

Le concept d'isolation thermique est à la fois simple et complexe.

Retrouvez dans ce guide « Comprendre l'isolation », une explication des notions de base nécessaire à la compréhension de ce qu'est une bonne isolation.

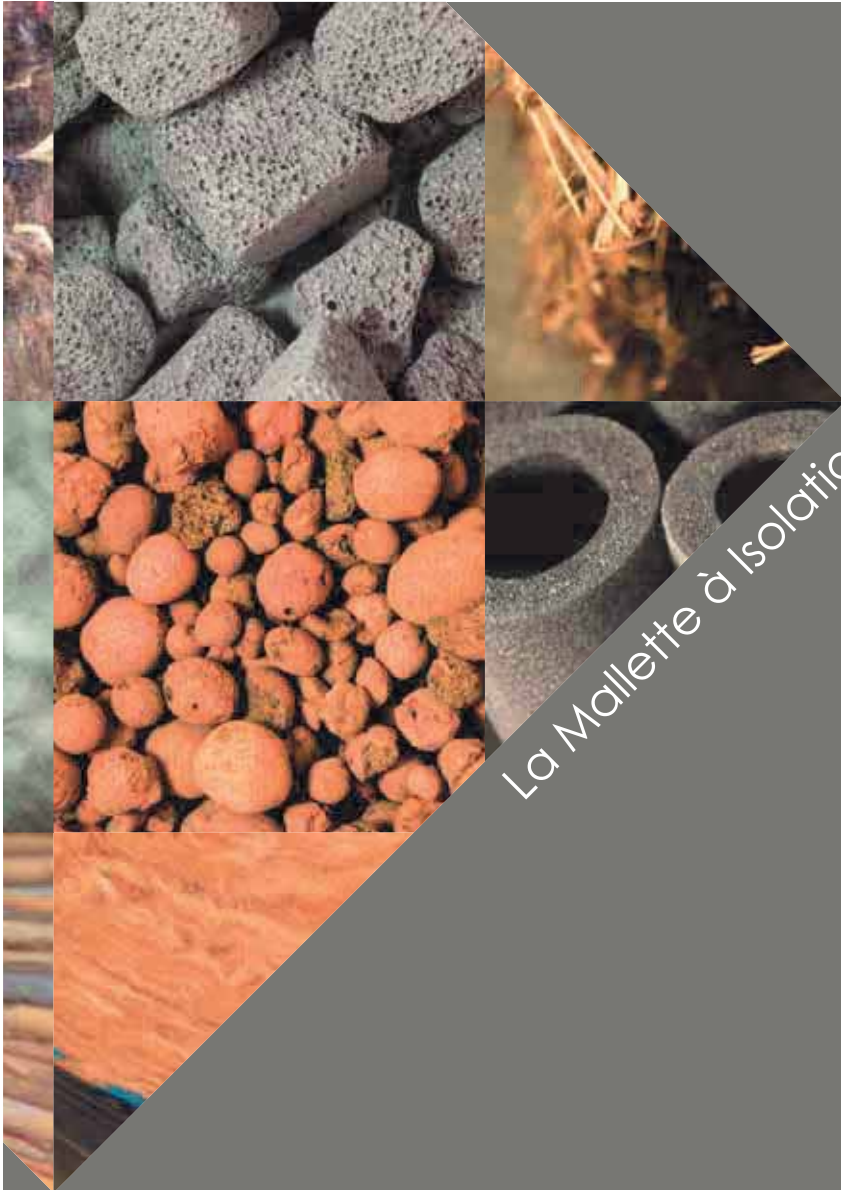
Cet ouvrage, publié dans le cadre du projet Interreg IVA RE-Emploi, a été réactualisé en 2020 par les partenaires du projet Interreg VA FAI-Re.



**Espace Environnement ASBL (BE) - Chef de file
Acteurs Pour une Economie solidaire (APES) (FR)
Agence de Développement et d'Urbanisme de la Sambre (ADUS) (FR)
Cluster Eco-construction ASBL (BE)
Fédération compagnonnique des Métiers du Bâtiment (FCMB) (FR)
Le Forem (BE)**

Avec le soutien du Fonds Européen de Développement Régional et de :

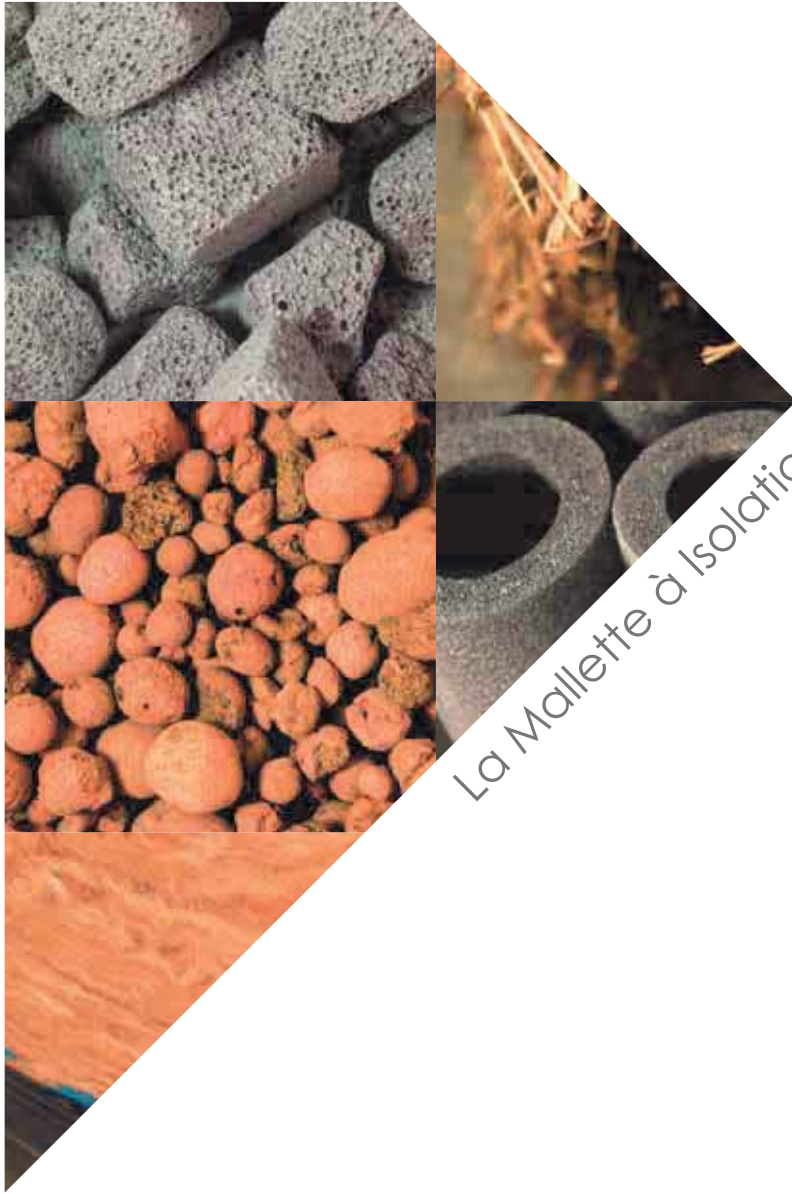




La Mallette à Isolation



COMPRENDRE L'ISOLATION THERMIQUE












La Mallette à Isolation



COMPRENDRE L'ISOLATION THERMIQUE

TABLE DES MATIÈRES

POURQUOI ISOLER ?	7
QUELQUES NOTIONS DE BASE POUR COMPRENDRE L'ISOLATION	9
A. TROIS NOTIONS INDISSOCIABLES	9
B. COMMENT FONCTIONNE UN ISOLANT ?	10
1. PRINCIPE	10
2. COMMENT MAINTENIR IMMOBILE L'AIR CONTENU DANS UN ISOLANT ?	10
3. COMMENT GARDER SEC L'AIR CONTENU DANS UN ISOLANT ?	11
C. TRANSFERTS DE VAPEUR D'EAU ET CONDENSATION	12
1. PRINCIPE	12
2. GESTION DE LA MIGRATION DE LA VAPEUR D'EAU	13
3. PARE-VAPEUR OU FREIN-VAPEUR ?	14
D. VENTILATION	15
E. AÉRATION	16
F. PONT THERMIQUE ?	16
QUELQUES NOTIONS POUR COMPRENDRE LES FICHES TECHNIQUES	17
A. DESCRIPTION D'UNE FICHE	17
B. CARACTÉRISTIQUES HYGROTHERMIQUES	18
1. PRINCIPE	18
2. EXPLICATION DES DIFFÉRENTES CARACTÉRISTIQUES HYGROTHERMIQUES	19
•  Coefficient de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau	19
•  Capacité hygroscopique	21
•  Comportement à l'eau	21
•  Masse volumique ou densité	22
•  Coefficient de conductivité thermique ou lambda	22
•  Résistance thermique	22
•  Chaleur spécifique ou capacité thermique massique	23
•  Déphasage thermique	24
•  Réaction au feu	25

