

C'est quoi un matériaux bio-sourcée ?

C'est quoi un bâti performant ?

# L'isolation

## ▪ Critères de choix d'un isolant :

→ De nombreuses caractéristiques...

### ▪ Mécaniques :

- Différentes formes : en panneau rigides, semi-rigides, en vrac,...
- Résistance au feu (classement MO, M1,...)
- Certification ACERMI

### ▪ Thermiques :

- Conductivité thermique  $\lambda$  en W/m.K
- Chaleur massique C en J/kg.K ou chaleur spécifique
- Densité  $\rho$  en kg/m<sup>3</sup>
- Déphasage

### ▪ Hygrométriques :

- Perméabilité à la vapeur d'eau
- Hygroscopicité
- Capillarité
- Sensibilité

### ▪ Acoustiques

- Gain acoustique en dB par m

### ▪ Environnementales et sanitaires :

→ *Informations via les FDES*

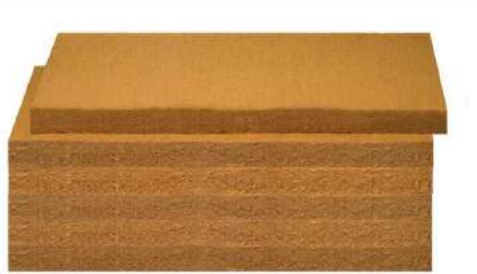
- Énergie grise (kWh/m<sup>3</sup>)
- Émissions de COV, risque cancérigène, dermatologique, pulmonaires, radioactivité,...

### ▪ Mais également le coût de l'isolant !

→ ... Un arbitrage à réaliser

# Les différents isolants

## Fibre de bois



La fibre de bois est issue de déchets de bois résineux.

La fabrication de la fibre de bois :

- Défilage de chutes de bois
- Formation d'une pâte par adjonction d'eau, d'adjuvants et de liants (possibilité : lignine comme seul agglomérant)
- Coulage, laminage, séchage et mise en forme

La fibre de bois se présente sous forme : souple (rouleaux), semi-rigide (panneaux), rigide (panneaux) et vrac (insufflation).

**Les atouts :** - Perméable à la vapeur d'eau

**Les inconvénients :** A votre avis...

- Bon régulateur hygroscopique
- Conductivité thermique :  $0,036 \leq \lambda \leq 0,055 \text{ W/(m.K)}$
- Bonne contribution au confort d'été
- Bonnes performances phoniques selon la densité
- Pas d'émission de particules
- Matière première renouvelable
- Valorisable en humus ou en énergie selon la nature des liants et des adjuvants



# Les différents isolants



Liège



Le liège est issue de l'écorce du chêne liège.

La fabrication du liège :

- Prélèvement d'écorce (démasclage), réduction mécanique en granulats
- Expansion par cuisson puis (pour panneau) agglomération à chaud par la résine du liège (subérine)
- Mise en forme

Le liège se présente sous forme : rigide (panneaux), vrac (granulats) et éléments moulés (coques).

**Les atouts :** - Incompressibilité

**Les inconvénients :** A votre avis...

- Imputrescible
- Résistant à l'humidité
- Peu perméable à la vapeur d'eau
- Conductivité thermique :  $0,034 \leq \lambda \leq 0,050 \text{ W/(m.K)}$
- Bonne contribution au confort d'été
- Bonnes performances phoniques selon la densité
- Excellente durabilité
- Réutilisable



# Les différents isolants



## Ouate de cellulose



La ouate de cellulose est issue essentiellement de journaux recyclés.

La fabrication de la ouate de cellulose :

- Le papier est broyé et défibré en flocons puis stabilisé par incorporation de divers agents (notamment sel de bore)
- Adjonction de fibres de texturation (polyester) pour mise en rouleaux et panneaux

La ouate de cellulose se présente sous forme : souple (rouleaux), semi-rigide (rouleaux) et vrac (insufflation ou projection).

