

FORMATION BATIMENT DURABLE

ENVELOPPE : ISOLATION DE LA FAÇADE À RUE

AUTOMNE 2024

Isolation par l'intérieur

Diffusion de vapeur d'eau et étanchéité à l'air



bruxelles
environnement
leefmilieu
brussel
.brussels

Pierre WILLEM
écorce
LOGEMENTS CONSULTANT



- ▶ Comprendre le rôle de chacun des composants de la paroi
- ▶ Être capable de déterminer la tendance de durabilité de la paroi
- ▶ Savoir quels outils utiliser



INTRODUCTION

- ▶ Définitions
- ▶ Outils

PAROIS



DÉFINITIONS – ETANCHEITE A L'AIR VS VAPEUR

Etanchéité à l'air

- ▶ Contre les fuites d'air directes (via imperfection)
- ▶ Différence de pressions (vents,...)

Etanchéité à la vapeur

- ▶ Régulation de la vapeur d'eau (via les matériaux composant la paroi)
- ▶ Différence de pression **de vapeur d'eau**

En réalité... souvent le même composant qui joue (en partie) les 2 rôles...



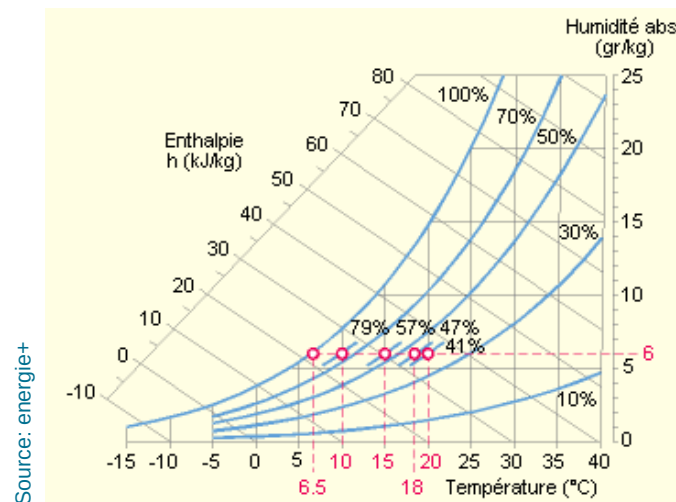
Humidité relative ou *degré d'hygrométrie*

(ϕ) [%]

- Rapport entre la pression partielle de vapeur d'eau " p_v " et la pression de saturation de la vapeur d'eau « p_{vs} »

$$\phi = 100 \times p_v / p_{vs}$$

		Température [°C]	Humidité absolue [g _{eau} /kg _{airsec}]	Humidité relative [%]	Remarques
A	automne (matin)	6,5	6	100	brouillard ou pluie
B	automne	10	6	79	brouillard ou brume
C	chauffé à	15	6	57	
D	chauffé à	18	6	47	
E	chauffé à	20	6	41	



DÉFINITIONS – LES MATÉRIAUX

Humidité de matériaux

(W) [%]

- Indice pour déterminer la teneur en eau réelle des matériaux au moment de l'expérience.

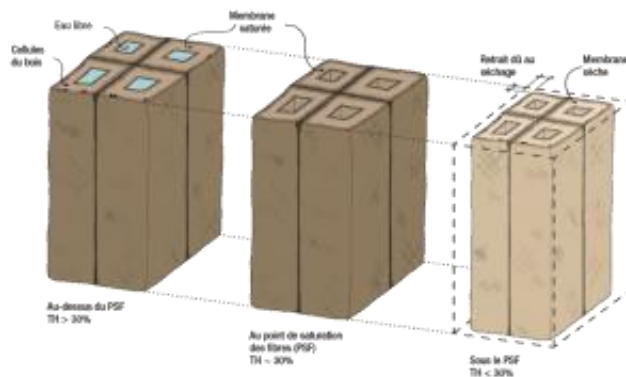
$$W = \frac{G_h - G_s}{G_s} \cdot 100\%$$

où

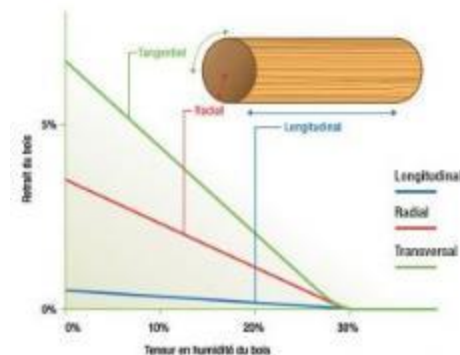
Gs – est la masse sèche d'échantillon (après passage à l'étuve)

Gh – est la masse humide d'échantillon.

- Le degré de l'humidité des matériaux dépend de beaucoup de facteurs, surtout de l'atmosphère où ils sont stockés, le vent, la température et de la porosité du matériau.



Source: cecobois.com





Détection de la présence d'humidité

► Humidimètre résistif

- < 100-200 €
- Pas cher mais attention à la sensibilité aux sels hygroscopiques



Source: www.cdiscount.com

Humidimètre capacitif



Source: www.conrad.fr





Détection de la présence d'humidité

- ▶ Bombe à carbure
 - 600-1.000 €
 - Seule mesure juridiquement recevable



Source: SODIF



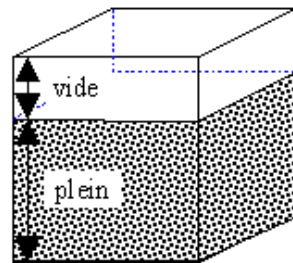
Porosité

(n) [%]

- La porosité est la propriété d'un matériau qui contient des pores ou cavités de petite taille et pouvant contenir des fluides (liquide ou gaz).

Une structure poreuse peut être :

- fermée, lorsque les pores ne sont pas reliés entre eux (exemple : le verre cellulaire),
 - ouverte, lorsque les pores sont reliés entre eux (exemples: brique, béton) et forment des canaux très fins.
- Lorsque la structure est **ouverte**, elle permet :
 - l'absorption d'eau : les canaux se comportent comme des tubes capillaires → matériaux capillaires,
 - la progression de la vapeur d'eau → matériaux perméables à la vapeur d'eau,
 - le passage de l'air matériaux perméables à l'air.



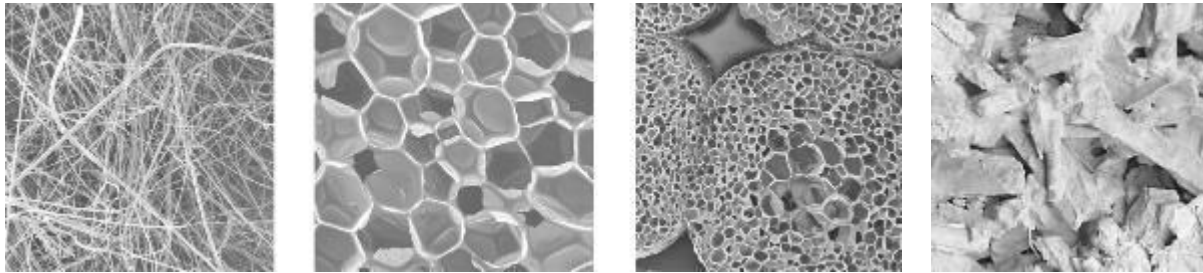
$$p = \frac{\text{volume de vide}}{\text{volume total}}$$