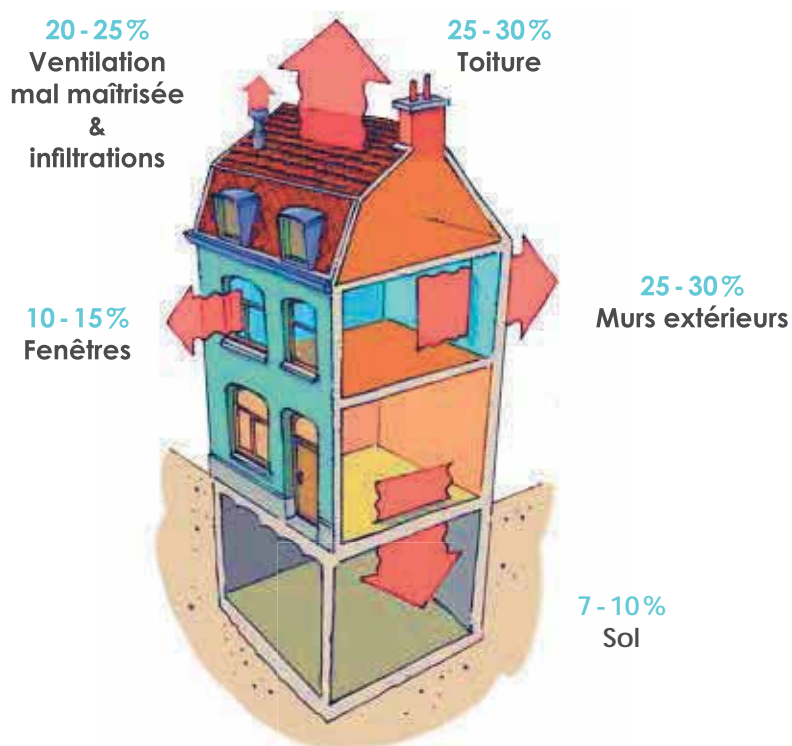
C. IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ	26
1. INTRODUCTION	26
2. EXPLICATION DES DIFFÉRENTS IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ	27
▶ Nature de la matière première	27
▶ Disponibilité de la matière première	28
▶ Origine géographique de la matière première	28
▶ Traitements en fin de vie	28
▶ Bilan Carbone (effet de serre)	29
▶ Énergie grise	31
▶ Impact sur la santé	31
▶ Durabilité, stabilité	34
D. MISE EN ŒUVRE	34
RÉFÉRENCES	36
LE PROJET FAI-RE	38
LES PARTENAIRES	40
REMERCIEMENTS	43

POURQUOI ISOLER ?

L'isolation thermique d'un bâtiment participe directement à notre sensation de confort.

En effet, isoler un bâtiment permet de maintenir un climat intérieur stable :

en nous protégeant des **variations de température** et des conditions climatiques extérieures, en maintenant une **humidité de l'air** relativement constante à l'intérieur du bâtiment¹.



Pertes de chaleur au sein d'une maison mitoyenne non isolée



Contrairement à ce que l'on pourrait croire, un mur ou une fenêtre ne rayonne pas du « froid », c'est notre corps qui perd sa chaleur en lui donnant ses calories, ce qui provoque un sentiment d'inconfort.

La sensation de confort ou d'inconfort que l'on peut ressentir dans un bâtiment est liée à la notion de **confort hygrothermique**².

Elle dépend de plusieurs facteurs³ :

la **température de l'air**,

la quantité d'humidité contenue dans l'air, ou autrement dit l'humidité relative (HR en %),

la **température de surface des parois**,

la vitesse de déplacement de l'air.

Exemple :

Une humidité relative trop importante (> 70 %) provoque une sensation d'inconfort, même si la température de l'air est de 20 °C.

Une paroi dont la température de surface est trop froide provoque une sensation d'inconfort car notre corps lui cède ses calories pour rétablir un équilibre thermique.

POUR TOUTES CES RAISONS, IL EST IMPORTANT D'ISOLER



Aujourd'hui, une grande palette d'isolants nous est proposée. Cependant, choisir un isolant n'est pas toujours simple.

Différents facteurs interviennent :

ses propriétés hygrothermiques (conductivité thermique λ , facteur de diffusion de la vapeur d'eau μ ...)

sa localisation dans le bâtiment (type de paroi, type de local, espace disponible...)

son impact sur la santé et l'environnement (énergie grise, ACV, COV...)

Pour vous y aider, nous avons mis au point ce guide et les fiches techniques sur les matériaux d'isolation thermique. Ils vous aideront à choisir parmi la grande diversité d'isolants suivant les caractéristiques de votre bâtiment.



QUELQUES NOTIONS DE BASE POUR COMPRENDRE L'ISOLATION

TROIS NOTIONS INDISSOCIABLES

Une bonne isolation doit être pensée de façon globale.

ISOLATION, ÉTANCHÉITÉ À L'AIR & VENTILATION!

Ces 3 notions sont indissociables.

On peut comparer ces trois notions aux trois pieds d'un tabouret. S'il en manque un, le projet est bancal.



L'**isolation** doit être continue, tout défaut ou toute insuffisance d'isolant crée un pont thermique (endroit par lequel la chaleur passe et donc se perd).

L'**étanchéité à l'air** sera également continue, toute fuite sera une perte de chaleur, un passage pour la vapeur d'eau ou le vent.



La **ventilation** est nécessaire, elle sera de préférence contrôlée afin de pouvoir gérer les pertes de chaleur.

COMMENT FONCTIONNE UN ISOLANT ?

Principe

Un isolant est efficace grâce à l'**air sec et immobile** qu'il renferme.

Exemple :



Si vous portez un pull en laine en hiver et qu'il y a du vent, l'air s'infiltré au travers des mailles et vous ressentirez une sensation de froid. Par contre, si vous mettez par-dessus votre pull un mince coupe-vent, celui-ci empêchera l'air de passer et vous aurez chaud.



Si votre pull est mouillé, il ne tiendra pas chaud, il en est de même pour l'isolant.

Comment maintenir immobile l'air contenu dans un isolant ?

Le principe est de **supprimer les circulations d'air**, même les plus petites, entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment.

Pour cela, il faut protéger les isolants non étanches à l'air (Ex. : laine de verre, matelas de cellulose...), en empêchant l'air de les traverser.

L'isolant doit donc être étanche à l'air sur toutes ses faces.



Étanchéité à l'air pour les faces de l'isolant en contact avec l'air intérieur chaud (Ex. : membrane frein-vapeur, plafonnage non fissuré...).

Protection au vent pour les faces de l'isolant en contact avec l'air extérieur et le vent (Ex. : membrane pare-pluie, enduit étanche à l'eau...).

Comment garder sec l'air contenu dans un isolant ?



Le principe est de veiller à ce que l'isolant ne soit jamais humide :

en empêchant l'eau extérieure (pluie, neige...) de pénétrer dans l'isolant

→ protection contre la pluie et l'eau (panneau de sous-toiture, membrane pare-pluie...),

en régulant (ou éventuellement empêchant) le passage de la vapeur d'eau intérieure

→ protection contre la vapeur d'eau (Ex. : membrane frein-vapeur, pare-vapeur, plafonnage non fissuré...),

en permettant à la vapeur d'eau intérieure ayant pénétré dans l'isolant de pouvoir s'échapper vers l'extérieur ou parfois à nouveau vers l'intérieur.

En résumé, pour respecter ces principes, **l'isolant doit être couplé à :**

1. une **bonne étanchéité à l'air intérieur** → placer un matériau ayant la fonction d'étanchéité à l'air et de frein-vapeur (pour limiter la migration de vapeur d'eau). Ce matériau est placé du côté chaud de l'isolant, vers le local chauffé ;

2. une **bonne protection contre le vent et la pluie extérieure** → placer un matériau ayant la fonction de pare-pluie et de pare-vent.

Ce matériau est placé du côté froid de l'isolant vers l'extérieur ou espace non chauffé ;

3. une **ventilation** efficace qui maintiendra un air intérieur de qualité.



