibres de laine d'isolant en catégorie 3 (effets cancérogènes possibles mais insuffisamment évalués) avec les phases de risque : R40 « possibilité d'effets irréversibles » et R38 « irritant pour la peau »

Aussi Jean-Pierre Oliva mentionne : « *Les fibres de laine de verre, même si elles sont trop grosses pour être respirées, sont irritantes pour la peau et les voies respiratoires supérieures (inflammations, trachéites, laryngites, etc.), particulièrement lors de la mise en ouvre.* »[1]

[1] *Jean-Pierre Oliva, « L'isolation écologique »*

Le *formaldéhyde*[2] est classé cancérogène probable pour l'homme (*Groupe 1*) par le CIRC. Les résines phénoliques, permettant de lier les fibres, dégagent du formaldéhyde, qui peut provoquer des crises d'asthme. La concentration en formaldéhyde est comprise entre 0,009 et 0,080 mg/m³ (seuil de 0,010 mg/m³ pour les personnes allergiques) et le dégagement est très important en cas d'incendie.
Il existe cependant des laines sans liant ; dont les fibres sont fixées mécaniquement, ou des liants sans formaldéhyde. Certains produits contiennent un inhibiteur de poussières (huile minérale) qui réduit les risques de manifestations allergiques.

[2] *Groupe 1 : Cancérogènes pour l'homme. (http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/crthgr01.php)*

Les efforts des fabricants ont permis de réduire la biopersistance des fibres dans les tissus corporels, mais le risque est toujours existant.
Le Gamme G³ du fabricant Isover dispose de fiches de déclaration environnementale et sanitaire (*FDES*) pour

ses produits : Gamme Monospace 35 et Gamme GR 32 roulé, sont aussi certifiées par l'EUCEB (*European Certification Board for Mineral Wool Products*).

Les FDES sont disponibles pour un grand nombre de produits du fabricant Isover.

Risque dermatologique : démangeaisons (pour les ouvriers ou les occupants), eczémas (pour les ouvriers)
Radioactivité : peu élevée. La radioactivité de la laine de verre augmente avec l'incorporation de silicate de sodium dans la laine (3 à 7%).

Risques pour les occupants : l'isolant situé derrière une contre-cloison ou un parement de plaques de plâtre présente très peu de risques pour l'occupant. Le risque est plus important lorsque l'isolant est placé en faux-plafond : des vibrations, des changements de pression, une humidité élevée peuvent permettre la mise en suspension de fibres dans l'air intérieur.
Micro-organismes : matériau perméable, facilitant la croissance microbienne.

ELEMENTS D'ACV (contexte local, recyclage)

D'après le point Info Énergie de l'ADIL 26 :
Bilan CO_2 : 75 kg éq. CO_2 / m³
Energie grise : 225 kWh/m³

Laine de verre :

densité (kg/m³)	énergie grise d'origine non renouvelable (kWh/m³)	impact environnemental / changement changement climatique (Kg eq CO2/m³)
18	210	26
35	420	53
60	720	90
100	1200	150

(Source : www.citemaison.fr/scripts/bibliotheque-materiaux.php)

La laine de verre est difficilement recyclable du fait de la présence de résines phénoplastes et nécessite une énergie grise de 150 à 250 kWh/ m³, pour la production.
Selon l'Agence Locale de l'Energie de l'agglomération lyonnaise, la durée de vie de la laine de verre est de 10 ans ; au bout de cette période, elle aurait déjà perdu la moitié de son épaisseur.

Isover dispose de deux sites de fabrication en France dont un à Orange (84) et un à Chalon-sur-Saône (71), ce qui limite les transports. Pour le transport, la laine de verre est comprimée jusqu'à 10 fois, ce qui permet le chargement de 200 m² d'isolant par palette (pour 200 mm d'épaisseur). A titre de comparaison, la laine de chanvre ne peut pas être comprimée pour le transport : la même surface d'isolant nécessite 13 palettes.
La laine de verre est découpée aux dimensions et à la forme nécessaires (par exemple pour former des rouleaux, des dalles minces, des panneaux) ou bien est personnalisée pour être ajoutée à d'autres produits. Les rognures et autres déchets de fabrication sont recyclés et réintroduits dans le processus de production.
Les pollutions principales : celles des unités de fabrication (CO_2) et du transport.

NUISANCES (emballage, déconstruction, déchets, types de déchets)

Dans la mesure du possible, il est conseillé d'enfermer les déchets de laines isolantes pour empêcher tout dégagement de fibres.
La laine de verre seule est un déchet inerte. Cependant, elle est souvent associée à d'autres matériaux (papier kraft, polypropylène, aluminium, etc.), les déchets produits sont alors classés comme Déchets Industriels Banals (*DIB*).

ENTRETIEN MAINTENANCE

Pas d'entretien, ni de maintenance pendant la durée de vie du produit.

CONCLUSION

La laine de verre présente de bonnes caractéristiques thermiques et acoustiques et constitue aujourd'hui un isolant au rapport qualité/prix très intéressant. Elle est composée à 90% de matières naturelles inertes mais sa fabrication nécessite une quantité d'énergie importante.
Le principal inconvénient de la laine de verre est son impact sur la santé : les émissions de fibres et de formaldéhyde peuvent être à l'origine de manifestations cutanées et respiratoires. Le risque cancérogène a été réduit grâce à un effort des fabricants mais le produit est toujours classé en catégorie 3 (effet cancérogène possible).
Par conséquent, il est recommandé de privilégier les laines de verre avec voile protecteur, ce qui permet à la fois de retenir les poussières et les fibres de verre et assure une meilleure stabilité du produit. Il est également primordial de respecter les conseils de mise en oeuvre.
Les risques pour les occupants restent limités dans la mesure où l'isolant n'est pas en contact avec l'air ambiant (cloisons, doublage plâtre...). Un doute subsiste concernant le risque dans le cas d'une pose en faux-plafond, mais n'a pas été réellement évalué à ce jour.
Par rapport à ces différents points, il semble préférable d'envisager l'utilisation d'isolants tels que les fibres de bois, ouate de cellulose, chanvre, coton ... qui existent pour la plupart avec le même conditionnement et la même mise en oeuvre que la laine de verre. A défaut, on prendra les précautions nécessaires, pour d'une part éviter tout contact au moment de la mise en oeuvre, et d'autre part s'assurer que la laine est suffisament confinée pour éviter la diffusion dans l'air ambiant.
Il est particulièrement important d'attirer l'attention des ouvriers sur les risques au moment de la déconstruction.

BIBLIOGRAPHIE

Internet :

www.isover.fr : site du fabricant ISOVER
www.ursa.fr/products_219.htm : site du fabricant URSA
www.knaufinsulation.fr/ : site du fabricant KNAUF INSULATION

http://pie.dromenet.org/infos_pratiques/eco-con/Guide_materiaux.pdf « Guide de matériaux »
http://fr.wikipedia.org/wiki/Laine_de_verre
http://fr.wikipedia.org/wiki/Ph%C3%A9nol_(groupe)

http://www.filmm.org/ : syndicat national des fabricants français de laines minérales

Livres :

Drs Suzanne et Pierre DEOUX, « Le guide de l'habitat sain » - Medieco Editions
Jean-Pierre OLIVA, « L'isolation écologique » - France 2001/2006
Maurizio CORRADO, « La maison écologique » - Editions de vecchi 2004