**Les atouts :** - Grande légèreté (masse volumique :  $\rho \leq 70 \text{ kg/m}^3$ )  
avis...

- Perméable à la vapeur d'eau
- Bon régulateur hygroscopique
- Conductivité thermique :  $0,038 \leq \lambda \leq 0,044 \text{ W/(m.K)}$
- Bonne contribution au confort d'été
- Performances phoniques intéressantes selon la densité
- Matière première abondante issue du recyclage
- Recyclage possible en isolant mais valorisation en énergie car filière non organisée

**Les inconvénients :** A votre avis...



# Les différents isolants



## Laine de chanvre



La laine de chanvre est issue de la plante annuelle chanvre.

La fabrication de la laine de chanvre :

- Effilochage et expansion mécaniques de la chènevotte (partie fibreuse de la plante) en laine
- Adjonction de fibres de texturation (polyester)
- Mise en forme

La laine de chanvre se présente sous forme : souple (rouleaux) et semi-rigide (rouleaux).

- Les atouts :**
- Grande légèreté (masse volumique :  $25 \leq \rho \leq 40 \text{ kg/m}^3$ )
  - Perméable à la vapeur d'eau
  - Bon régulateur hygroscopique
  - Conductivité thermique :  $0,039 \leq \lambda \leq 0,042 \text{ W/(m.K)}$
  - Bonne contribution au confort d'été
  - Performances phoniques intéressantes selon la densité
  - Matière première renouvelable
  - Valorisable en énergie

**Les inconvénients :** A votre avis...



# Les différents isolants

## Projection de béton de chanvre côté intérieur



# Les différents isolants



## Laine de lin



La laine de lin est issue de la plante annuelle lin.

La fabrication de la laine de lin :

- Traitements aux sels minéraux (sel de bore ou silicate de sodium)
- Cardage (peigne) des fibres courtes (bas de la tige non utilisées dans l'industrie textile) en laine
- Adjonction de fibres de texturation (polyester) ou de colles à base de fécule de pomme de terre ou d'amidon de maïs
- Mise en forme

La laine de lin se présente sous forme : souple (rouleaux) et semi-rigide (rouleaux).

**Les atouts :** - Grande légèreté (masse volumique :  $20 \leq \rho \leq 35 \text{ kg/m}^3$ )

- Perméable à la vapeur d'eau
- Bon régulateur hygroscopique
- Conductivité thermique :  $0,037 \leq \lambda \leq 0,044 \text{ W/(m.K)}$
- Performances phoniques intéressantes selon la densité
- Matière première renouvelable
- Valorisable en humus ou en énergie selon la nature des liants et des adjuvants

**Les inconvénients :** A votre avis...



# Les différents isolants



Sources : AQC et  
RFCP

- La paille
  - Généralement remplissage ossature bois
  - Pour un mur de 46cm d'épaisseur le R est de l'ordre  $7,5\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$
  - Des règles professionnelles reconnues existent

# Les différents isolants



## Laine de textile recyclé



La laine de coton est issue essentiellement de coton industriel recyclé.

La fabrication de la laine de coton :

- Découpage, hachage et défibrage des tissus
- Adjonction de fibres de texturation (polyester)
- Mise en forme

La laine de coton se présente sous forme : souple (rouleaux) et semi-rigide (rouleaux).

**Les atouts** : - Grande légèreté (masse volumique :  $18 \leq \rho \leq 75 \text{ kg/m}^3$ )

**Les inconvénients** : A votre avis...

- Perméable à la vapeur d'eau
- Bon régulateur hygroscopique
- Conductivité thermique :  $0,039 \leq \lambda \leq 0,048 \text{ W/(m.K)}$
- Performances phoniques intéressantes selon la densité
- Matière première abondante issue du recyclage
- Recyclable en isolant ou alors valorisation en énergie



# Les différents isolants



## Laine de mouton



La laine de mouton provient du mouton.