TRANSFERTS DE VAPEUR D'EAU ET CONDENSATION

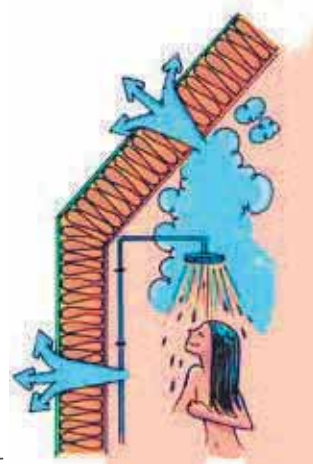
Principe

Les transferts de vapeur d'eau sont permanents dans l'habitat.



Une famille de 4 personnes dégage jusqu'à 10 l de vapeur d'eau par jour.

La simple occupation d'un lieu génère de la vapeur d'eau (respiration, transpiration, cuisine, douches, lessives...). La vapeur d'eau se condense naturellement sur les surfaces froides (miroir de la salle de bains, simples vitrages, ponts thermiques...).



La circulation de l'air se fait naturellement du plus chaud vers le plus froid. La nature cherche toujours l'équilibre. Il en va de même pour la chaleur et l'humidité dans le bâtiment : le flux de chaleur se fait toujours du chaud vers le froid ; le flux de vapeur d'eau se fait aussi toujours du plus humide vers le plus sec. En hiver, les flux de chaleur et de vapeur d'eau se font donc de l'intérieur (20 °C) vers l'extérieur (- 10 °C).

À une certaine température, la vapeur d'eau se condense, elle devient liquide, c'est ce qu'on appelle le point de rosée. Si cela arrive, il faut s'assurer que cette eau pourra s'évacuer avant d'endommager la paroi.

Quand on isole, on change l'équilibre hygrothermique des parois existantes. Par exemple, dans le cas de l'isolation d'un mur par l'intérieur, la maçonnerie existante ne sera plus « réchauffée » par l'air intérieur et il pourrait donc apparaître des problèmes de condensation et de gel.

Avant d'isoler, il peut être intéressant de faire réaliser une étude du comportement hygrothermique dynamique de la paroi.



Gestion de la migration de la vapeur d'eau

La vapeur d'eau accumulée dans un bâtiment a tendance à migrer vers les zones les plus froides, souvent de l'intérieur vers l'extérieur.

Cette gestion de la migration de la vapeur d'eau n'est efficace qu'en combinaison avec une ventilation performante.

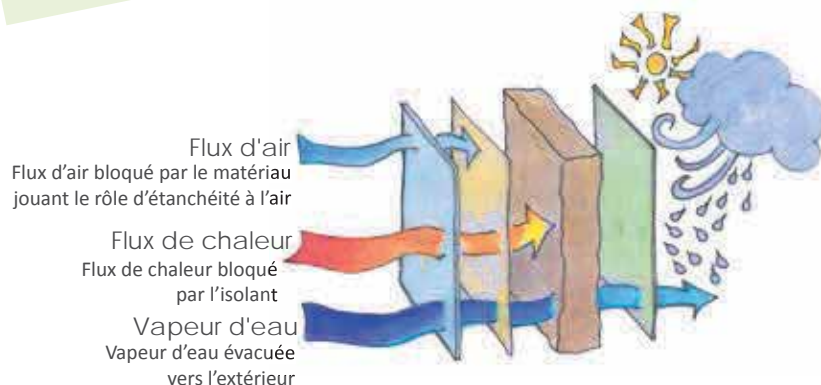
Plan d'attaque pour gérer la condensation :



Respirant ou perspirant ?

On dit souvent qu'un mur doit respirer. Il serait plus juste de dire qu'il doit être perspirant, c'est-à-dire qu'il laisse passer une partie de la vapeur d'eau mais pas l'air ni la chaleur.

1. Évacuer le trop-plein de vapeur d'eau dans l'air intérieur par une ventilation efficace.
2. Éviter les points froids en assurant une isolation continue.
3. Limiter l'entrée de vapeur d'eau au sein de la paroi par une étanchéité à l'air continue et adaptée (choix d'un frein ou d'un pare-vapeur).
4. S'il devait y avoir de la condensation dans la paroi, permettre à l'humidité de s'évacuer par la création d'une paroi perspirante (utilisation de matériaux hygroscopiques et capillaires⁴).



⁴ Il faut veiller à ce que les matériaux composant la paroi soient de plus en plus ouverts à la vapeur d'eau, de l'intérieur vers l'extérieur. Un rapport de 5:1 est conseillé. Autrement dit, le matériau situé le plus à l'intérieur du bâtiment doit être 5 fois plus fermé à la vapeur que celui situé sur la face extérieure de la paroi isolée (voir p. 19).

Pare-vapeur ou frein-vapeur ?

On parle de pare-vapeur et frein-vapeur pour définir des matériaux qui empêchent ou limitent la migration de la vapeur d'eau. Il peut s'agir d'une membrane spécifique mais également d'un plafonnage, d'une feuille de métal...

Le matériau à utiliser doit être choisi et adapté en fonction de l'isolant et des autres matériaux constituant la paroi mais également en fonction du climat intérieur du lieu à isoler (salon, chambre, salle de bain, piscine...). Les pare-vapeur et frein-vapeur peuvent être comparés entre eux grâce à la valeur S_d exprimée en mètres⁵.



Le **pare-vapeur** ne laisse passer **ni l'air, ni la vapeur d'eau**, comme un couvercle en verre sur une casserole d'eau en ébullition : il n'y a pas de vapeur d'eau qui s'échappe.

Il est adapté aux matériaux non hygroscopiques et/ou fermés à la migration de vapeur d'eau (laine de verre, polystyrène...). La pose doit être particulièrement bien soignée car si de la vapeur d'eau ou de l'eau s'infiltré dans la paroi, elle aura des difficultés à sortir ultérieurement.

→ Il s'agit généralement d'une membrane à S_d élevé (*ordre de grandeur : $S_d > 10 m$*).



Le **frein-vapeur** ne laisse pas passer **l'air et freine la migration de la vapeur d'eau** de façon homogène, comme une feuille de papier sur une casserole d'eau en ébullition. Plus on mettra de feuilles, moins la vapeur passera.



Certaines membranes frein-vapeur dites « intelligentes » ont la capacité de laisser passer la vapeur d'eau dans un sens comme dans l'autre en fonction de la température et de l'humidité relative de chaque côté de la paroi. Ce type de membrane permet aux isolants capables de stocker de la vapeur d'eau (Ex. : fibres naturelles) de sécher en rejetant l'humidité vers l'intérieur. La valeur S_d de ce frein-vapeur varie en fonction des conditions de climat.

⁵ Coefficient de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau (voir p. 19).



Il est adapté aux matériaux ouverts à la diffusion de la vapeur d'eau qui sont également hygroscopiques (laine de chanvre, laine de mouton, cellulose...).



Le pare-vapeur ou le frein-vapeur se placent toujours du côté chaud de l'isolant.

Le pare-vapeur ou le frein-vapeur doivent toujours être continus pour assurer l'étanchéité à l'air et la gestion de la vapeur d'eau.

→ Il peut s'agir d'une membrane à Sd faible, d'un panneau de type OSB ou d'un plafonnage non fissuré.

→ L'ordre de grandeur de sa valeur Sd est inférieur à 10 m.

VENTILATION

Pour garder une maison saine, il faut régulièrement remplacer l'air intérieur « pollué » (vapeur d'eau résultant de la respiration et des vapeurs de cuisson, CO, substances chimiques dégagées par les matériaux, les peintures...) par de l'air « frais » extérieur.

La **ventilation** est un système de renouvellement d'air **contrôlé**. Il existe un système naturel A et 3 systèmes mécaniques : B, C et D. Le système D avec récupération de chaleur est le plus efficace pour limiter les déperditions de chaleur car l'air sortant transmet ses calories à l'air entrant.

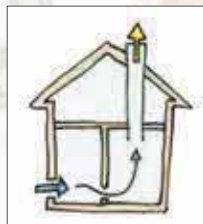
Pour des raisons sanitaires, la réglementation en vigueur impose le placement d'un système de ventilation qui permet le renouvellement de l'air et qui se base sur 3 principes fondamentaux :

Une certaine quantité d'air doit être renouvelée en fonction de la surface et du type de local.

Amenée d'air « frais » dans les locaux dits secs (salon, chambre, bureau...) et extraction de l'air vicié dans les locaux humides (salle de bains, buanderie, cuisine...).