Porosité

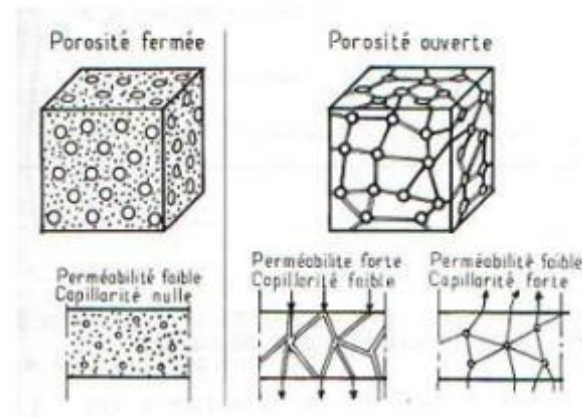
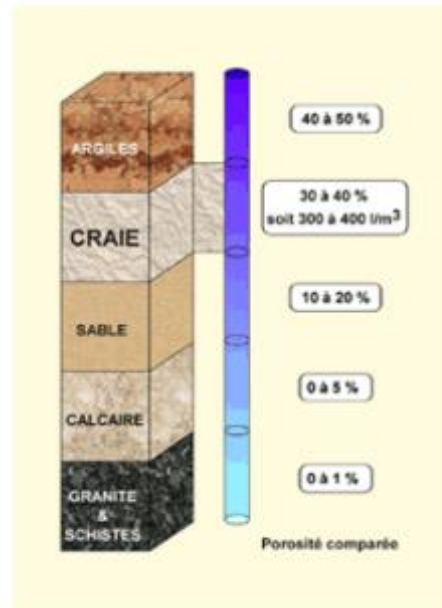
(n)

[%]



Source: A. Evraud

Source: Insulation materials, éd. Details

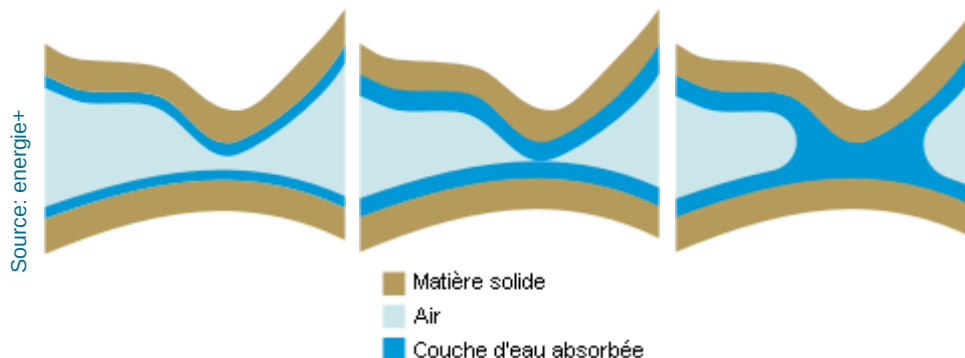


Source: LAB'cercle

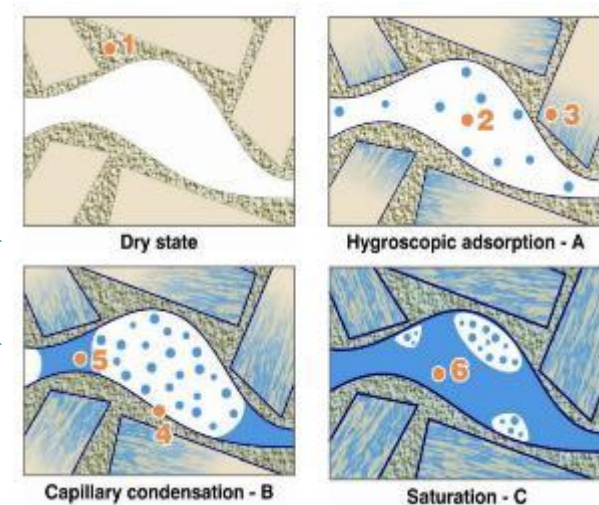


Hygroscopicité

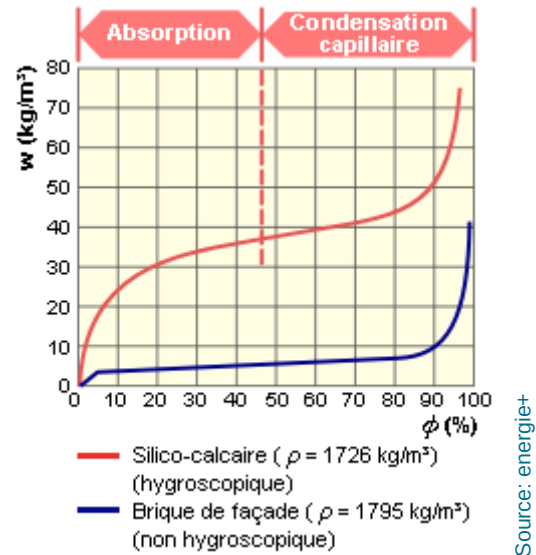
- ▶ Un matériau **poreux et à pores ouverts** placé dans un air humide va absorber une certaine quantité d'humidité qui dépend uniquement de l'humidité relative de l'air et qui lui est proportionnelle. Ainsi, un matériau tout à fait sec placé dans l'air humide voit sa masse augmenter. Un état d'équilibre s'établit après un certain temps.
- ▶ Lorsque l'humidité relative de l'air est élevée, la teneur en humidité à l'équilibre des matériaux hygroscopique est si élevée qu'elle favorise le développement de moisissures.
- ▶ Des moisissures apparaissent :
 - sur des objets en cuir : pour une humidité relative (HR) à partir de 76 %
 - sur du bois et de la laine : pour $HR > 85 \%$
 - sur du coton et de la laine de verre : pour $HR > 96 \%$



Source: A. Evvard, PhD UCL, 2008



Hygroscopicité



Matériau	Masse volumique (kg/m³)	Pourcentage de micropores (% du volume de matériau) en (m³/m³)
Brique	1 950	0,8 - 1,1
Béton cellulaire	40	4 - 12
Plafonnage de chaux	1 800	4,7
Plaques de plâtre	800 - 1 400	10
Bois résineux	500	12 - 15



Perméance

(W)

[ng/s·m²·Pa]

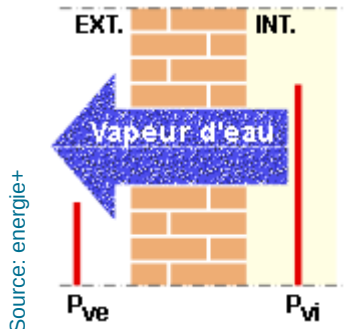
- ▶ degré auquel un matériau permet un flux de matière, dans ce cas-ci, de vapeur d'eau.
- ▶ On l'exprime en mesurant la masse d'eau qui traverse un matériau par unité de temps, de surface et de différence de pression de vapeur de part et d'autre du matériau.
- ▶ Plus cette valeur est élevée, plus la vapeur traverse aisément la paroi.
- ▶ UNITE [Perm]
 - « Perm US », utilisé aux États-Unis et encore au Canada, dans une certaine mesure, qui s'exprime en grains/pi²·h·po Hg*
 - « Perm métrique », en unité du SI (g/jour·m²·mmHg).

La correspondance entre les deux est simple :

1 perm US = 0,659045 perm métrique = 57 ng/s·m²·Pa

1 perm métrique ≠ 57 ng/s·m²·Pa.

1 perm métrique ≈ 86,8 ng/s·m²·Pa.

