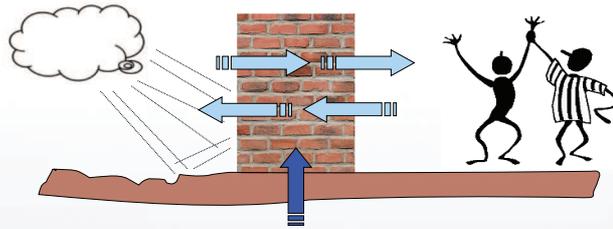


Humidité et transferts de vapeur d'eau dans les parois



ASDER.

« 5 à 7 » du 12 juin 2012

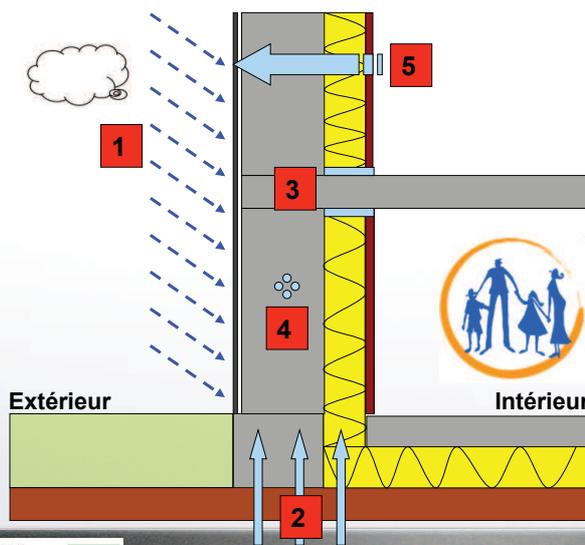


Samuel COURGEY
Technicien référent - Formateur



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

Quelles sont les sources d'humidité ?



- 1- Pluie
- 2- Remontées capillaires
- 3- Fuites d'air et points froids
- 4- Eau contenue dans les matériaux
- 5- Vapeur d'eau



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

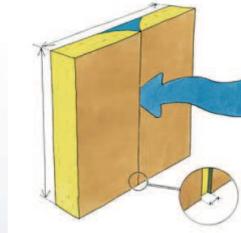
5 Gestion de la vapeur d'eau dans les parois

Risques faibles...

- si la ventilation des locaux est effective
Ventilation permanente, au moins en période de chauffe
- si l'étanchéité à l'air est effective (coté chaud de l'isolant)

Quantification des infiltrations de vapeur d'eau dues à une membrane non continue devant un isolant*

→ Avec une fente de 1mm pour 1m² d'isolant, la quantité de vapeur d'eau qui entre par jour dans le mur est de 800g contre qq. grammes avec un pare-vapeur ou un frein de vapeur continu.



* Source: Institut de physique du bâtiment- Stuttgart. Essai réalisé avec une différence de pression ext/int de 20 Pa et une laine minérale. (le résultat serait similaire pour la majorité des isolants).



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

3

5 Gestion de la vapeur d'eau dans les parois

Risques faibles

- si la ventu

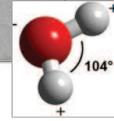
... Mais ça ne suffit pas !
La gestion de la vapeur d'eau dans les parois est plus complexe... Dans certaines conditions, elle se condense, ce qui peut générer des dommages.

* Source: Institut de physique du bâtiment- Stuttgart. Essai réalisé avec une différence de pression ext/int de 20 Pa et une laine minérale. (le résultat serait similaire pour la majorité des isolants).



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

4



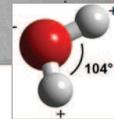
Humidité : Prenons la loupe !



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne – ASDER – 12 juin 2012

5

Humidité - Prenons la loupe



La molécule d'eau... Différents états

La vapeur d'eau :



L'eau (liquide) :



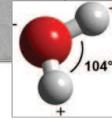
→ Dans un matériau, le système de déplacement de la molécule d'eau est différent selon si elle est « vapeur », ou « eau liquide ».