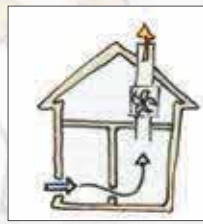


Il faut des orifices de transfert entre les deux types de locaux.



Système A

Amenée et évacuation naturelles



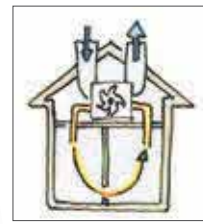
Système B

Amenée mécanique et évacuation naturelle



Système C

Amenée naturelle et évacuation mécanique



Système D

Amenée et évacuation mécaniques

AÉRATION

L'aération est un renouvellement d'air non contrôlé comme l'ouverture des fenêtres, les fuites. Ce système crée beaucoup de déperditions de chaleur en période hivernale.

PONT THERMIQUE

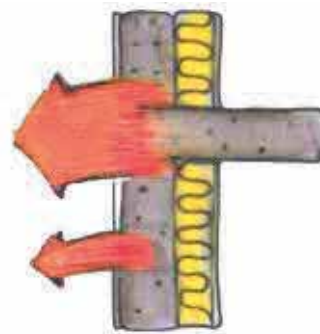
Un pont thermique est un défaut dû à l'insuffisance ou à l'absence d'isolation dans une partie de paroi. Une absence totale d'isolant, un isolant mal posé, une interruption locale d'isolant sont des exemples de pont thermique.

Un pont thermique constitue un vrai problème car il affaiblit la performance thermique de cette partie de la paroi.

Il peut aussi faire apparaître des problèmes d'humidité. En effet, le défaut d'isolation peut générer une zone froide sur laquelle se forme de la condensation et, à terme, de la moisissure, des problèmes structurels, des problèmes de santé...



Si vous ne disposez pas de ventilation, il est toutefois important d'aérer matin et soir. En ouvrant les fenêtres maximum 15 minutes, l'air de la pièce est renouvelé et les matériaux n'ont pas le temps de se refroidir.



Pont thermique


QUELQUES NOTIONS POUR COMPRENDRE LES FICHES TECHNIQUES

DESCRIPTION D'UNE FICHE

Sur chaque fiche technique vous trouverez :

1. Une description du produit et de sa fabrication.
2. Des précisions sur la mise en œuvre.
3. Les symboles « mise en œuvre » :



4. Le n° de la boîte avec l'isolant correspondant à la fiche 
5. Un tableau (vert) avec les impacts du matériau sur l'environnement et la santé.
6. Un tableau (orange) avec les caractéristiques hygrothermiques de l'isolant.



CARACTÉRISTIQUES HYGROTHERMIQUES

Principe

Les caractéristiques hygrothermiques sont les caractéristiques liées à la température et au taux d'humidité de l'air ambiant d'un local. Le confort hygrothermique est recherché car il est idéal pour la sensation de confort et la santé des habitants ainsi que pour la longévité des constructions.

Afin d'assurer un confort hygrothermique, il faut :

- une Humidité Relative (HR) comprise entre 40 et 70 %,
- une température « ± stable » en toute saison,
- une différence maximale entre la température de l'air intérieur et celle des parois de 3 °C.

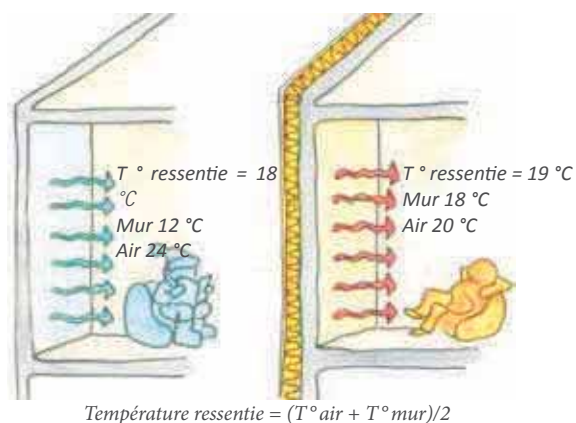
Ces précautions doivent permettre d'éviter :

en cas d'HR trop faible :

- le dessèchement des muqueuses,
- les eczémas,

en cas d'HR trop élevée :

- la sensation d'étouffement,
- la condensation sur les parois froides,
- la prolifération de moisissures et bactéries,
- la dégradation de l'enveloppe des bâtiments, de certaines structures et des isolants.



$$\text{Température ressentie} = (T^{\circ} \text{air} + T^{\circ} \text{mur}) / 2$$

Explication des différentes caractéristiques hygrothermiques

CARACTÉRISTIQUES HYGROTHERMIQUES	
Coefficient de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau (μ)	μ Très ouvert à ouvert $\mu = 1 \text{ à } 4$
Capacité hygroscopique (régulation de la vapeur d'eau)	Non hygroscopique*
Comportement à l'eau	Hydrophobe*, non capillaire*, imputrescible
Masse volumique (ρ)	ρ 120 à 255 kg /m ³
Conductivité thermique (λ)	λ 0.055 à 0.09 W /m.K
Chaleur spécifique (c)	c 1400 à 2000 J/kg.K
Épaisseur pour une résistance thermique de 5m ² .K/W (confort d'hiver)	R_s 28 cm <small>Épaisseur d'isolant et déphasage thermique sur base de : $\rho = 255 \text{ kg/m}^3 - \lambda = 0.56 \text{ W/mK}$ et $c = 1412 \text{ J/kg.K}$</small>
Déphasage thermique (confort d'été)	16h20 min (pour un isolant de 28 cm)
Réaction au feu (Euro classe)	E

*si roseau placé avec la fibre horizontale

μ Coefficient de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau (μ)

Le coefficient de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau est caractérisé par la valeur MU (μ).

Il nous fournit une information sur la capacité d'un matériau (isolant ou autre) à s'opposer à la migration de la vapeur d'eau.

μ faible (∇) = Isolant perspirant (ouvert à la diffusion de la vapeur d'eau) 😊
 S_d faible (∇) = Isolant perspirant (ouvert à la diffusion de la vapeur d'eau) 😊

Plus le μ est petit, plus le matériau est « ouvert » à la diffusion de la vapeur d'eau, on dit également qu'il est perspirant.

Pour comparer différents matériaux entre eux, on utilise également la valeur « Sd » qui tient compte de l'épaisseur du matériau (exprimée en mètres) :

$$S_d = \mu \times \text{épaisseur (m)}$$

La valeur Sd d'un matériau représente sa résistance à la diffusion de la vapeur d'eau.

Pour être précis, la valeur Sd d'une couche de matériau correspond à l'épaisseur en mètres de la couche d'air stationnaire qui exercerait la même résistance à la diffusion de vapeur que la couche de matériau.

Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau - Quelques valeurs de références

Matériau	μ	Épaisseur (m)	Sd (m)
Feuille d'aluminium	30 000 000	0,00005	1500
Carrelage	1000 à 10 000	0,015	15 à 150
OSB	170 à 280	0,012	2,04 à 3,36
Parquet sapin non vernis	20 à 50	0,027	0,54 à 1,35
Enduit « classique » sable-ciment	25 à 85	0,02	0,50 à 1,70
Enduit « classique » sable-chaux	6 à 20	0,02	0,12 à 0,40
Enduit terre	4 à 10	0,02	0,08 à 0,20
Plâtre	6 à 10	0,02	0,12 à 0,20
Laine de bois semi-rigide	1 à 2	0,2	0,2 à 0,4
Laine de verre	1	0,2	0,2
Liège expansé	5 à 30	0,2	1 à 6
Polystyrène expansé (EPS)	20 à 100	0,2	4 à 20
Polyuréthane (PUR)	30 à 200	0,2	6 à 40
Membrane pare-vapeur usuelle			> 10
Membrane frein-vapeur usuelle			< 10
Membrane pare-pluie usuelle			< 0,20



Rappel :

Pour qu'une paroi soit perspirante, il faut veiller à ce que les matériaux composant la paroi soient de plus en plus ouverts à la vapeur d'eau, de l'intérieur vers l'extérieur. Un rapport de 5-1 est conseillé.

Autrement dit, le matériau situé le plus à l'intérieur du bâtiment doit être 5 fois plus fermé à la vapeur que celui situé sur la face extérieure de la paroi isolée.

Capacité hygroscopique

La capacité hygroscopique est la faculté d'un matériau à absorber la vapeur d'eau.

La présence de matériaux hygroscopiques permet de réguler une partie de l'humidité de l'air, le reste étant géré par la ventilation. Ces matériaux peuvent absorber ou restituer de la vapeur d'eau en fonction de leur différence d'humidité avec l'air de la pièce.