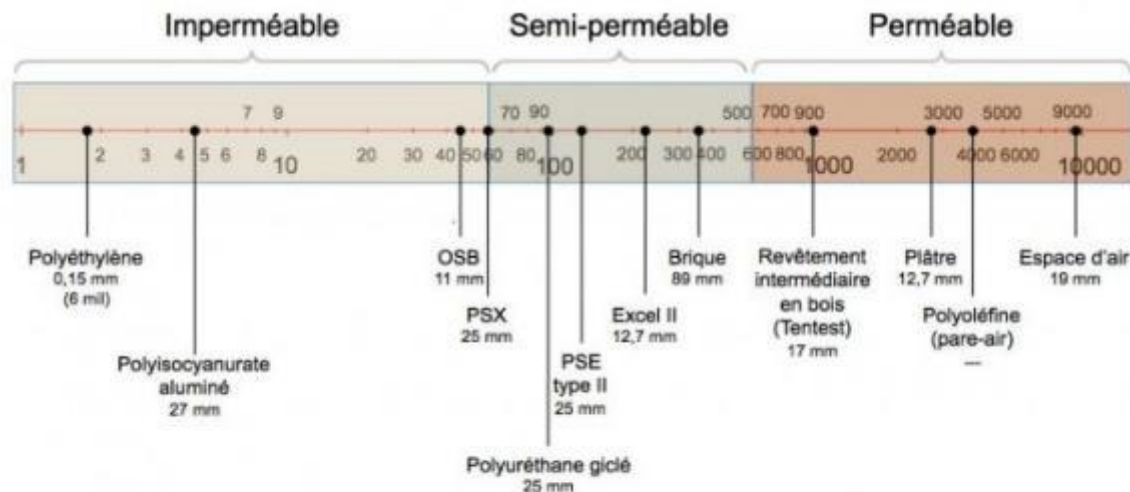


Perméance

(W)

[ng/s·m²·Pa]

- Un matériau est dit
 - « imperméable » si sa perméance < 1 perm US ou 57 ng/s·m²·Pa.
 - semi-imperméable entre 57 et 570 ng/s·m²·Pa (1 – 10 perm US).
 - perméable au-dessus de 570 ng/s·m²·Pa (> 10 perm US).

Figure 1 – Perméance de divers matériaux [ng/s·m²·Pa]

Perméabilité à la vapeur d'eau

(δ)

[ng/s·m·Pa]

- ▶ quantité de vapeur d'eau traversant un matériau ayant un mètre d'épaisseur par unité de temps et de différence de pression de vapeur de part et d'autre du matériau.
- ▶ propriété intrinsèque d'un matériau (ne varie pas avec l'épaisseur)
- ▶ Plus la perméabilité d'un matériau est élevée, plus le matériau est apte à laisser la vapeur d'eau passer librement.
- ▶ On calcule la perméance W d'un matériau ayant une épaisseur d à partir de la perméabilité du matériau comme suit :

$$W = \delta_{\text{matériau}} / d$$



Source: Tramayers

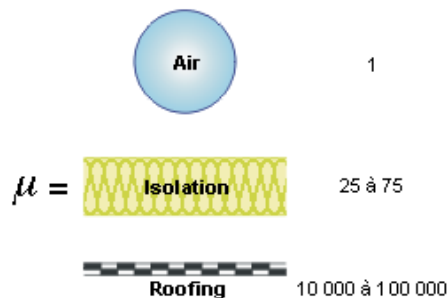


Coefficient de la diffusion à la vapeur d'eau (μ) [-]

- Rapport entre la perméabilité à la vapeur d'eau de l'air δ_{air} sur la perméabilité à la vapeur d'eau du matériau $\delta_{\text{matériau}}$.

$$\mu = \delta_{\text{air}} / \delta_{\text{matériau}} \quad \text{où } \delta_{\text{air}} = 187,5 \text{ ng/s}\cdot\text{m}\cdot\text{Pa}$$

- Ce coefficient détermine la perméabilité d'un matériau à la vapeur d'eau. Plus μ est élevé, plus la résistance est grande.
- Une valeur inférieure à 10 correspond à une bonne diffusion de la vapeur d'eau.



		<i>Résistance diffusion vapeur d'eau</i>
<i>Isolants écologiques</i>	<i>Chanvre</i>	<i>1</i>
	<i>Paille</i>	<i>1</i>
	<i>Bois</i>	<i>5</i>
	<i>Lin</i>	<i>1</i>
<i>Isolants non écologiques</i>	<i>polystyrène</i>	<i>60(expansé) et 150(extrudé)</i>
	<i>Polyuréthane</i>	<i>150 (mousse)</i>
	<i>Laine de verre</i>	<i>1</i>
	<i>Laine de roche</i>	<i>1</i>

Source: energie+



DÉFINITIONS – LES MATÉRIAUX

Valeurs S_d (S_d) [m]

- Épaisseur, en m, d'une couche d'air immobile ayant la même perméance que l'épaisseur spécifiée d'un matériau donné

$$S_d = \mu \cdot d_{\text{matériau}} = \delta_{\text{air}} / W,$$

où $d_{\text{matériau}}$ est l'épaisseur du matériau

- Plus S_d est grand, plus la résistance à la diffusion de vapeur du matériau est élevée.

Matériau	Épaisseur (e)	Valeur S_d ($\mu \times e$)
Air – valeur de référence	1m	1m
Plâtre	0,015 m	0.06 à 0,15 m
Laine minérale	0,2 m	0,2 m
Ouate de cellulose	0,2 m	0,4 m
Panneau de sous-toiture isolant en fibre de bois	0,022 m	0,11 m
Panneau OSB	0,022 m	0.066 à 4,4 m
Frein-vapeur	0,001 m	4,5 m
Frein-vapeur à S_d variable	0,0002 m	0,25 à 10 m*
Pare-vapeur	0,0002 m	10 m*
Béton armé	0,2 m	20 m
Polyéthylène	0,00015 m	50 m
Feuille d'aluminium	0,00005 m	1500 m
Feuille de PE (agrafée)	0.00015	8 m
Verre	0,006 m	+ ∞



Matériau	Ép. (mm)	W (ng/s·m ² ·Pa)	δ (ng/s·m·Pa)	μ (-)	Sd (m)
Plâtre	12,7	2600	33	5,66	0,072
OSB	11	44	0,484	387,4	4,26
EPS type II	25,4	123	3,12	60	1,52
Espace d'air	19	9870	187,5	1	0,019

Pourquoi parler de toutes ces équivalences ?

- ▶ saisir ce que signifient les données techniques d'un matériau
- ▶ savoir traduire ces données dans un autre système d'unités, si requis.



- ▶ la perméance d'un matériau n'est généralement pas une constante, mais elle varie plutôt tant avec la température qu'avec le taux d'humidité !!!



Coefficient d'absorption

(A)

[kg/m².h^{1/2}]

- = perméance (degré auquel un matériau permet un flux de matière) de l'eau.

Matériau	Masse volumique kg · m ⁻³	w kg · m ⁻² · h ^{-1/2}
Brique	1'150	8 à 9
Calcaire	1'650	env. 7,5
Béton cellulaire	640	5 à 8
Béton	env. 2'400	1
Enduit de ciment	1'900	env. 2,5
Dispersion synthétique	-	env. 0,15

Tab.3.7: Coefficient d'absorption d'eau w d'une sélection de matériaux de construction

Fortement absorbant	w > 2,0	kg · m ⁻² · h ^{-1/2}
Inhibiteur d'eau	w ≤ 2,0	kg · m ⁻² · h ^{-1/2}
Hydrofuge	w ≤ 0,5	kg · m ⁻² · h ^{-1/2}
Imperméable	w ≤ 0,001	kg · m ⁻² · h ^{-1/2}
Remarque: imperméable ne signifie pas simultanément étanche à la vapeur!		