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne – ASDER – 12 juin 2012

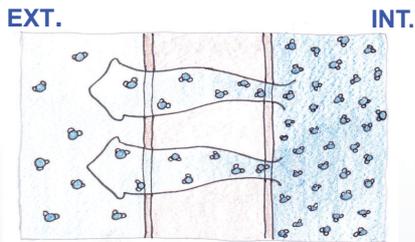
6

1. La vapeur d'eau



→ La vapeur d'eau cherche à traverser les parois.

Dessin Hervé Nallet (L'Isolation thermique écologique)



Particulièrement en hiver, l'air intérieur, chargé en vapeur d'eau, cherche à traverser la paroi pour s'équilibrer avec l'air extérieur

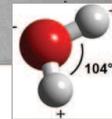
Selon leur nature, leur structure..., les matériaux s'opposeront plus ou moins à cette migration de vapeur d'eau.



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

7

1. La vapeur d'eau



Comportement des matériaux à la vapeur d'eau



Gore-Tex

Attention !
Pour un matériau de construction, on ne peut pas dire, de prime abord, qu'être ouvert ou fermé à la vapeur d'eau est « bien », ou « mal » !



K-Way

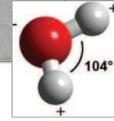
Résistance faible à la (diffusion de) vapeur d'eau ; soit μ (μ) et S_d faibles.

Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur

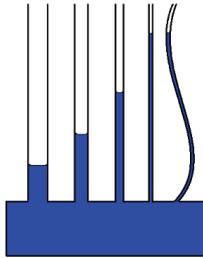
Résistance forte à la (diffusion de) vapeur d'eau ; soit μ (μ) et S_d élevés.

8

2. L'eau (liquide)



→ L'eau liquide contenue dans les matériaux cherche à rejoindre les endroits plus secs.



Plus la structure des matériaux se rapproche de tubes fins et continus, plus l'eau s'y déplace facilement. On parle de transport capillaire, ou « capillarité »

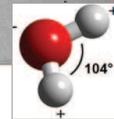
**Les matériaux sont plus ou moins capillaires.
Quelques-uns sont non-capillaires.**



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

9

2. L'eau (liquide)



→ Les matériaux supportent plus ou moins l'eau.



. Certains sont putrescibles. Dans certaines conditions d'humidité prolongée, ils pourront commencer à se décomposer (selon leur sensibilité, ils seront + ou - putrescibles).

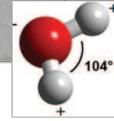
. Certains sont altérables. Ils seront alors (+ ou -) endommagés en présence d'eau.



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

10

Humidité - Prenons la loupe



La molécule d'eau... Différents états

La vapeur d'eau :



L'eau (liquide) :



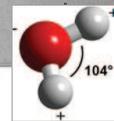
→ A l'intérieur d'une paroi, la vapeur d'eau peut se condenser, l'eau redevenir vapeur...



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

11

Humidité - Prenons la loupe



... La vapeur d'eau peut se condenser, l'eau redevenir vapeur !

1. Condensation par saturation de vapeur d'eau :

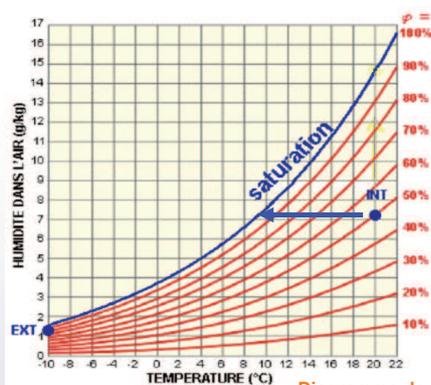


Diagramme de Mollier

Un volume d'air chaud peut contenir plus de vapeur d'eau qu'un même volume d'air frais.

En rencontrant des masses d'air plus froides, une partie de la vapeur d'eau contenue dans les matériaux se condense.

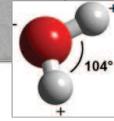
... et vice versa.