La fabrication de la laine de mouton :

- Tonte, démêlage
- Lavage (savon et soude), dessuintage
- Traitement antimite, antifongique, insecticide et ignifugeant (sel de bore ou perméthrine)
- Après séchage, compression pour vrac ou cardage puis aiguilletage pour rouleau
- Adjonction de fibres de texturation (polyester) pour mise en rouleau

La laine de mouton se présente sous forme : souple (rouleaux) et vrac.

**Les atouts :** - Grande légèreté (masse volumique :  $13 \leq \rho \leq 35 \text{ kg/m}^3$ )

**Les inconvénients :** A votre avis...

- Perméable à la vapeur d'eau
- Excellent régulateur hygroscopique
- Conductivité thermique :  $0,035 \leq \lambda \leq 0,045 \text{ W/(m.K)}$
- Performances phoniques intéressantes selon la densité
- Matière première abondante issue d'une filière agricole
- Recyclage possible en isolant et valorisation en énergie



# Les différents isolants



## Laine de plumes de canard



La plume de canard provient du canard.

La fabrication de la laine de plumes de canard:

- Plumage, lavage et séchage
- Traitement antimite, antifongique, insecticide et ignifugeant (sel de bore ou perméthrine)
- Adjonction de fibres de mouton et de fibres de texturation (polyester) pour mise en rouleau

La laine de plumes de canard se présente sous forme : souple (rouleaux)

**Les atouts :** - Grande légèreté (masse volumique :  $20 \leq \rho \leq 30$  kg/m<sup>3</sup>)

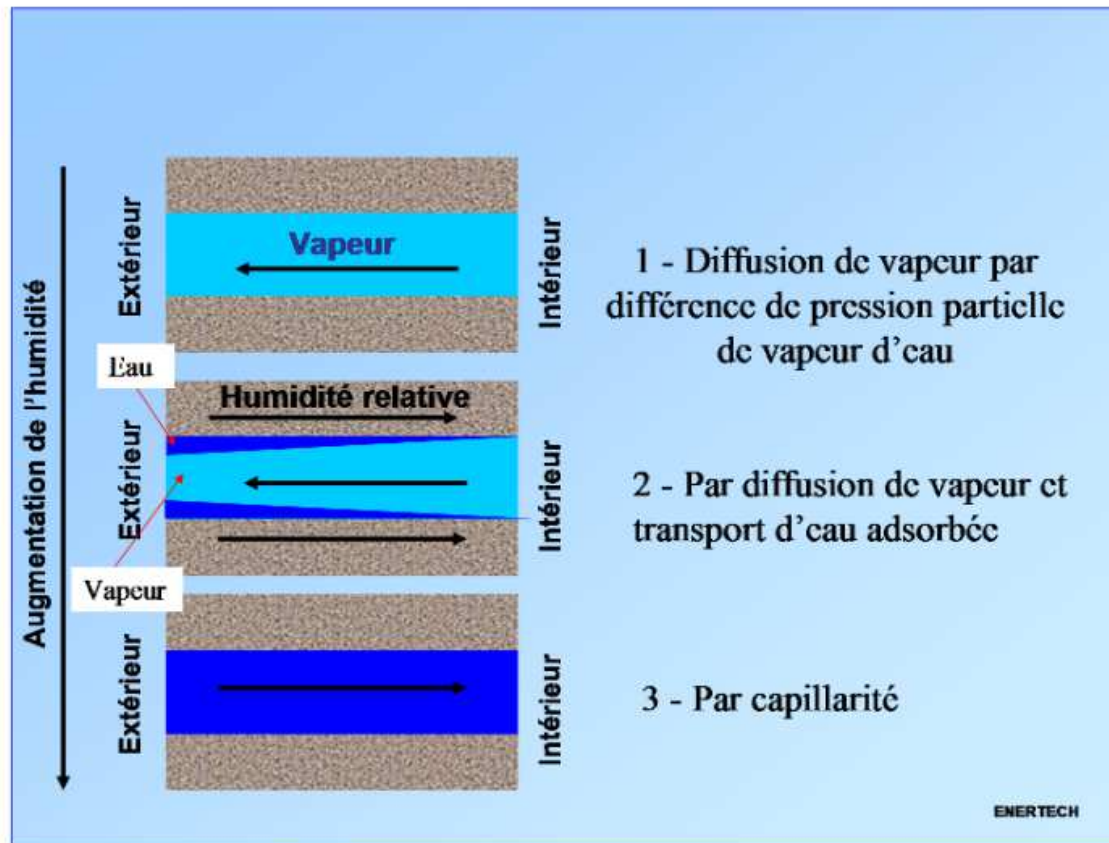
**Les inconvénients :** A votre avis...