Tab.3.8: Caractérisation des matériaux de construction selon leur coefficient d'absorption d'eau par contact avec de l'eau liquide

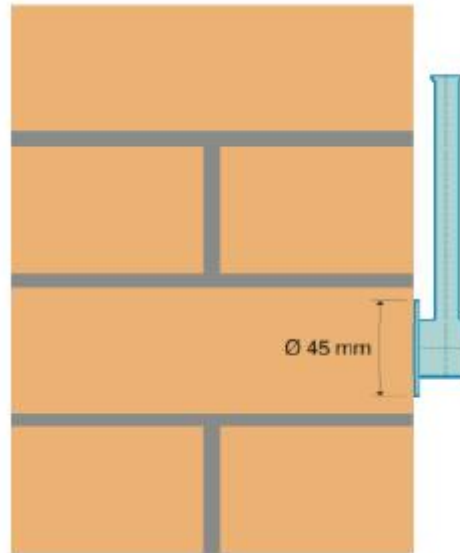
Source: enbau-online.ch



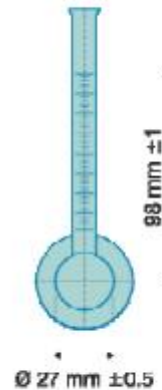


Coefficient d'absorption

- Pipe de Karsten



(A)

[kg/m².h^{1/2}]

$$Q \text{ [N/m}^2\text{]} = \frac{v^2 \text{ [m/s]}^2}{1.6}$$

Q = pression d'eau exercée sur la surface
v = vitesse de vent correspondante, perpendiculaire à la surface



- eau absorbée entre et la 5^{ème} et la 15^{ème} minute
- /1000 (ml → kg)
- x 2000 (5 cm² → 1 m²)
- / √600s

→ Coefficient d'absorption A





STATIQUE : Glaser (fréquent)

Données de calcul:

Ri	Ti	HRi	pi	Re	Te	HRe	pe
0,125	25	60	1905	0,043	0	90	552

pvx : pression partielle d'

psx : pression de saturati

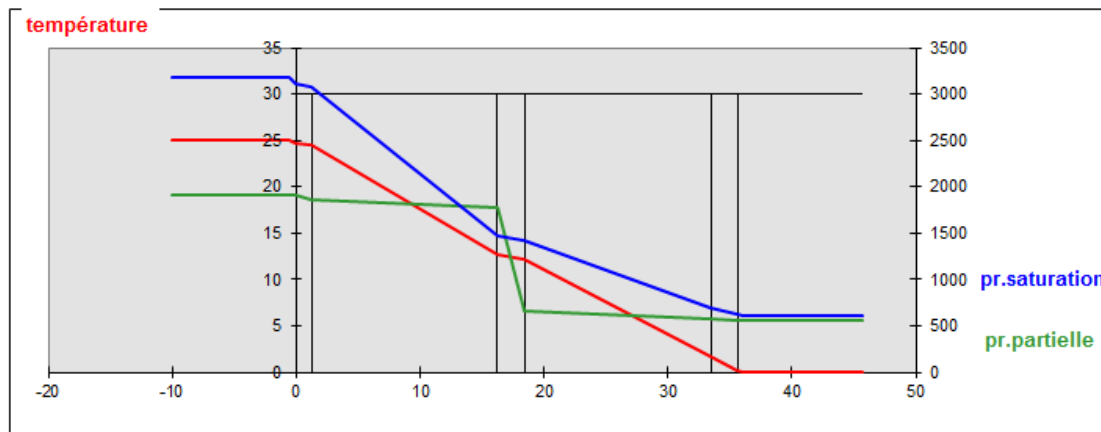
Caractéristiques de la paroi:

intérieur	épaisseur (m)	lambda (W/mK)	Rx (m2 K/W)	Rtot (m2 K/W)	mu	Zx $\times 5,4 \cdot 10^9$	Ztot $\times 5,4 \cdot 10^9$	T°x (°C)	pvx (Pa)	psx (Pa)	HR (%)
Ri			0,13	0,13				25	1905	3174	60%
1 Plaque plâtre	0,0125	0,2	0,06	0,19	8,3	0,1038	0,1038	24,6	1905	3108	61%
2 Laine de lin	0,15	0,036	4,17	4,35	1,5	0,225	0,33	24,5	1865	3076	61%
3 OSB	0,022	0,12	0,18	4,54	134	2,948	3,28	12,7	1780	1476	121%
4 Cellulose	0,15	0,04	3,75	8,29	1,5	0,225	3,50	12,2	662	1427	46%
5 Cellit	0,022	0,04	0,55	8,84	2,9	0,0638	3,57	1,7	576	692	83%
Re			0,04	8,88				0,1	552	619	89%
extérieur								0	552	613	90%

impossible, condensation !

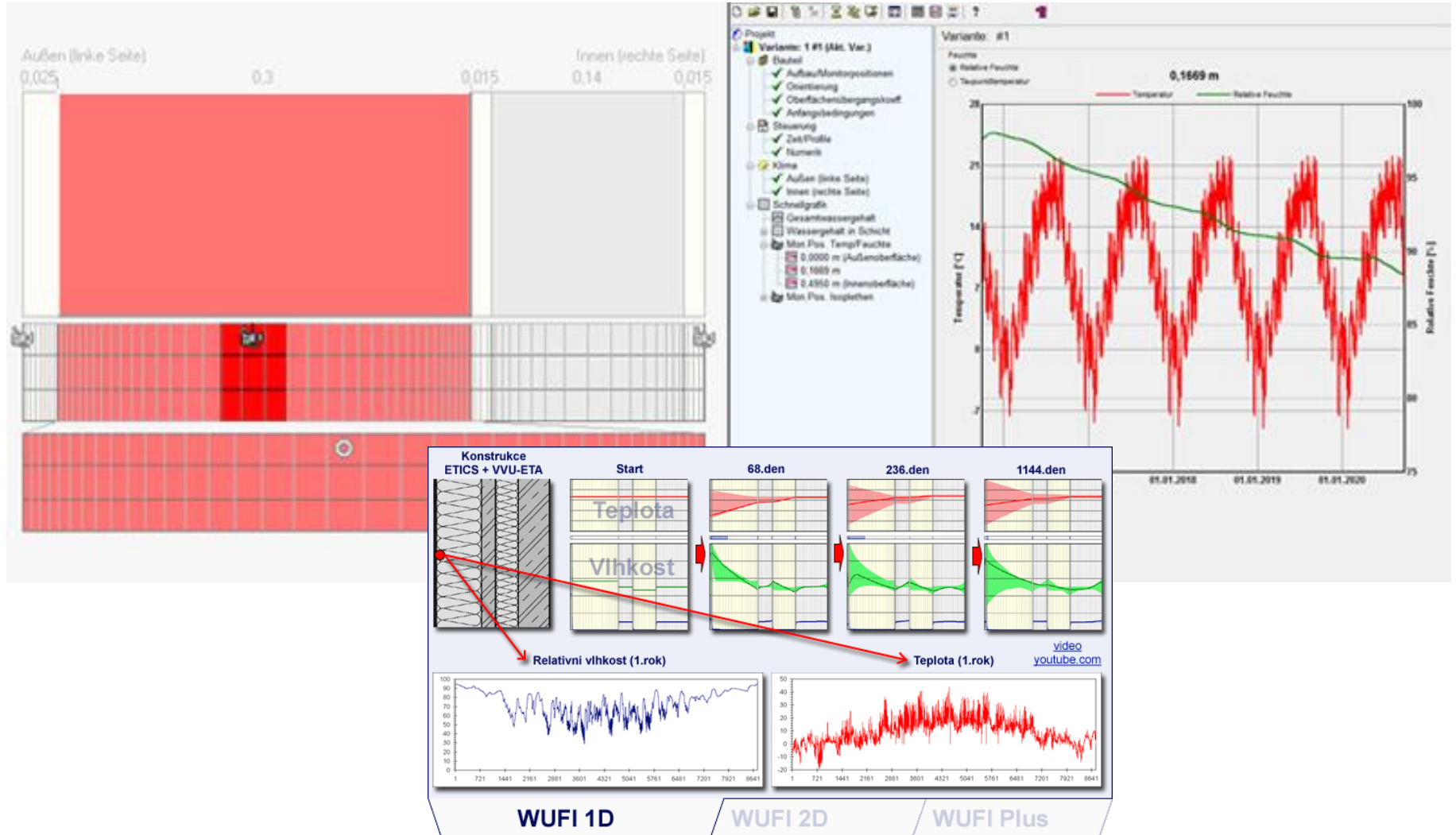
k paroi 0,11 W/m2.K Flux vap 7,0E-08 kg / m2.s
flux chal. 2,8 W/m2 1,7026 0,4729 6,1 gr / m2.jour