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

12

Humidité - Prenons la loupe

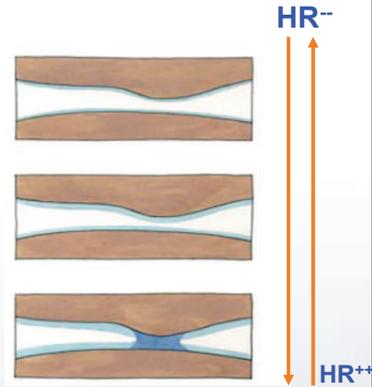


*... La vapeur d'eau peut se condenser,
l'eau redevenir vapeur !*

2. Condensation capillaire

La grande majorité des matériaux est capable de stocker et déstocker de l'humidité dans ses pores. On dit qu'ils sont hygroscopiques.

Selon l'humidité relative de l'air, la vapeur d'eau s'y condense, ou l'eau s'y évapore



Les matériaux sont +/- hygroscopiques. Qq-uns sont non-hygroscopiques.

Dessin Hervé Nallet (L'isolation thermique écologique)



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

13

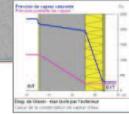
*Humidité... Dans les parois,
que se passe t'il vraiment ?*



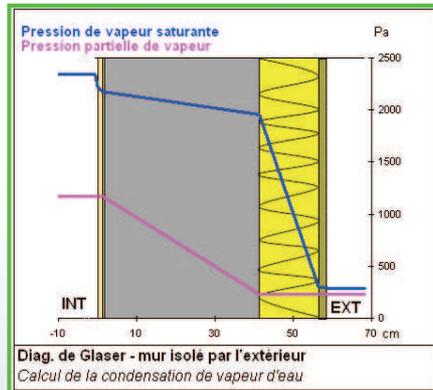
Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

14

Humidité - Et concrètement dans les parois



. Gestion de la vapeur d'eau



La méthode GLASER

Méthode simplifiée* cherchant à repérer les zones de condensation de la vapeur d'eau dans une paroi.

Cette approche se fait sur une année avec un pas de temps mensuel (*Norme NF EN ISO 13788*). Si les phénomènes de condensation se répètent au delà de certaines limites, elle estime qu'il peut y avoir un risque.

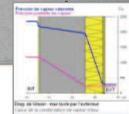
** Cette méthode n'intègre pas les comportements hygroscopique et capillaire, l'incidence du vent, de la pluie... mais elle date de 1949*



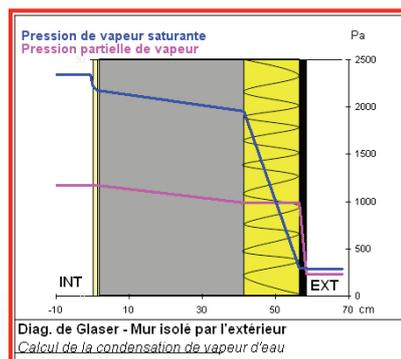
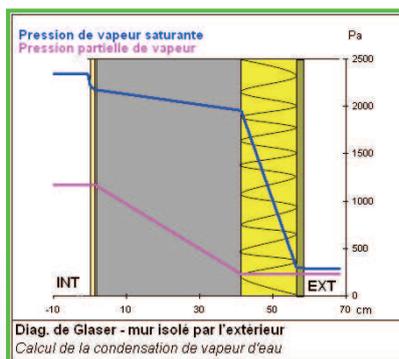
Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

15

Humidité - Et concrètement dans les parois



. Gestion de la vapeur d'eau / ITE



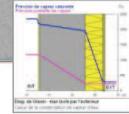
En posant l'isolant à l'extérieur, on réchauffe toutes les couches de la paroi. La vapeur d'eau ne peut condenser qu'au parement extérieur.



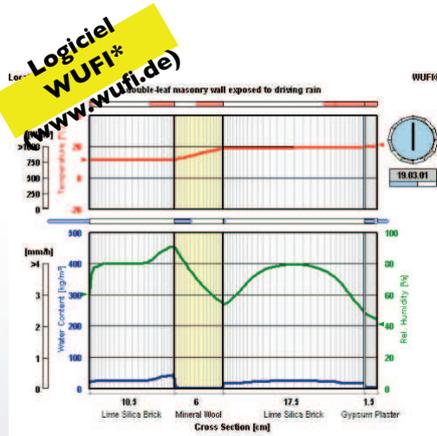
En ITE, la méthode Glaser nous dit :

- les risques sont faibles si le parement extérieur est ouvert à la vapeur d'eau (Sd faible).