- Perméable à la vapeur d'eau
- Bon régulateur hygroscopique
- Conductivité thermique :  $0,035 \leq \lambda \leq 0,042$  W/(m.K)
- Matière première abondante
- Recyclage possible en isolant mais valorisation en énergie car filière non organisée



# Pourquoi l'hygroscopicité ?

⬇ Des matériaux sensibles à l'humidité



## Capillarité

C'est la propriété d'un matériau se chargeant en eau liquide à son contact par succion.

FIGURE 1 – Illustration des 3 principaux phénomènes de transfert d'humidité.



**Les isolants végétaux stockent l'humidité de condensation dans leurs fibres, et non entre elles, ce qui ne réduit pas leurs capacités d'isolation et ne nuit pas à leur durabilité**

isolants	Densité moyenne kg/m <sup>3</sup>	Conductivité thermique moyenne en W/m.°C	Capacité thermique moyenne en Wh/m <sup>3</sup> .°C	Epaisseur hiver en cm (R = 7m <sup>2</sup> /K.W)	Epaisseur été en cm <sup>1</sup> (D = 12h)
Laine de bois	160	0,050	90	35	20
Laine de bois	55	0,040	31	28	31
Laine de bois	40	0,040	23	28	36
Ouate de cellulose (insufflée)	60	0,038	31	27	30
Ouate de cellulose (panneaux)	85	0,040	44	28	26
Paille de lavande broyée	110	0,055	50	39	29
Enduits "isolants"	800	0,150	3200	105	6
Paille compressé	379	0,102	148	71	23
Roseaux compressé	255	0,056	100	39	21
Chênevotte	90	0,055	48	39	29
Bloc de chanvre	300	0,075	1500	53	6
Liège expansé (vrac)	60	0,045	31	32	33
Perlite	80	0,050	22	35	41
Vermiculite	100	0,075	96	53	24
Polyuréthane rigide	30	0,030	12	21	43
Coton	20	0,040	6	28	71
Laine de mouton	10	0,035	5	25	73
Laines de verre	15	0,038	5	27	76
Laines de roche	40	0,040	34	28	30
Polystyrène	7	0,035	3	25	94
Fibres polyester	15	0,045	2	32	130
<b>matériaux porteurs</b>					
Brique alvéolaire monomur	750	0,125	210	88	21
Bois lourd (chêne, mélèze)	600	0,210	315	147	22
Bois léger (résineux, feuillus)	300	0,120	158	84	24
Béton cellulaire monomur	400	0,090	96	63	27
Paille	80	0,070	31	49	41
Bloc de ciment standard	850	0,900	238	630	53