Remarque: les valeurs indiquées pour les pressions de saturation sont légèrement différentes de celles données par le diagramme de l'air humide (formule mathématique approchée)





Simulation dynamique

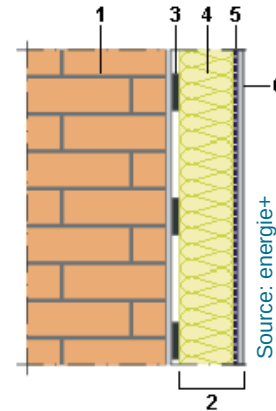
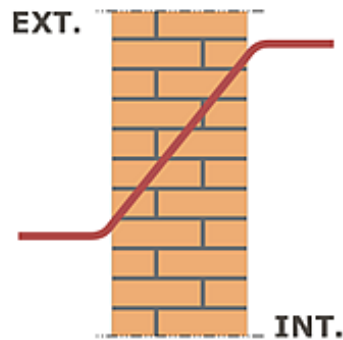
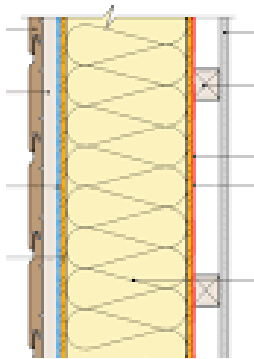


INTRODUCTION

PAROIS

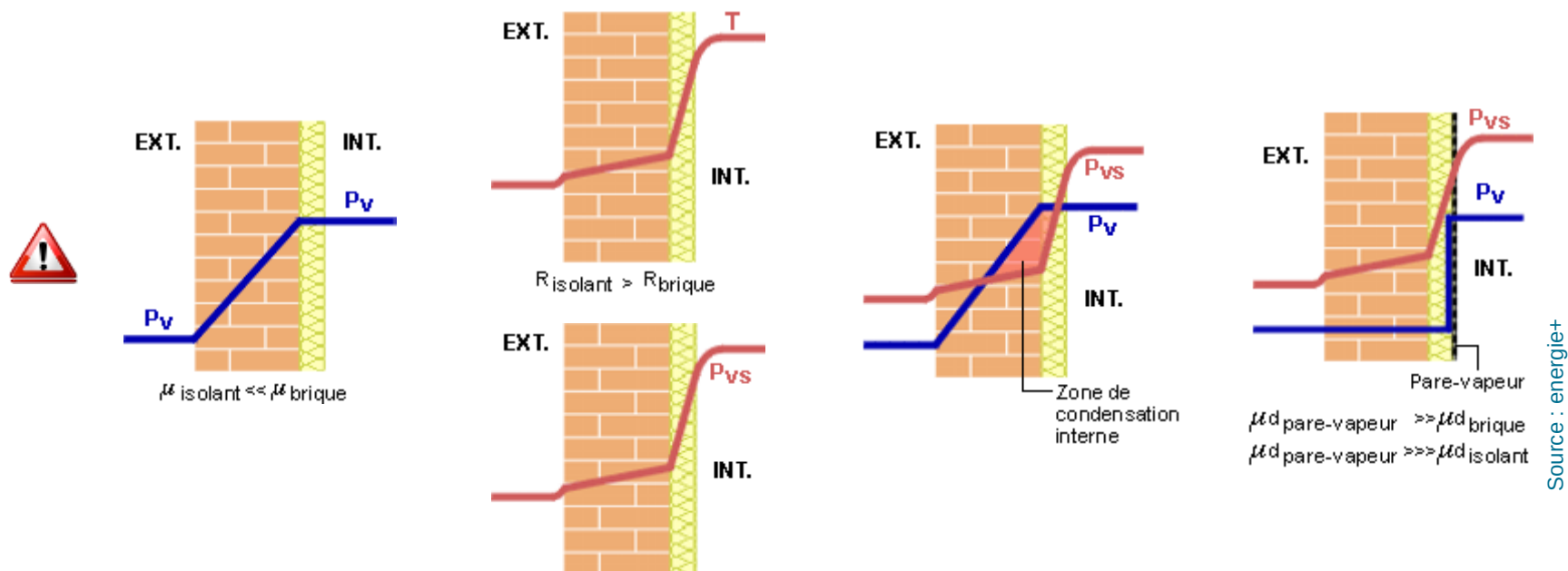


Principe de base :
de plus en plus ouvert à la diffusion de la vapeur
de l'intérieur vers l'extérieur
avec « $S_{d \text{ int}} = 6 \text{ à } 15 \times S_{d \text{ ext}}$ »

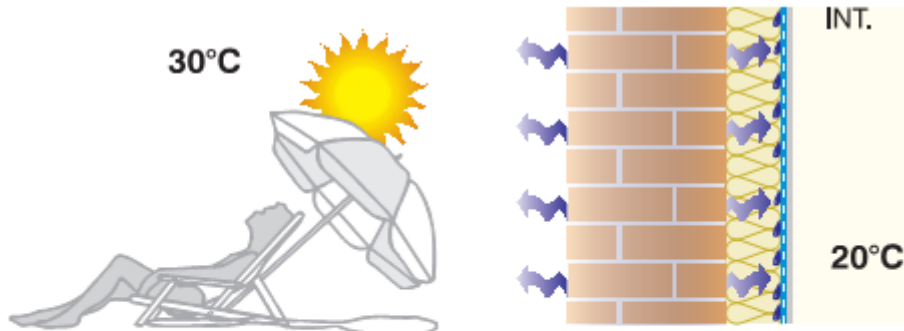


Maçonnerie en brique isolé par l'intérieur

- ▶ Composition de paroi prépondérante !
 - Coefficient de diffusion de vapeur (μ)
 - Position de l'isolation et du pare/frein-vapeur
- ▶ Problème fréquent dans un complexe d'isolation intérieure (rénovation)



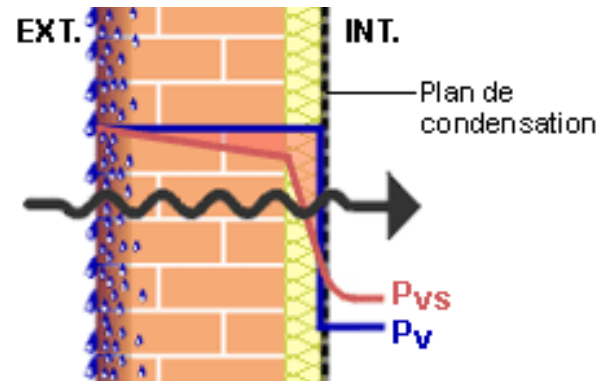
Risque de condensation en été



Risque de condensations internes en été si une membrane pour réguler la vapeur empêche la migration de vapeur vers l'intérieur..



Exemple de moisissures à l'arrière de la membrane pour réguler la vapeur.



Source: outil Isolin (Architecture et Climat)



PARAMETRES

- ▶ Environnement extérieur
 - Orientation/exposition
 - Ensoleillement
- ▶ Composition de la paroi
 - Composants
 - Taux d'humidité initial
- ▶ Environnement intérieur
 - Ambiance humide ?