Exemples :

si l'air est très humide et que le matériau ne l'est pas, il pourra absorber beaucoup de vapeur d'eau.

si l'air est très sec et le matériau très humide, le matériau pourra restituer de la vapeur d'eau dans l'air.

Les matériaux hygroscopiques ont également la capacité de faire migrer de la vapeur d'eau vers l'extérieur du bâtiment si la paroi est perspirante et capillaire.

Comportement à l'eau

Hydrophobe ou hydrophile :

La molécule d'eau fonctionne comme un aimant. Les matériaux hydrophiles (laine de bois, cellulose, argile, plâtre...) attirent l'eau et les matériaux hydrophobes la repoussent (silicone, huile, certains plastiques, laine minérale, liège...)

Capillaire ou non capillaire :

La capillarité est un phénomène physique naturel que l'on peut observer lorsque l'on trempe un sucre dans son café.

Les matériaux capillaires sont des matériaux qui, en contact avec l'eau, ont tendance à aspirer celle-ci. Plus les canaux sont fins, plus la succion est forte.

 À l'exception du liège, la plupart des matériaux à base végétale et animale sont hygroscopiques. Ces matériaux peuvent absorber environ une certaine quantité d'humidité sans perdre leur pouvoir isolant.

Le comportement capillaire des matériaux peut permettre d'éviter des problèmes résultant d'une condensation de la vapeur d'eau dans ceux-ci. En effet, l'eau condensée peut, grâce au phénomène de capillarité, migrer vers la surface extérieure des matériaux et s'évaporer une fois en contact avec l'air.

Putrescible ou imputrescible :

Un matériau est putrescible s'il peut pourrir.



En contact direct avec le sol, il est important d'utiliser un matériau imputrescible et non capillaire.

ρ Masse volumique ou densité ρ (kg /m³)

La masse volumique exprime la masse d'un matériau par unité de volume (m³).

λ Coefficient de conductivité thermique ou lambda λ (W/m.K)

Le lambda désigne le coefficient de conductivité thermique du matériau, c'est-à-dire la capacité du matériau à conduire la chaleur.

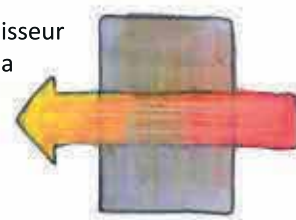
λ faible (\searrow) = Isolant performant 😊

Pour une meilleure isolation, il est préférable d'opter pour un matériau qui conduit peu la chaleur, ce qui correspond à un lambda le plus faible possible.

R_s Résistance thermique R (m².K/W)

La résistance thermique est liée au lambda **λ** et à l'épaisseur du matériau exprimée en mètres, on la représente par la lettre R.

Elle exprime la capacité de la couche du matériau à résister au passage de la chaleur.



Formules :

$$R = \frac{e(m)}{\lambda}$$

ou

$$e(m) = R \times \lambda$$

Avec :

R : résistance thermique ($m^2.K/W$)

e : épaisseur d'isolant en mètres

λ : conductivité thermique ($W/m^2.K$)

Pour obtenir un R performant, il conviendra d'adapter l'épaisseur de l'isolant en fonction de son lambda.

Dans les fiches techniques, nous avons chaque fois calculé l'épaisseur d'isolant nécessaire pour atteindre une résistance thermique de $5m^2.K/W$ **R₅**

R élevé (\nearrow) = Isolant performant 😊

Quelques valeurs de références

	R₅	λ
Isolant	19 cm	0,038
Bois	90 cm	0,18
Brique	300 cm	0,6
Bloc béton	350 cm	0,7

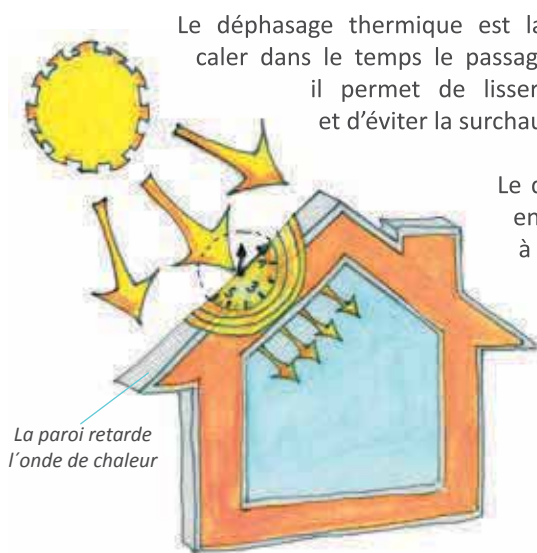
C Chaleur spécifique ou capacité thermique massique c (j/kg.K)

La chaleur spécifique correspond à la capacité d'un matériau à accumuler la chaleur.

c élevé (\nearrow) = Isolant capable de stocker beaucoup de chaleur 😊

Cette valeur est utilisée dans le calcul du déphasage thermique.

✓ Déphasage thermique (h) :



Le déphasage thermique est la propriété du matériau de décaler dans le temps le passage de la chaleur. Par conséquent, il permet de lisser les variations de température et d'éviter la surchauffe.

Le déphasage thermique est exprimé en heures, est lié à l'épaisseur (e), à la densité (ρ), au lambda (λ) et à la capacité thermique du matériau (c).

Formule :


$$\eta = 0.023 \times e \times \sqrt{\rho \times c / \lambda}$$

Avec :

- e** : épaisseur d'isolant (m)
- ρ** : masse volumique (kg/m^3)
- c** : chaleur spécifique ($\text{J}/\text{kg}\cdot\text{K}$)
- λ** : conductivité thermique ($\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$)











Pour garantir le confort d'été (éviter les surchauffes), on essaiera d'utiliser un matériau possédant une faible diffusivité ($\lambda/\rho \cdot c$), pour que l'échange d'énergie thermique entre le climat extérieur et le climat intérieur se fasse le plus lentement possible.

Par exemple, une paroi ayant un déphasage thermique de 10 h signifie que la chaleur des rayons du soleil de midi aura traversé la paroi à 22 h, heure à laquelle le flux de chaleur sera inversé (température intérieure plus basse que température extérieure).

 La diffusivité thermique définit la vitesse de déplacement de la chaleur dans un matériau. Plus la diffusivité thermique est élevée, plus la température du matériau évoluera rapidement.

Dans les fiches techniques, la « valeur indicative » du déphasage est calculée par rapport à l'épaisseur nécessaire pour obtenir une Résistance thermique équivalente à $5\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$, R_{5} soit la ligne juste au-dessus dans le même tableau.

Tableau récapitulatif

μ 	↘		Isolant ouvert à la diffusion de la vapeur d'eau
Sd	↘		Isolant ouvert à la diffusion de la vapeur d'eau
λ 	↘		Isolant performant (confort hiver)
R	↗		Isolant performant (confort hiver)
C 	↗		Isolant capable de stocker beaucoup de chaleur (confort été)
déphasage thermique 	↗		Isolant capable de retarder un maximum de surchauffe (confort été)

Réaction au feu

Tous les matériaux isolants soumis au feu dégagent des fumées et donc des gaz toxiques. Ces émissions nocives sont très variables d'un matériau à l'autre.

Le comportement au feu des isolants n'est pas le seul déterminant lors du choix des matières car il faut également prendre en compte la structure multicouche du bâtiment (blocs lourds plafonnés, plaques de carton plâtre ou fibrociment) qui protège l'isolant.

L'indicateur de classe au feu, mentionné au bas du tableau orange sur les fiches, est tiré de la classification européenne Euroclasse :

Catégories :

A1, A2, B : produits pas ou peu combustibles

C, D, E : produits combustibles

F : produits non classés ou ayant échoué aux tests les moins sévères

Deux autres critères sont également évalués :

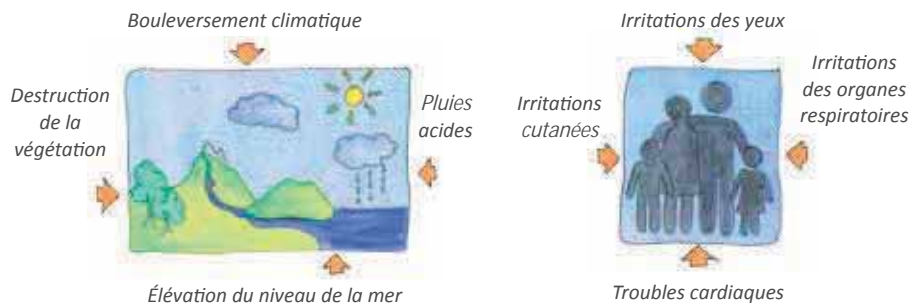
L'opacité des fumées et leur vitesse de dégagement (de s1 à s3).