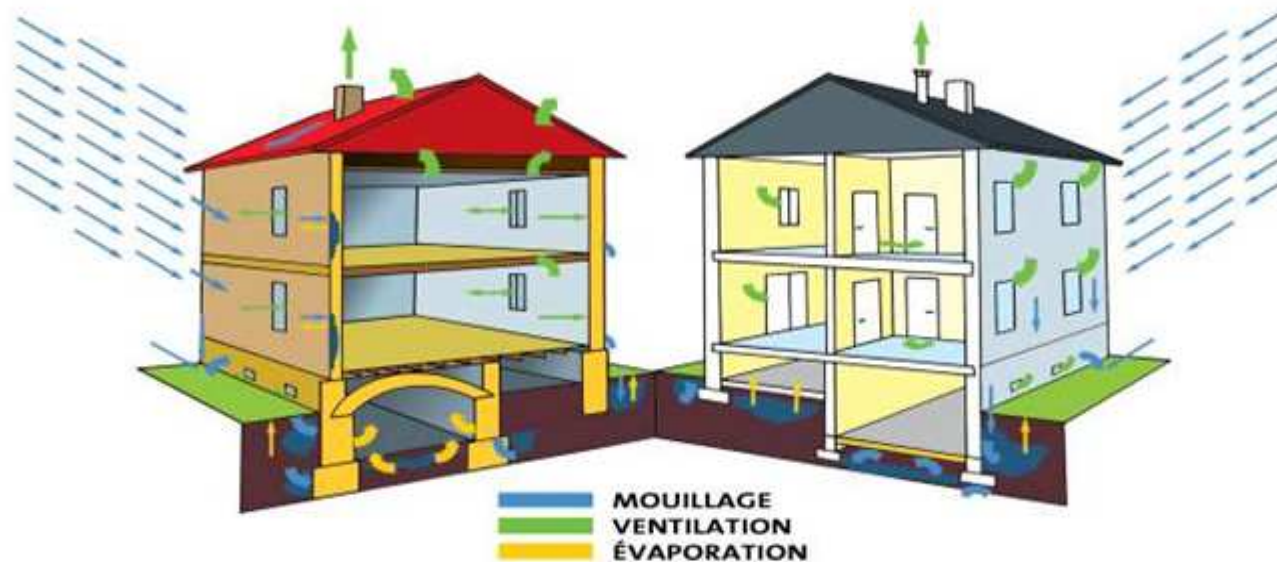
Calcul déphasage : « Logements à faibles besoins en énergie », p38, Olivier Silder.

Épaisseur en hiver : pour  $R = 7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Epaisseur en été : pour un déphasage de 12 h

# Procédés d'isolation des murs anciens

Le cas des « murs anciens »



Les constructions anciennes :  
Bâtiments dont les matériaux  
contiennent ou laissent passer la  
vapeur d'eau.  
Ces modes constructifs correspondent  
aux constructions d'avant 1950.

Les constructions récentes :  
Bâtiments dont le mode constructif  
est supposé étanche  
(béton, briques modernes...)

## Problématique liée à l'occupation

### ✓ Deux types de murs possibles :

- Un **mur respirant** avec des matériaux perméables à la vapeur d'eau et imputrescibles qui laissent échapper l'humidité : autorégulation de l'humidité.
- Un **mur « standard » qui piège la vapeur d'eau** avec des risques sur le bâtiment.

### ✓ Quels types de risque ?

- Moisissure de l'isolant : un isolant fibreux humide et perte de sa résistance thermique
- Développement de champignons
- Bois pourrit
- Etc.



### ✓ Deux solutions distincts :

- Empêcher le passage de la vapeur d'eau dans le mur à l'aide d'un frein vapeur
- *Réduire le taux d'humidité à l'intérieur du logement*

# Procédés d'isolation des murs anciens

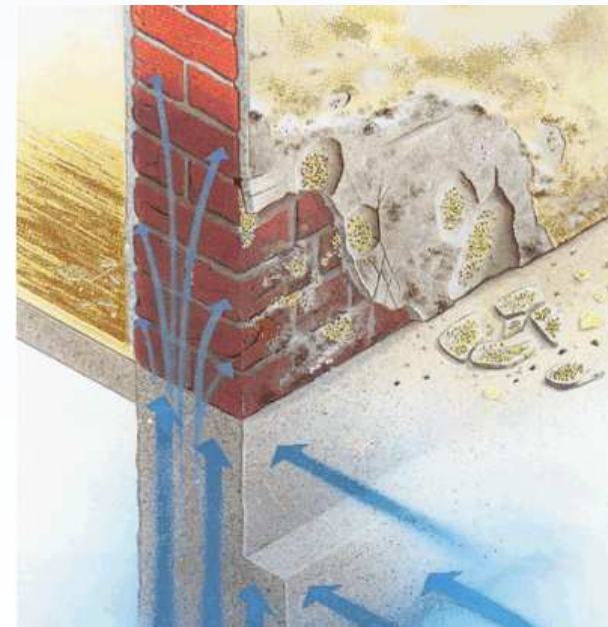
## Le cas des « murs anciens »