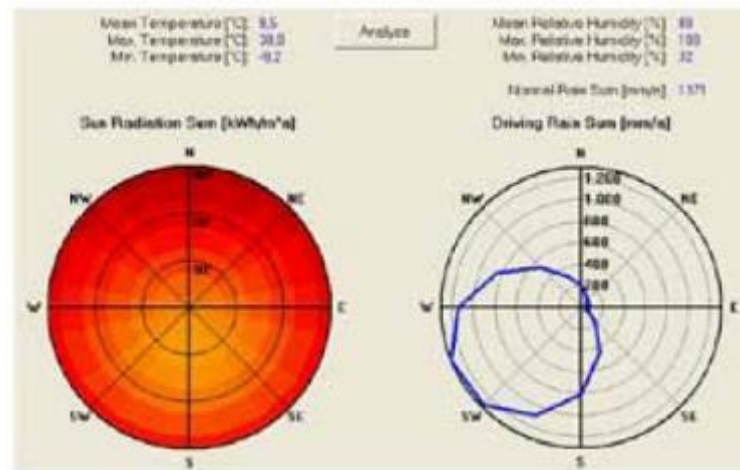
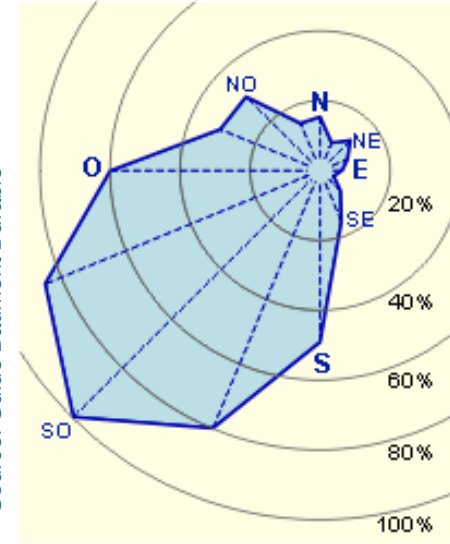
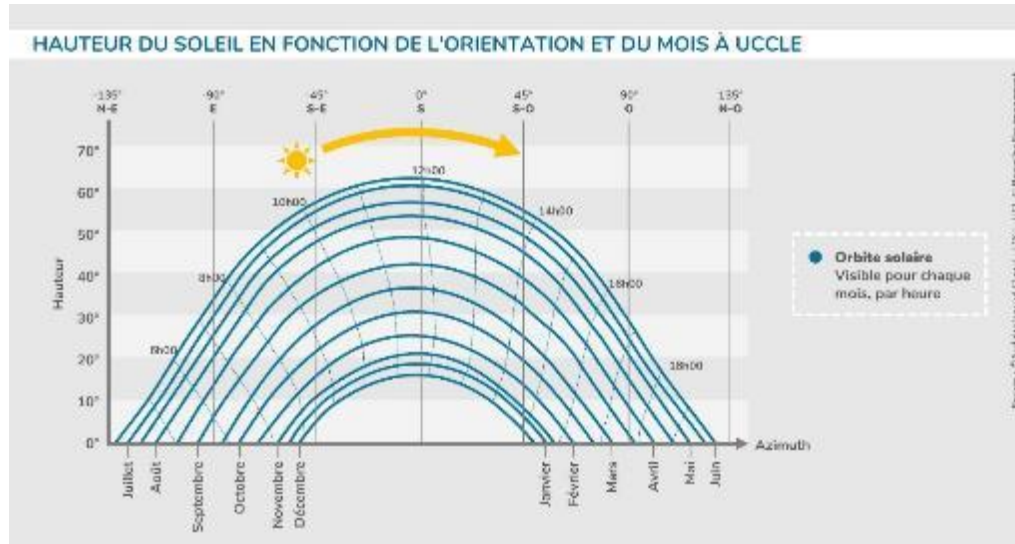
Toujours pour une paroi(-type) correctement réalisée !
(sans irrégularités, imperfections,...)





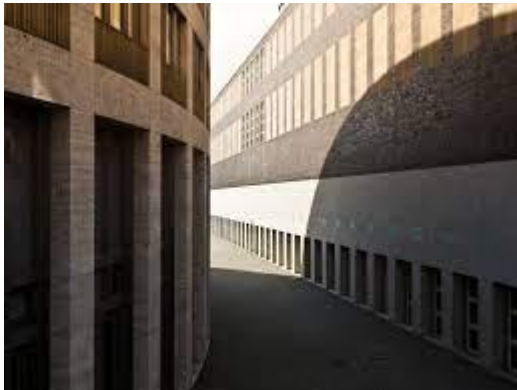
- <https://www.objectifzero.be/ressources/publications/>



PARAMETRES - Environnement extérieur - *orientation*

Analyse de l'environnement direct

- ▶ hauteur du bâtiment
- ▶ vis-à-vis de façade (végétation, existant ou... futur !,...)



Source: libres de droits (google)



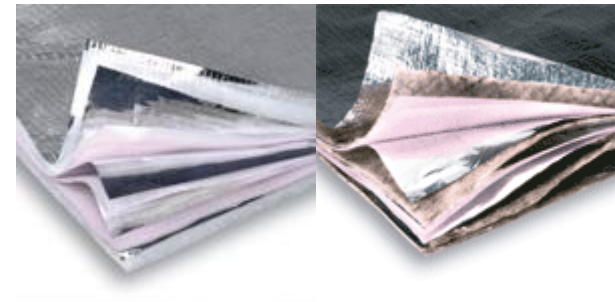
8 paramètres influençant le comportement hygrothermique

▶ densité	(ρ)	[kg/m ³]
▶ porosité	(ϵ)	[%]
▶ conductivité thermique	(λ)	[W/mK]
▶ facteur de résistance à la diffusion de vapeur	(μ)	[-]
▶ taux d'humidité à 80 % HR	(w80)	[kg/m ³]
▶ taux d'humidité à saturation capillaire	(w _f)	[kg/m ³]
▶ chaleur spécifique	(c)	[J/kg]
▶ coefficient d'absorption	(A)	[kg/m ² s ^{1/2}]



PARAMETRES – Composants – *isolant*

- ▶ dépend des performances à atteindre et de l'espace disponible dans les locaux à isoler → épaisseur et type d'isolant à mettre en œuvre.
- ▶ Nécessité d'un agrément technique (ATG, ETA, EN, ISO 10456)
- ▶ Eviter les produits minces réfléchissants
 - étude de Buildwise confirmée par plusieurs études scientifiques dans divers pays européens.
 - L'affirmation d'un équivalent de 20 cm de laine minérale est fantaisiste. Dans le meilleur des cas, équivalent de 4 à 6 cm, souvent insuffisant.
 - Avantages mis en avant : pose très rapide (agrafage sous pression), grandes bandes continues, impression d'une certaine qualité pour l'occupant...