Humidité - Et concrètement dans les parois



. Gestion de la vapeur d'eau



De nouveaux outils de simulation

Ils prennent en compte l'ensemble des :

- **comportements des matériaux** (Sd, hygroscopicité, capillarité...);
- **variations climatiques intérieures** (t° , humidité, remontées capillaires...)
- **variations climatiques extérieures** (t° , humidité, ensoleillement, vents, pluies...).

Simulant les parois sur plusieurs années, ils permettent de voir si elles encourent des risques dus à l'humidité.

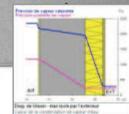
* D'après norme NF EN 15026



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

17

Humidité - Et concrètement dans les parois



. Gestion de la vapeur d'eau / ITE (Suite et fin)

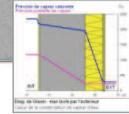
En ITE, WUFI valide la conclusion de Glaser, mais précise également qu'il faut que le parement extérieur, si c'est un enduit, soit capillaire.

De plus, particulièrement avec les murs humides (remontées capillaires...), et surtout s'ils sont particulièrement sensibles (présence de matériaux putrescibles et de terre en rôle structurel), WUFI nous invite à rechercher une continuité capillaire sur l'épaisseur du mur.

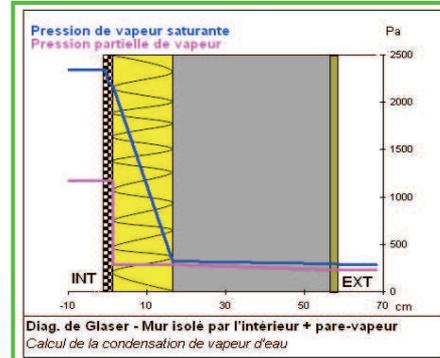
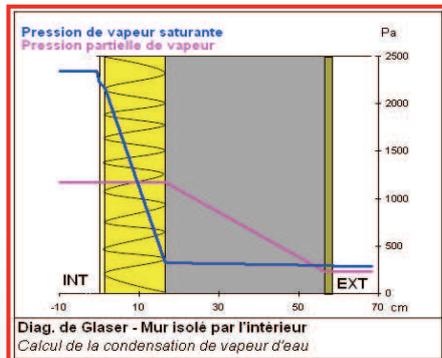


- les risques de condensation sont plus élevés si le parement extérieur est ouvert à la vapeur d'eau (Sd faible).

Humidité - Et concrètement dans les parois



. Gestion de la vapeur d'eau / ITI



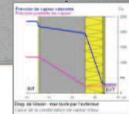
EN ITI, la température en aval de l'isolant est trop basse. De l'eau de condensation va se former, souvent à l'interface entre le mur et l'isolant.



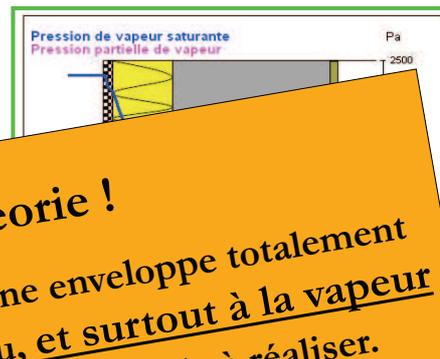
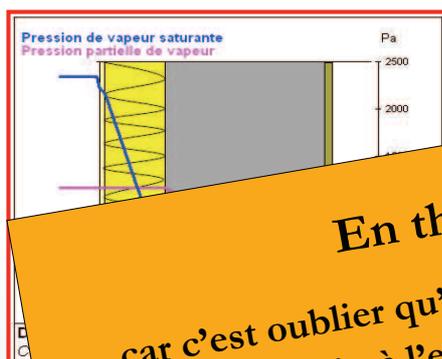
En ITI, la méthode Glaser nous dit :