### Cas particuliers des enduits présents sur une construction ancienne

- Les maçonneries anciennes étaient conçues pour favoriser l'évaporation rapide de l'eau qui les imprègne, parce que leurs parements extérieurs et intérieurs sont nus ou revêtus d'enduits perméables à la vapeur.
- Plus récemment, lors de la réfection des façades de ces anciennes constructions, des enduits en mortier de ciment peu perméables ont pu être utilisés, modifiant considérablement les échanges hygrométriques au droit de ces parois.



**Conséquence**



- Les remontées capillaires s'élèvent alors encore plus haut, humidifiant les murs, favorisant leur conductivité thermique et provoquant des dégradations esthétiques et structurelles.

## Le cas des « murs anciens »

### Cas particuliers des enduits présents sur une construction ancienne



- Constat initial : Humidification des murs et dégradations de l'enduit ciment
- Constat après piquage de cet enduit : présence de matériaux poreux n'ayant plus de régulation hygrométrique

## Le cas des « murs anciens »

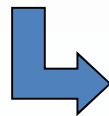
Si choix d'une isolation par l'intérieur :



- Mettre en œuvre une lame d'air non ventilée n'est pas judicieux sur ce type de support !



Risque important de condensation

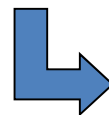


Risque de dégradation du mur et du doublage isolant

- Bloquer les remontées capillaires par une barrière étanche (film polyane) disposée en pied de mur côté intérieur est problématique !



L'humidité remontera toujours et le mur n'a plus qu'une seule surface d'échange : celle soumise aux intempéries



Mur s'asséchant beaucoup plus difficilement

## Si choix d'une isolation par l'intérieur :

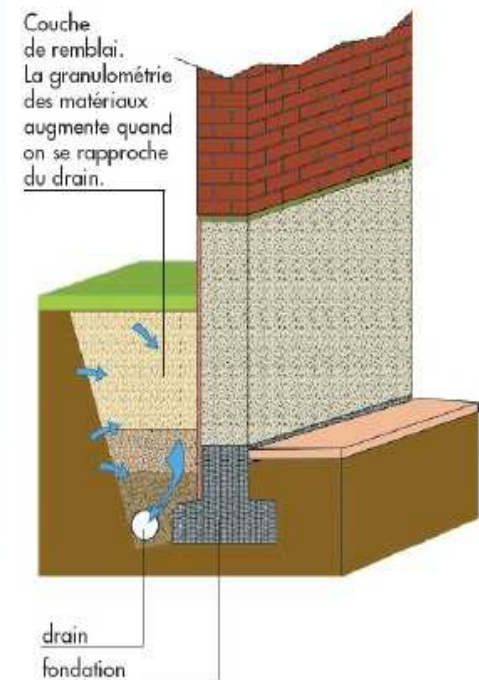


- Assécher si nécessaire le mur contre l'humidité ascensionnelle :



- Drainage
- Dégagement de la base des murs
- Coupures de capillarité
- Electro-osmose inverse
- Siphons atmosphériques
- ...

- Sinon laisser s'évacuer naturellement les remontées d'eau par capillarité



## Le cas des « murs anciens »

### Si choix d'une isolation par l'intérieur :



- Rejoindre puis ré-enduire à la chaux côté extérieur (chaux-chanvre, chaux-liège, chaux-copeaux de bois, chaux-paille, chaux-sable)
- Soit colombage en bois imputrescible (Douglas) + remplissage béton de chanvre + finition en enduit isolant
- Soit doublage avec aménageant une lame d'air devant le mur mais ventilée mécaniquement sur l'extérieur par des orifices en position basse et haute.
- Soit plaquer isolant perméable à la vapeur d'eau et hygroscopique avec un frein-vapeur + finition possible plaque de parement ou doublage brique monté à la chaux
- Dans tous les cas laisser les refends nus mais les isoler sur 1m au niveau des jonctions avec les murs extérieurs est préférable