PARAMETRES – Composants – *isolant*

► Isolants

Densité	Epaisseur	Masse par m²	Isolation	Inertie				Humidité		
ρ	d	m	λ	C	ρC	Diffusivité	Effusivité	μ sec	μ hum.	A
kg/m³	m	kg/m²	W/mK	J/kgK	kJ/m³K	m²/s	J/m²Ks½	/	/	kg/m²s½

ISOLANTS A BASE MINERALE

Panneau de laine de roche	100	0,09	9	0,035	1030	103,00	0,34	60,04	2	1	[0]
Panneau de laine de verre	50	0,09	4,5	0,035	1030	51,50	0,68	42,46	2	1	[0]
Panneau de verre cellulaire	110	0,10	11	0,040	1000	110,00	0,36	66,33	[∞]	[∞]	[0]
Panneau de silicate de calcium	270	0,18	48,6	0,070	1000	270,00	0,26	137,48	3	1	1,2

ISOLANTS A BASE SYNTHETIQUE

Panneau de polystyrène expansé (EPS)	25	0,09	2,25	0,035	1450	36,25	0,97	35,62	100	40	[0]
Panneau de polystyrène extrudé (XPS)	38	0,08	3,04	0,032	1450	55,10	0,58	41,99	200	80	[0]
Panneau de polyuréthane	30	0,06	1,8	0,023	1400	42,00	0,55	31,08	100	30	[0]

ISOLANTS A BASE DE FIBRES NATURELLES

Cellulose en vrac	40	0,11	4,4	0,041	2150	86,00	0,48	59,38	2	1	0,3
Matelas souple de cellulose	50	0,10	5	0,040	2150	107,50	0,37	65,57	2	1	0,3
Matelas souple de fibres de bois	75	0,10	7,5	0,038	2100	157,50	0,24	77,36	5	3	
Panneau rigide de fibres de bois	160	0,10	16	0,040	2100	336,00	0,12	115,93	5	3	0,007
Panneau de liège	120	0,10	12	0,040	1600	192,00	0,21	87,64	30	5	[0]
Panneau semi-rigide de fibres de chanvre	30	0,10	3	0,040	1600	48,00	0,83	43,82	2	1	
Mélange chaux-chanvre	440	0,28	123,2	0,110	1560	686,40	0,16	274,78	5	3	0,07



Source : architecture et climat



 μ

Verre cellulaire

XPS

EPS

Liège

Fibres de bois

Laine de chanvre

PUR

Béton cellulaire

Laine de bois

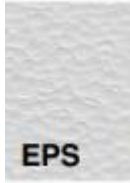
Ouate de cellulose

Laine de roche

Laine de verre



PARAMETRES – Composants – *isolant*

	Hygroscopique et capillaire	Peu ou pas hygroscopique et capillaire
Non putrescible	 Béton cellulaire	    
Non putrescible mais alterable (si forte presence d'eau)		 
Putrescible et alterable (si teneur critique dépassée)	   	



Pare-air

- ▶ élément dont la perméabilité à l'air $< 0,1 \text{ m}^3/(\text{h}.\text{m}^2)$ sous une différence de pression de 50 Pa

Pare-vapeur

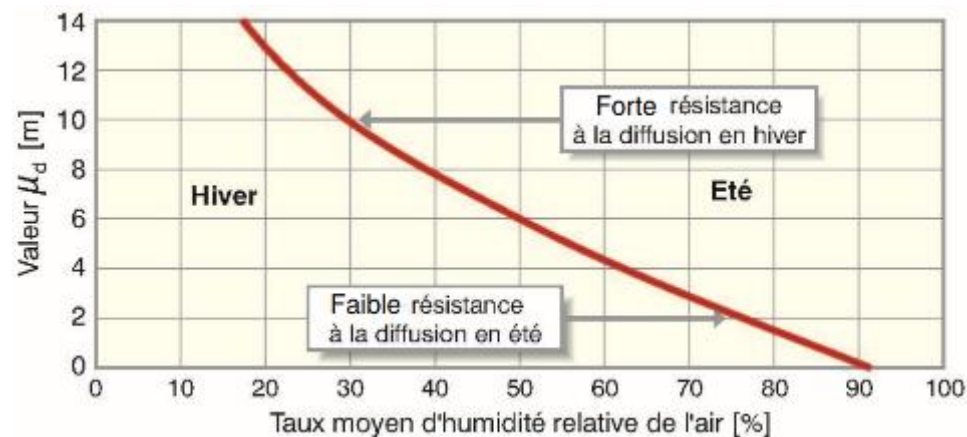
- ▶ généralement assimilé à une valeur S_d fixe élevée
- ▶ → va donc limiter de manière importante la diffusion de la vapeur, quelles que soient les conditions d'utilisation

Frein-vapeur

- ▶ appellation commerciale
- ▶ généralement assimilé à un coefficient S_d plus faible, dont la valeur limite n'est cependant pas fixée

Frein-vapeur hygrovariable

- ▶ caractérisé par une valeur S_d variable selon le taux d'humidité relative (HR) et la température des ambiances situées de part et d'autre du produit (ou de la couche)



Quand doit-on prévoir une étanchéité à la vapeur ?

- ▶ Si isolant perméable à la vapeur
→ OBLIGATOIRE !
- ▶ Si isolant peu ou pas perméable à la vapeur (EPS, XPS, PUR, CG) collé sur la maçonnerie, ET si air intérieur ne circule pas entre isolant et maçonnerie
→ ne nécessite pas obligatoirement une étanchéité à la vapeur
→ si isolant entre lattes → OBLIGATOIRE !

Quelle étanchéité choisir ?

- ▶ Si Glaser → pare-vapeur !
- ▶ Si dynamique : nuance → freine-vapeur 'intelligent' (suffisant en hiver, contre le phénomène en été)
- ▶ Influence de la finition (hygroscopique t.q. terre crue) → « inertie hydrique » mais difficilement quantifiable !
Exple : chanvre



Continuité de l'étanchéité

- ▶ Panneaux – rainure languette +
 - Soit avec bandes adhésives,
 - Soit avec mousse injectée,
 - Soit avec mastic.

- ▶ Si membrane : recouvrement +
 - Soit avec bandes adhésives,
 - Soit avec joints comprimés.

- ▶ Vérification : produit de jonction = classe de l'étanchéité demandée.





perméabilité à la vapeur d'eau $\neq$ perméabilité à l'air



► Un pare-vapeur est-il pare-air ?

- Oui, dans tous les cas.

Le premier vecteur de transport de la vapeur est l'air;

Ainsi, le rôle principal d'un pare-vapeur est de faire barrière à l'air.

► Un pare-air est-il pare-vapeur ?

- Pas systématiquement.

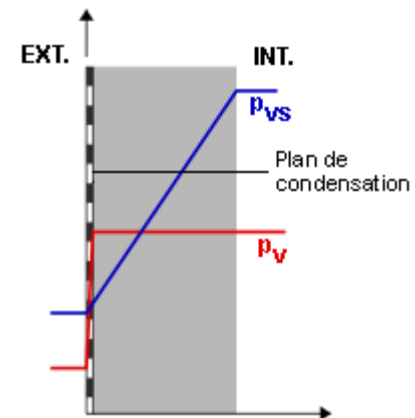
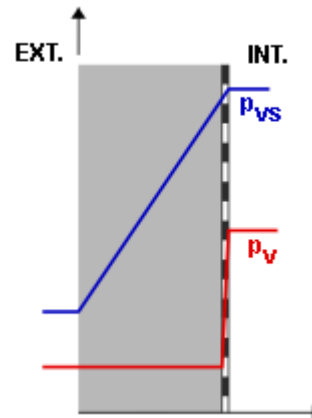
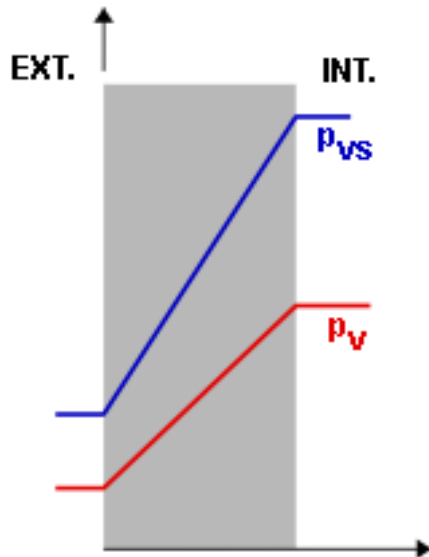
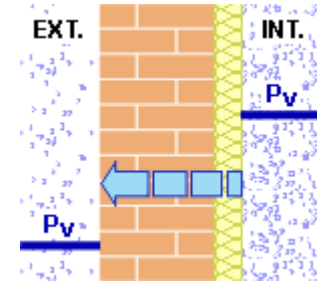
Certaines sous-toitures, par exemple, peuvent constituer à la fois un bon pare-air et un bon pare-vent, mais elles doivent être suffisamment perméables à la diffusion de vapeur d'eau (et ne sont donc en aucun cas des pare-vapeur!)