- les risques sont faibles si l'on empêche la vapeur d'eau de rentrer dans le mur... d'où le besoin d'un pare vapeur

Humidité - Et concrètement dans les parois



. Gestion de la vapeur d'eau / ITI



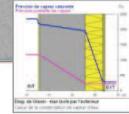
En théorie !
... car c'est oublier qu'une enveloppe totalement hermétique à l'air, à l'eau, et surtout à la vapeur d'eau, est quasiment impossible à réaliser.



En ITI, la méthode Glaser nous dit :

- les risques sont faibles si l'on empêche la vapeur d'eau de rentrer dans le mur... d'où le besoin d'un pare vapeur

Humidité - Et concrètement dans les parois

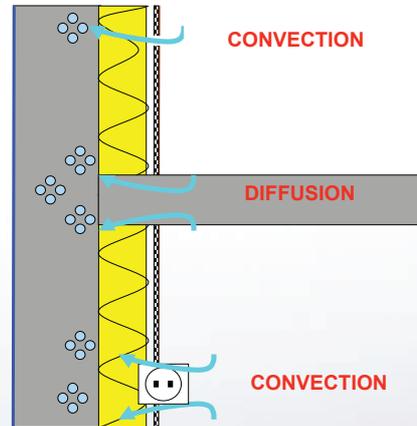


. Gestion de la vapeur d'eau / ITI

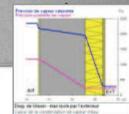
Avec un pare vapeur, le passage de la vapeur d'eau étant « impossible », elle privilégie **les points faibles de l'enveloppe**.

Une fois dans la paroi elle **s'additionne à l'eau déjà contenue dans les matériaux et aux éventuelles remontées capillaires**.

En été, la paroi n'a pas la possibilité de sécher coté intérieur, car **l'humidité est piégée derrière le pare-vapeur**.



Humidité - Et concrètement dans les parois



. Gestion de la vapeur d'eau / ITI

Avec un pare vapeur...

En ITI, soit là où les risques dus à l'humidité sont les plus présents, WUFI nous invite, en plus d'un enduit extérieur capillaire et très ouvert à la vapeur d'eau, à étudier la piste :

- des membranes peu fermées à la vapeur d'eau (freins de vapeur), voire des membranes à diffusion variable ;
- des matériaux capillaires, voire hygroscopiques...



... en attendant que les textes s'harmonisent au niveau européen... ou au moins que les textes français intègrent les connaissances acquises ces dernières années.

Humidité : En guise de conclusion



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne

23

En guise de conclusion...

Version courte

1. Réalisation d'une très bonne étanchéité à l'air coté intérieur + pose d'un système de renouvellement d'air.
2. Choix de parements ext. très ouverts à la vapeur d'eau. Et si ce sont des enduits, les choisir également capillaires.
3. Coté intérieur, choix de matériaux limitant l'entrée de la vapeur d'eau dans la paroi... mais permettant si besoin son évacuation lorsque les conditions le permettent. (plus «frein de vapeur» ou membrane hygro-variable que pare-vapeur)
4. Particulièrement pour les murs anciens sujets à humidité et contenant des matériaux putrescibles et/ou de la terre (cru) ayant un rôle structurel : recherche d'une continuité capillaire à l'intérieur des parois.

Note : Est appelé ici parement, l'ensemble des matériaux se trouvant entre le mur et l'air (int ou ext)



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

24

Humidité (suite et fin) :

Pare vapeur, frein de vapeur, parois perspirantes ??...