La quantité de gouttelettes et débris enflammés (d0 à d2).

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

Introduction

Construire ou rénover un bâtiment sans réfléchir peut entraîner des conséquences néfastes pour l'environnement, notre santé et celle des générations futures. Il est important de connaître les caractéristiques des matériaux afin de pouvoir faire des choix conscients.



Impact des particules volatiles (COV) sur l'environnement et la santé

Explication des différents impacts sur l'environnement et la santé

IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTE	
Matière première principale	Papier + agents ignifuges et substances anti-moisissure (borate, phosphate d'ammonium, sulfate de magnésium...)
Nature de la matière première	😊 Végétale, naturelle renouvelable ou issue du recyclage
Disponibilité de la matière première	😊 Présente en quantité importante
Origine géographique de la matière première	🇪🇺 Europe
Traitement en fin de vie	😊 Incinération 50% (valorisation énergétique) 50% recyclable
Bilan CO ₂ Carbone (effet de serre)	😊 -10.01 kg CO ₂ eq (puit carbone)
Énergie grise	😊 21 kWh
Impact sur la santé pour les applicateurs	😞 Émission de poussières et fibres, exposition possible au bore ou ammoniac en fonction des marques Équipement : lunettes de protection et masque pour les voies respiratoires
Impact sur la santé pour les habitants	😊 Non nocif

Bilan Uf avec :
 $\rho = 55 \text{ kg/m}^3$ et
 $\lambda = 0.04 \text{ W/mK}$

► Nature de la matière première

Matières organiques d'origine végétale ou animale 

Les matières organiques d'origine végétale ou animale sont des matières produites dans la nature par des êtres vivants. Elles sont produites de manière continue, s'inscrivent dans un cycle de production court et sont généralement biodégradables.

Matières minérales 

À la différence des matières organiques et à de rares exceptions⁴, les matières minérales ne sont ni biodégradables ni produites par des êtres vivants.

En revanche, dans le milieu naturel, on les trouve telles quelles sous forme de roches, minéraux...

Matières organiques synthétiques d'origine pétrochimique 

Les matières organiques synthétiques d'origine pétrochimique sont des composés organiques de synthèse qu'on ne trouve pas dans la nature. Elles ne sont pas biodégradables et sont fabriquées par l'homme à partir de matières organiques fossiles – principalement du pétrole – qui ont mis des millions d'années à se former. Le cycle de production de la ressource est donc extrêmement long.

Matières recyclées 

Les matières recyclées sont issues de produits ayant déjà subi un cycle de vie complet, que l'on réintroduit comme matière première dans un nouveau cycle de production.

Renouvelables – non renouvelables

Les matières renouvelables, au contraire des non renouvelables, sont des matières qui peuvent être recrées dans un délai assez court. Le temps de renouvellement correspond au temps nécessaire à la fabrication de la matière première entre chaque récolte.

Ainsi, un arbre, utilisé pour la fabrication d'isolants en fibres de bois, pousse en 20 à 30 ans. Le chanvre et le lin se récoltent annuellement. À l'opposé, le pétrole n'a, lui, aucune possibilité de se reconstituer, sinon sur plusieurs millions d'années !

► Disponibilité de la matière première

La disponibilité de la matière première indique en quelle quantité cette ressource⁵ est disponible dans la nature. Elle permet de déterminer si l'utilisation régulière de cette ressource est problématique ou non pour son renouvellement.

► Origine géographique de la matière première

Selon le lieu de production ou d'extraction et le type de transport utilisé, les matières premières dominantes auront un impact particulier sur l'environnement.

► Traitements en fin de vie

Biodégradable : peut se décomposer sous l'action d'organismes vivants.

Réutilisable : peut être réutilisé dans les mêmes conditions sans traitement.

Recyclable dans le même cycle de production : peut être réintroduit comme matière première dans le cycle de fabrication du même produit.

Recyclable par downcycling : peut être réintroduit comme matière première dans un nouveau cycle de production qui permet de créer un nouveau produit ou matériau de qualité ou de valeur moindre.

Incinération : réduction en cendres des déchets par l'action du feu. Cette technique permet, en général, de récupérer de l'énergie mais elle émet également de grandes quantités de gaz et de composés—métaux lourds, dioxines... L'incinération ne fait que diminuer le volume des déchets mais elle n'influence pas leur toxicité globale.

Mise à la décharge : stockage de déchets sur un site dédié sans aucun traitement. Risque de dégradation du milieu naturel. Solution la moins durable, on ne fait que dissimuler les déchets.

Les traitements en fin de vie mentionnés dans les fiches sont les traitements actuels en Belgique selon la thèse de Sophie Trachte⁶.

► Bilan Carbone (effet de serre)

Le Bilan Carbone est le bilan de production et de stockage de gaz à effet de serre du matériau. Il se calcule en faisant l'analyse du cycle de vie (ACV) du matériau.

Certaines matières, comme les végétaux, stockent le gaz à effet de serre, on les appelle des « **puits carbone** ».

En effet, lors de leur croissance, les végétaux captent le CO₂ et le transforment en oxygène. Quand ces derniers sont coupés et utilisés comme matériaux de construction, le carbone reste emprisonné dans la matière tant que le matériau n'est pas brûlé ni composté.

Ces matériaux sont considérés comme des « puits carbone » en comparaison à ceux qui produisent et rejettent du CO₂.

Les matériaux « puits carbone » ont une valeur négative pour leur Bilan Carbone (ex. : Bilan Carbone de la paille = - 87kgCO₂/eq.).



Gaz à effet de serre

Notre planète est entourée d'une couche de gaz qui permet à la terre de maintenir une température viable, ce sont les gaz à effet de serre. Sans cette couche, il ferait en moyenne -18 °C sur terre au lieu des 15 °C actuels.

Cependant, trop de gaz à effet de serre provoquent une hausse de la température. C'est ce que l'on dénomme le réchauffement climatique. Plus d'une quarantaine de gaz ont été recensés dont le CO_2 , le N_2O , le HFC...

Cycle de vie

Le cycle de vie d'un matériau est constitué de l'ensemble des étapes qui le concernent, allant de l'extraction et l'emploi des ressources naturelles, la fabrication, le transport et la mise en œuvre sur le chantier jusqu'à l'élimination en fin de vie.



ACV : Analyse du cycle de vie

Une Analyse du Cycle de Vie (ACV) est un indicateur environnemental lié au cycle de vie d'un matériau, il tient compte de :

- la contribution à l'effet de serre « bilan Carbone »,
- la consommation d'énergie (énergie grise),
- l'épuisement des ressources naturelles,
- l'atteinte à la biodiversité,
- la toxicité pour la santé humaine,
- la consommation d'eau,
- la production de déchets.

► Énergie grise

L'énergie grise est l'énergie qu'il faut dépenser pour extraire les matières premières, fabriquer, distribuer le produit et enfin éliminer ou recycler le produit en fin de vie. Elle se calcule en faisant l'ACV du matériau.

Dans cette étude, nous avons analysé les deux premiers points de l'ACV, soit le Bilan Carbone et la consommation d'énergie. Les données sont issues du livre « Isolation thermique écologique », elles-mêmes issues de la base autrichienne Baubook.

Bilan UF avec :
 $\rho = 40 \text{ kg/m}^3$ et
 $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$

Afin de pouvoir réellement exploiter les données concernant les ACV, il est nécessaire de choisir une unité fonctionnelle (UF) qui fasse référence à un service rendu, dans ce cas-ci, le pouvoir isolant.

L'unité fonctionnelle (UF) utilisée pour un isolant est le « m^2 pour une résistance thermique donnée ». Dans l'ensemble de la mallette pédagogique, la résistance thermique considérée est : $R = 5 \text{ m}^2\text{K/W}$.

► Impact sur la santé

Certains matériaux peuvent être nuisibles à la santé.



La dégradation de la qualité de l'air intérieur est notamment la conséquence de la présence de substances nocives telles que :

les composés organiques volatils (comme les formaldéhydes),
les particules fines, les fibres, les poussières,
les substances cancérigènes,
...

Dans les fiches techniques, nous différencions l'impact sur la santé lors de la mise en œuvre (pour l'applicateur), de l'impact sur la santé lors de la « vie en œuvre » (utilisation du bâtiment par l'habitant), l'impact sur la santé en cas d'incendie faisant partie de ce dernier point.