41 PARAMETRES – Composants – *étanchéité eau*

Hydrofuge

- ▶ $P_{\text{vap.int}} > P_{\text{vap.ext}} \rightarrow$ migration de vapeur de l'int. vers l'ext.
- ▶ Comportement simple

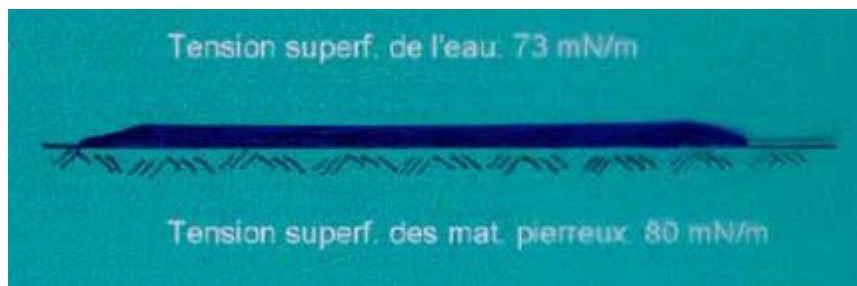


Source : energie+



42 PARAMETRES – Composants – *étanchéité eau*NBN
NIT 224NBN
EN 1504-2**Hydrofuge**

- Tension superficielle (la surface s'humidifie)



- Principe hydrophobe (la surface ne se mouille pas, l'eau « perle »)



- Remarque : si vents violents et fissures > 0,3 mm, infiltration



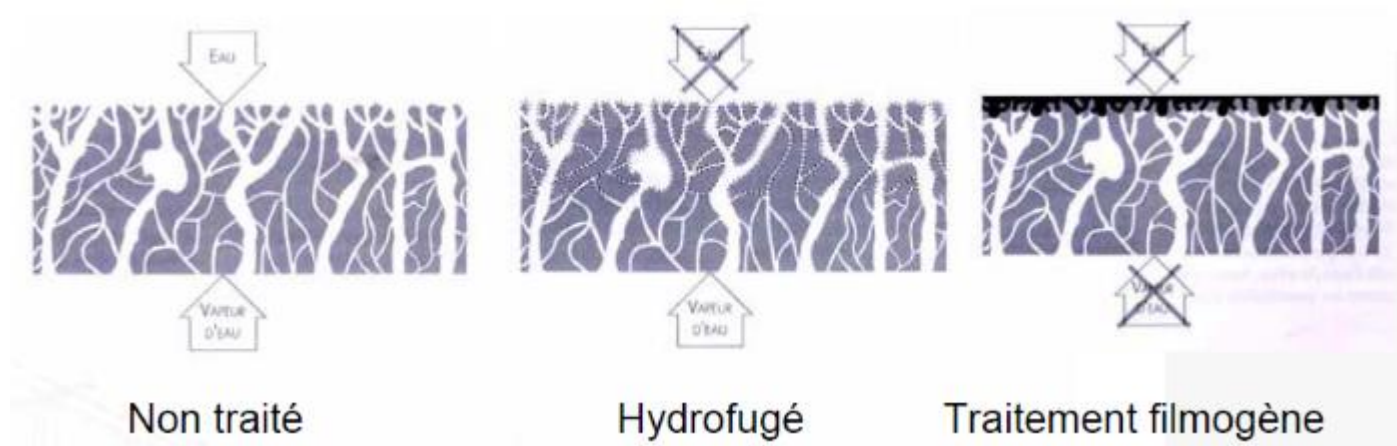
43 PARAMETRES – Composants – *étanchéité eau*

NBN
NIT 224

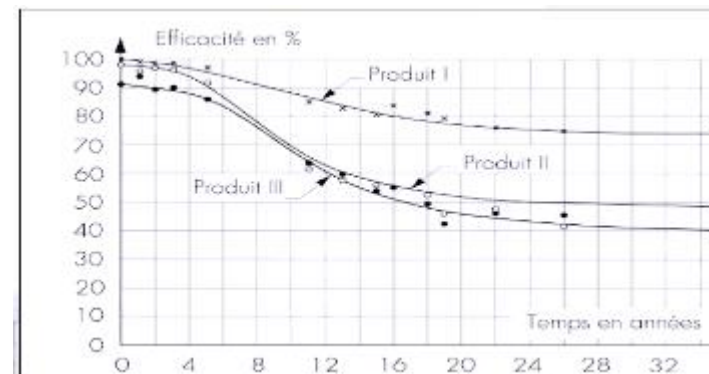
NBN
EN 1504-2

Hydrofuge

- ▶ = Imprégnation hydrophobe à base de silane/siloxane (sans solvant)
- ▶ à base de composés organo-siliciés n'obturent pas les pores de la surface des supports minéraux, mais forment un film ultramince sur les parois des pores.



- ▶ Attention ! Tenue dans le temps !



Source: Buildwise



Fonction du bâtiment

Définition du bâtiment	Exemples	P_i	Classe
Bâtiment avec une production de vapeur nulle ou faible.	• lieux de stockage pour marchandises sèches • églises • salles de sport d'utilisation modérée	$1100 < p_i < 1165$	I
Bâtiment bien ventilé avec une production de vapeur limitée.	• habitations de grande dimension • écoles • magasins • bureaux non climatisés • unités de soins hospitaliers	$1165 < p_i < 1370$	II
Bâtiment d'utilisation intense. 	• habitations sociales • flats • maisons de soins • bâtiments faiblement climatisés (HR < 60 %)	$1370 < p_i < 1500$	III
Bâtiment avec une production de vapeur élevée. 	• piscines • locaux industriels humides • blanchisseries • bâtiments fortement climatisés (HR > 60 %)	$1500 < p_i < 3000$	IV

Source: energie+





Fonction du bâtiment

- ▶ Monitoring du climat existant VS profil-type
- ▶ Possibilité de supprimer l'humidité à la source ?
- ▶ Mise en place d'une stratégie de ventilation ?
- ▶ ...

Au plus on disposera de détails, au plus précis sera la simulation





Réaliser une **isolation par l'intérieur**...

- ▶ Technique plus délicate qui nécessite des études hygrothermiques préalables et parfois des travaux préalables
- ▶ Tenir compte du type de mur existant: béton, brique pleine,...
- ▶ Importance
 - du matériau d'isolation, favoriser les matériaux respirants
 - du pare-vapeur
- ▶ Approche empirique :
 - Respect de la règle de base
 - Supprimer les sources d'humidité
 - Eviter les condensations (NC)
 - Garantir le séchage





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

Dispositif I [Isolation d'un mur par l'intérieur](#)



Sites internet

- Energie+

<https://energieplus-lesite.be/techniques/enveloppe7/techniques-d-isolation/murs/isolation-par-l-interieur/>



Ouvrages

- [Buildwise, 2017, Isolation des murs existants par l'intérieur: réalisation des détails](#)
- [Guide ISOLIN, Région Wallonne](#)
- <https://www.objectifzero.be/ressources/publications/>



Formations et séminaires

- Inscrivez-vous aux formations organisées par Bruxelles Environnement
<https://environnement.brussels/formationsbatidurable>
Consultez tous les supports [gratuitement](#) !
- Formation logiciel WUFI
<https://www.construction21.org/belgique/training/h/formation-hygrothermie-et-logiciel-wufi.html>



Pierre WILLEM

Ingénieur projet
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