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne - ASDER - 12 juin 2012

25

Humidité... (Suite et fin)



Frein de vapeur

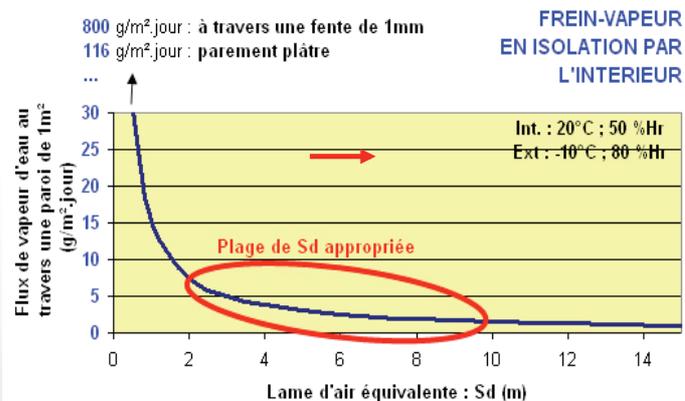


Frein de vapeur



Pare-vapeur

Les pare vapeur* : $S_d > 5$ à 10 m
Les freins de vapeur* : $1 < S_d < 3$ à 5 m



*** Il n'existe pas encore de définitions explicites. Certains ne parleront que de pare vapeur (plus ou moins) ouverts à la vapeur d'eau**

Humidité... (Suite et fin)

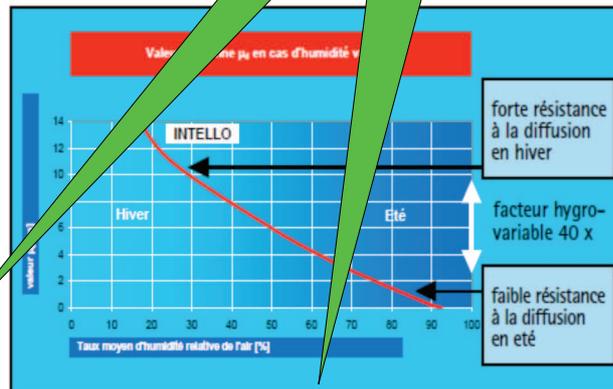
Produits sous ATec

Les « freins de vapeur à diffusion variable »

La résistance à la vapeur d'eau de ces membranes varie. Elle est élevée en hiver pour limiter l'entrée de la vapeur d'eau dans la paroi. Elle est faible en été pour permettre le séchage de la paroi vers l'intérieur.



Vario®
(ISOVER®).
Sd = 0,2 à 3 m



Intello® (PRO CLIMA®). Sd = 0,25 à 10 m



* Il n'existe pas encore de définition explicite. Certains parleront de pare-vapeur (ou membrane) hygro-variable, de frein de vapeur évolutif...

Humidité... (Suite et fin)

Les parois « perspirantes* »

Il s'agit de parois constituées de matériaux hygroscopiques, et ne comportant aucun matériau fermé à la vapeur d'eau.

De telles parois semblent** :

- améliorer la qualité de l'air : régulation de l'humidité (on parle d'inertie hydrique), régulation de l'équilibre ionique... ;
- améliorer le confort thermique, particulièrement pour le confort d'été (du fait de la chaleur latente de l'eau : dégagement de calories lorsque l'eau se condense, absorption de calories lorsqu'elle se vaporise) ;
- limiter les risques de condensation (du fait de la condensation capillaire, le point de rosée est déplacé coté extérieur).

** "semblent" car ces contributions sont difficilement quantifiables et/ou non encore officiellement reconnues.



* Il n'existe pas encore de définition. Certains parleront de parois « respirantes », ou les citeront en les opposant aux « bouteilles thermos ».

◀ | ▶

Humidité (suite et fin) :

Caractéristiques hygrométriques des isolants


 Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne – ASDER – 12 juin 2012
 29