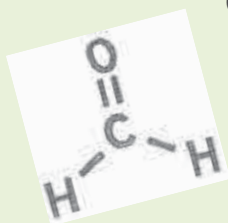
COV (composé organique volatil)

Les composés organiques volatils sont invisibles. Ils sont émis par certains matériaux et peuvent être à la source de divers problèmes de santé comme :

- irritation du nez, de la gorge, des yeux...
- eczéma, allergies, asthme,
- trouble de l'équilibre, de l'appareil digestif, de la fertilité,
- cancers,
- ...

La liste actuelle des COV est constituée de 14 composés.

Le COV le plus connu et le plus répandu dans les bâtiments est le Formaldéhyde.



C'est un gaz incolore et inodore qui sert de solvant et/ou de colle. Il peut être présent dans les panneaux dérivés du bois, les mousses isolantes, certaines laines de verre et de roche, certaines peintures, vitrificateurs, cosmétiques, tissus d'ameublement, tapis...

Étiquette A+

Depuis janvier 2013, le marquage « émission dans l'air intérieur » est obligatoire sur l'emballage de tous les isolants vendus sur le marché français.

Il s'agit d'un marquage comprenant un pictogramme accompagné d'une lettre en grand format. Cette lettre indique le niveau d'émission du produit en polluants volatils (COV) dans l'air intérieur d'une pièce.

La notation s'étend de « A+ », le produit émet très peu ou pas du tout, à « C », le produit émet beaucoup.



Impact des fibres sur la santé

Le marché de l'isolation propose de nombreux isolants fibreux.

Une fibre désigne une particule allongée dont la longueur est au moins trois fois supérieure au diamètre.

Les fibres longues et fines sont particulièrement dangereuses. Elles pénètrent dans l'organisme via les voies respiratoires et sont difficiles à éliminer.

→ fibres dangereuses = diamètre inférieur à $3\ \mu\text{m}$

Dans le cas de matériaux isolants, le problème des fibres est surtout présent lors de la mise en œuvre et de la démolition car les applicateurs sont en contact direct avec celles-ci.

Les conséquences des fibres sur la santé peuvent aller d'une simple irritation de la peau et des muqueuses à des réactions inflammatoires au niveau des bronches et des alvéoles pulmonaires, voire jusqu'au cancer du poumon à plus long terme (exemple de l'amiante).

L'utilisation d'Équipements de Protection Individuelle adaptée (EPI) est conseillée et parfois obligatoire en fonction des fibres (équipements nécessaires mentionnés sur les fiches de sécurité de chaque produit).

- Les fibres minérales, de type laine de verre et laine de roche, sont assez fines (diamètre compris entre 2 et $8\ \mu\text{m}$), ce qui les rend potentiellement dangereuses.
- Les fibres organiques naturelles – comme le coton, le lin, le chanvre et la laine de mouton – ont, en général, des dimensions trop importantes pour être inhalées et pénétrer jusqu'aux poumons. Elles peuvent cependant être irritantes et, pour certaines, être la cause d'allergies.
- Les fibres de cellulose sont beaucoup plus petites et pourraient présenter un danger. Il est essentiel de limiter au maximum leur propagation dans l'air.

► Durabilité, stabilité

La durabilité d'un matériau correspond à sa longévité, sa tenue dans le temps.

→ L'isolant va-t-il se dégrader ou pas ?

La stabilité d'un matériau correspond à sa stabilité dimensionnelle qui est liée à la résistance mécanique du matériau.

→ L'isolant va-t-il se déformer ou pas ?

MISE EN ŒUVRE



Une bonne mise en œuvre des matériaux isolants commence par un choix d'isolant adéquat en fonction de l'application (le bon matériau au bon endroit).

Dans chaque fiche technique, vous trouverez des exemples d'applications spécifiques en fonction de l'isolant.

Les symboles « mise en œuvre » vous permettront de cerner rapidement si l'isolant est adapté à la situation.

L'utilisation des matériaux isolants nécessite quelques précautions d'usage et de mise en œuvre.

Il conviendra de prévoir les Equipements de Protection Individuels (EPI) et collectifs adaptés. Les fiches de sécurité et les fiches techniques rédigées par les fabricants sont la référence en la matière et les applicateurs doivent en tenir compte.

Il est préférable de les consulter AVANT le chantier et ne pas attendre de constater un problème pour se les procurer et les lire !

Nous pouvons citer néanmoins quelques mesures de protections générales à prendre :

- lunettes de protection pour les yeux,
- masques pour les voies respiratoires,
- combinaison ajustée,
- gants,
- découpe au couteau plutôt qu'à la scie,
- aspiration lors des découpes,
- aspirateur en fin de chantier,
- ...

L'isolation concerne beaucoup de secteurs de la construction.

Maçon, électricien, plombier..., tous les applicateurs devraient comprendre et maîtriser les notions de base de l'étanchéité à l'air, de l'isolation, de la ventilation et des phénomènes de condensation.

Sur un chantier, le passage d'un corps de métier à l'autre doit se faire dans l'esprit d'une étanchéité à l'air et d'une isolation continue. Il est donc essentiel de connaître ce que les uns et les autres réalisent tout au long de l'acte de construire et rénover.



RÉFÉRENCES

Liste des sources consultées

Ouvrages

Guide de choix Isolation, CD2E, 2008, Nord-Pas de Calais, France.

Isolation thermique - Choisir des matériaux sains et écologiques, Bruxelles Environnement, IBGE, 2010.

L'Isolation thermique écologique, Jean-Pierre Oliva et Samuel Courgey, nouvelle Éd. 2010, Terre Vivante, Mens, France.

Isolation thermique par l'intérieur des murs existants en briques pleines, Architecture et climat – UCL, 2010, SPW.

L'isolation thermique et le chauffage, Gérard Calvat, 2009, GR Presse, Grèce
L'isolation thermique des toitures, Guide pratique pour les architectes, Jean-Marie Hauglustaine, Francy Simon, 2018, SPW.

La Construction écologique, Jean-Claude Mengoni, 2011, Éd. Terre Vivante, Mens France.

Le Grand livre de l'Isolation, Thierry Gallauziaux et David Fedullo, 3^e Éd. 2011, Eyrolles.

Matériau, matière d'architecture soutenable - Choix responsable des matériaux de construction, pour une conception globale de l'architecture soutenable, Sophie Trachte, 2012, Thèses de la Faculté d'architecture, d'ingénierie architecturale, d'urbanisme, Presses universitaires de Louvain.

Matériauthèque Greenov, projet européen Interreg IVB.

Panorama des principaux matériaux d'isolation, Annexe, Samuel Courgey, 2012, Créabois, Arcane, France.

Rénover pour consommer moins d'énergie, Espace Environnement, 2013, SPW édition.

Soutien technique dans le cadre de la surprime isolants naturels, Architecture et Climat - UCL, 2011, SPW. **Une isolation plus saine, conseils et fiches matériaux**, Point information énergie, Valence Cedex, France.

SITES

www.energieplus-lesite.be

www.developpement-durable.gouv.fr/Chapitre-I-Mode-d-emploi-de-l.html

Malgré tout le soin apporté à ce document, des données peuvent toutefois avoir déjà évolué avant son édition.

Les informations récoltées se trouvant dans le présent document sont fournies à titre indicatif. Nous déclinons toute responsabilité quant à l'exactitude de celles-ci.

Il conviendra toujours de se prémunir des risques en consultant le fabricant du matériau ainsi que les fiches techniques, de sécurité/santé et les agréments techniques dont il a l'entière responsabilité.



Cet ouvrage, publié dans le cadre du projet Interreg IVA RE-Emploi, a été réactualisé en 2020 par les partenaires du projet Interreg VA FAI-Re.

LE PROJET INTERREG VA FAI-Re



Allons au-delà de l'approche énergétique !

FAI-Re se veut un projet :

- Actuel : travaillant sur une thématique au cœur des enjeux environnementaux et économiques d'aujourd'hui.
- Ambitieux : réalisant plus de 80 formations, 20 outils et publications.
- Fédérateur : associant différents maillons de la filière rénovation efficiente.
- Innovant : faisant se rencontrer et travailler ensemble des métiers qui ne se « croisent pas » habituellement, afin d'induire de la transversalité (entre corps de métier et entre les différents niveaux d'intervention et s'appuyant sur la complémentarité des savoirs et des compétences de part et d'autre de la frontière.

Le projet FAI-Re participe activement à la volonté européenne de mise en place d'une croissance intelligente, durable et inclusive ainsi qu'aux stratégies régionales de développement passant par l'innovation et la formation.