◀ | ▶

Caractéristiques "hygro" des isolants

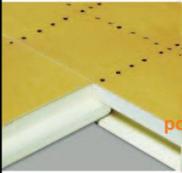
NON PERMEABLE à LA VAPEUR D'EAU



Verre cellulaire



Polystyrène extrudé



Panneau polyuréthane

PEU (à très peu) PERMEABLE à LA VAPEUR D'EAU



Panneau de liège



Polystyrène expansé

PERMEABLE à LA VAPEUR D'EAU



Laine de chanvre



Panneau de fibres de bois



Mousse minérale



Ouate de cellulose



Laine minérale



Botte de paille

3

. Caractéristiques "hygro" des isolants

←
→

Matériau	Propriétés
Laine minérale	NON HYGROSCOPIQUE & NON CAPILLAIRE
Verre cellulaire	NON HYGROSCOPIQUE & NON CAPILLAIRE
Panneau polyuréthane	NON HYGROSCOPIQUE & NON CAPILLAIRE
Polystyrène extrudé	NON HYGROSCOPIQUE & NON CAPILLAIRE
Polystyrène expansé	NON HYGROSCOPIQUE & NON CAPILLAIRE
Panneau de liège	NON HYGROSCOPIQUE & NON CAPILLAIRE
Mousse minérale	NON HYGROSCOPIQUE & NON CAPILLAIRE
Ouate de cellulose	HYGROSCOPIQUE & CAPILLAIRE
Laine de chanvre	HYGROSCOPIQUE & CAPILLAIRE
Botte de paille	HYGROSCOPIQUE & CAPILLAIRE
Panneau de fibres de bois	HYGROSCOPIQUE & CAPILLAIRE

. Caractéristiques "hygro" des isolants

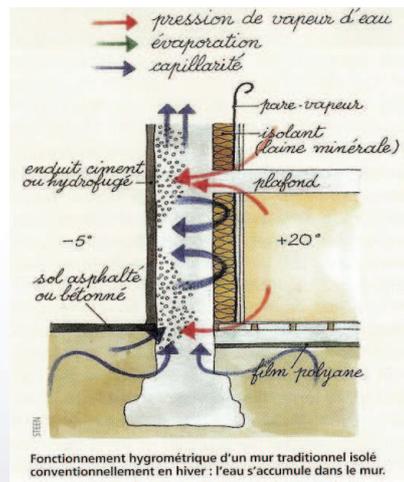
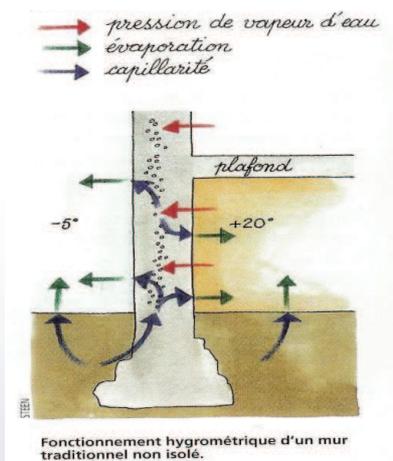
←
→

Matériau	Propriétés
Verre cellulaire	NON PUTRESCIBLE & NON ALTERABLE
Mousse minérale	NON PUTRESCIBLE & NON ALTERABLE
Panneau de liège	NON PUTRESCIBLE, MAIS ALTERABLE
Polystyrène extrudé	NON PUTRESCIBLE & très peu ALTERABLE
Polystyrène expansé	NON PUTRESCIBLE & très peu ALTERABLE
Panneaux polyuréthane	NON PUTRESCIBLE & très peu ALTERABLE
Panneau polyuréthane	NON PUTRESCIBLE & très peu ALTERABLE
Laine de chanvre	PUTRESCIBLE & ALTERABLE
Ouate de cellulose	PUTRESCIBLE & ALTERABLE
Panneau de fibres de bois	PUTRESCIBLE & ALTERABLE
Botte de paille	PUTRESCIBLE & ALTERABLE

Humidité (suite et fin) :

Clin d'oeil sur le mur ancien :

Principe de fonctionnement d'un mur ancien :





Dans certains cas il sera nécessaire de rétablir tout ou partie des conditions d'origine :



Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne – ASDER – 12 juin 2012



***... à moins que
ça ne se fasse
tout seul !***





..... *Et, la minute de pub ! pub ! pub ! pub ! Pub!...*



Merci de votre attention, ... et place aux échanges !



Samuel Courgey - Technicien référent, Formateur, Auteur - Arcanne – ASDER – 12 juin 2012