En effet, la filière de la rénovation du bâti est un élément essentiel de la politique de transition énergétique et se trouve au croisement de nombreux enjeux : réduction des émissions de GES, lutte contre la précarité énergétique, formation et montée en compétence des acteurs, valorisation du patrimoine bâti...

Pour développer ce secteur sur notre territoire transfrontalier et viser l'efficacité en rénovation, il faut :

1. disposer de travailleurs formés, efficaces, capables de mettre en œuvre les techniques et matériaux innovants ; et pouvant répondre aux nouvelles normes et à la demande grandissante en matière de solutions plus environnementales ;
2. améliorer le lien et la transversalité entre les différents métiers, de la conception à la gestion du bâtiment en passant par la mise en œuvre. Enjeu d'autant plus important que notre tissu entrepreneurial est majoritairement constitué d'artisans/TPE ;
3. stimuler la demande dans un secteur niche de développement pour les artisans et TPE.

Suivez-nous sur www.fai-re.eu et www.facebook.com/interregVFAIRe/

Avec le soutien du Fonds Européen de Développement Régional



LES PARTENAIRES



Espace Environnement

ESPACE ENVIRONNEMENT ASBL (BE)

Espace Environnement, association sans but lucratif, localisée à Charleroi (BE), est, depuis 1972, un organisme pluraliste et indépendant au service de l'intérêt général. L'association est partenaire des pouvoirs publics, des citoyens et des acteurs du territoire.

Espace Environnement met à disposition une équipe interdisciplinaire de 35 travailleurs, dont 25 responsables de projets expérimentés en environnement, urbanisme, aménagement du territoire, patrimoine, santé dans l'habitat, alimentation durable, éco-exemplarité des pouvoirs publics, habitat durable, mobilité, trame verte et bleue, jardins partagés, propreté publique, économie circulaire, transition écologique, et Zéro Déchet.

rue de Montigny 29
BE-6000 Charleroi (Belgique)
+32 (0)71 30 03 00
www.espace-environnement.be



ACTEURS POUR UNE
ÉCONOMIE SOLIDAIRE
HAUTE-NORMANDIE

ACTEURS POUR UNE ÉCONOMIE SOLIDAIRE (FR)

L'APES rassemble les acteurs de l'économie solidaire qui souhaitent entreprendre autrement en replaçant l'Homme au cœur de l'économie et qui se reconnaissent dans des valeurs et des pratiques solidaires.

Ses objectifs prioritaires sont :

1. Promouvoir l'Économie solidaire.
2. Appuyer les initiatives sur les territoires.
3. Investir la recherche et développement à travers l'expérimentation.

Maison de l'Économie Sociale et Solidaire
Boulevard Paul Painlevé 235
FR-59000 Lille
+33 (0)3 20 30 98 25
www.apes-hdf.org



AGENCE DE DEVELOPPEMENT ET
D'URBANISME DE LA SAMBRE
www.adus.fr

AGENCE DE DÉVELOPPEMENT ET D'URBANISME DE LA SAMBRE (FR)

L'ADUS est une structure associative faisant partie de la Fédération Nationale des Agences d'Urbanisme. Organisme d'étude et de réflexion sur l'aménagement et le développe-

ment du territoire de la Sambre-Avesnois, elle a pour mission d'observer le territoire, de l'éclairer sur les enjeux d'avenir, de le conseiller, à travers des missions réalisées dans des domaines variés (démographie, économie, transports, environnement, aménagement urbain...).

rue de Fleurus 19
BP 30273
FR-59607 Maubeuge (France)
+33 (0)3 27 53 01 23
www.adus.fr



CLUSTER ÉCO-CONSTRUCTION ASBL (BE)

Le Cluster Eco-construction est le réseau des entreprises et experts actifs dans l'éco-construction en Wallonie. Il sensibilise, informe, organise des formations, représente le secteur auprès des instances publiques,

et œuvre au développement économique de l'éco-construction.

Créé en 2003, à l'initiative d'acteurs du secteur, son réseau regroupe 260 experts. Il est reconnu et soutenu par la Wallonie.

rue Eugène Thibaut 1C
BE-5000 Namur (Belgique)
+32 (0)81 81 03 10
www.ecoconstruction.be



FÉDÉRATION COMPAGNONNIQUE DES MÉTIERS DU BÂTIMENT HAUTS-DE-FRANCE (FR)

Les Compagnons du Tour de France proposent sur leurs antennes de Jeumont et Fourmies, des formations aux métiers du bâtiment : maçon, couvreur, menuisier, charpentier... En parallèle des cours au centre de formation, le stagiaire ou

l'apprenti effectue une certaine période en milieu professionnel. Il reçoit ainsi un enseignement complet qui allie les savoirs, les savoir-faire et les savoir-être. Et Le tour de France reste, l'incontournable voyage, pour devenir Compagnon.

Antenne de Jeumont
rue des Usines 91
FR-59460 Jeumont (France)
+33 (0)3 27 67 01 52
www.jeumont.compagnonsdutourdefrance.org

Antenne de Fourmies
rue Marcel Ulrici 60
FR-59610 Fourmies (France)
+33 (0)3 27 63 34 52
www.jeumont.compagnonsdutourdefrance.org



LE FOREM (BE)

Le Forem, service public wallon de l'emploi et de la formation professionnelle, s'adresse aux jeunes qui terminent leurs études, aux demandeurs d'emploi, aux travailleurs et aux entreprises.

Il facilite l'adaptation et l'insertion des demandeurs d'emploi et des travailleurs sur le marché de l'emploi. Il offre également un appui professionnel aux entreprises grâce à des conseils en ressources humaines et en recrutement.

boulevard Tirou 104
BE-6000 Charleroi (Belgique)
+32 (0)71 20 67 31
www.leforem.be

COLOPHON

RÉDACTION

Première édition : Les partenaires du projet Interreg IVA FWVL RE-Emploi

Seconde édition : Les partenaires du projet Interreg VA FWVL FAI-Re

CONCEPTION VISUELLE ET SCÉNOGRAPHIE

Première édition : Le Forem, service édition

Seconde édition : Espace Environnement ASBL et le Cluster Eco-construction ASBL

PHOTOGRAPHIES

Première édition : Le Forem, service édition

Seconde édition : Le Forem, service édition et Espace Environnement ASBL

ILLUSTRATIONS

Première édition : Cluster Eco-construction, Adus, Espace Environnement ASBL et Le Forem

Seconde édition : Cluster Eco-construction, Adus, Espace Environnement ASBL et Le Forem

ÉDITEURS RESPONSABLES

Seconde édition :

Cluster Eco-construction ASBL

Hervé-Jacques POSKIN

Rue Eugène Thibaut 1C

BE- 5000 Namur

Espace Environnement ASBL

Serge VOGELS

rue de Montigny 29

BE-6000 Charleroi

Dépôt légal : D/2020/5940/7

Droits de traduction et de reproduction réservés pour tous pays. Toute reproduction, même partielle, de cet ouvrage est strictement interdite.



La version informatique de ce document est disponible sur www.fai-re.eu et fait l'objet d'un dépôt en Creative Commons BY NC ND : le titulaire des droits autorise l'utilisation de l'œuvre originale à condition de l'attribuer à son auteur en citant son nom et uniquement à des fins non commerciales. La création d'œuvres dérivées n'est pas autorisée.

REMERCIEMENTS

La Mallette à Isolation a pu être réalisée grâce à la collaboration des partenaires des projets Interreg IVA RE-Emploi et Interreg VA FAI-Re : Espace Environnement ASBL (BE), chef de file, Acteurs Pour une Economie Solidaire (APES) (FR), Agence de Développement et d'Urbanisme de la Sambre (ADUS) (FR), Cluster Eco-construction ASBL (BE), la Fédération compagnonnique des Métiers du Bâtiment Hauts-de-France (FCMB) (FR) et Le Forem (BE).

Nous remercions : Philippe Breucq et ses étudiants ainsi que le projet Interreg VA « Compétences sans frontières » pour leur collaboration lors de la découpe et la « mise en boîte » des isolants.

Pour la fourniture gracieuse d'échantillons : Argex, Biofib, Cogetherm, Construfarm Châtelaineau, Ecopeg, FBT Isol, Gramitherm, IFAPME MBC, Iso2000, Isocell, Isoschelp-Ecoverbo, Isovlas Oisterwijk bv, « Le Caillou vert » Jef Valvekens, SIBLI, Siga, Soprema (Pavatex), Thermo Natur.