## Le cas des « murs anciens »

Isolation par l'intérieur avec colombage et remplissage béton de chanvre banché :

granulat fabriqué à partir de  
chènevotte extraite mécaniquement  
du chanvre

+

mélange chaux aérienne pure,  
liant hydraulique et pouzzolanique

=

**béton léger isolant**



- Pose des banches (planches de coffrage) jusqu'à 1 m de haut
- Mélange déposé dans l'espace vide
- Une fois sec le coffrage enlevé
- Ainsi jusqu'en haut
- Finition intérieure par un enduit chaux-sable ou terre ou plâtre

# Pourquoi l'hygrothermie ?

## 👉 Principes de l'hygrothermie dans l'habitat

$$\% HR = \frac{V_{\text{vapeur d'eau}}}{V_{\text{total}}}$$

$$\varphi = 100 \cdot \frac{p_v}{p_{\text{sat}}} (\%)$$

Cette grandeur est également fréquemment notée HR (Humidité Relative).

L'humidité relative (degré d'hygrométrie)

est le rapport de :

- la quantité de vapeur contenue à
- la quantité contenue à saturation

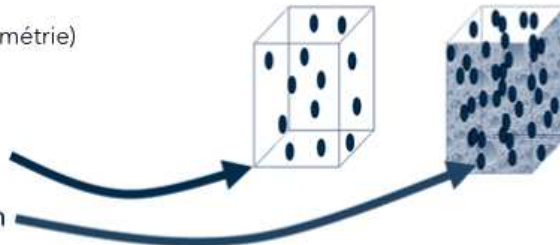
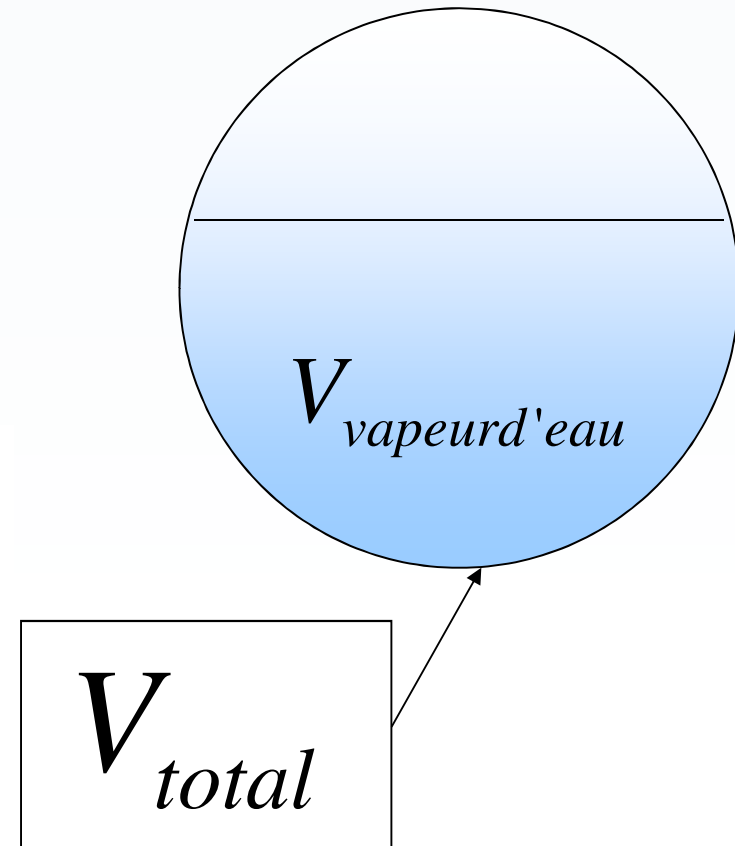
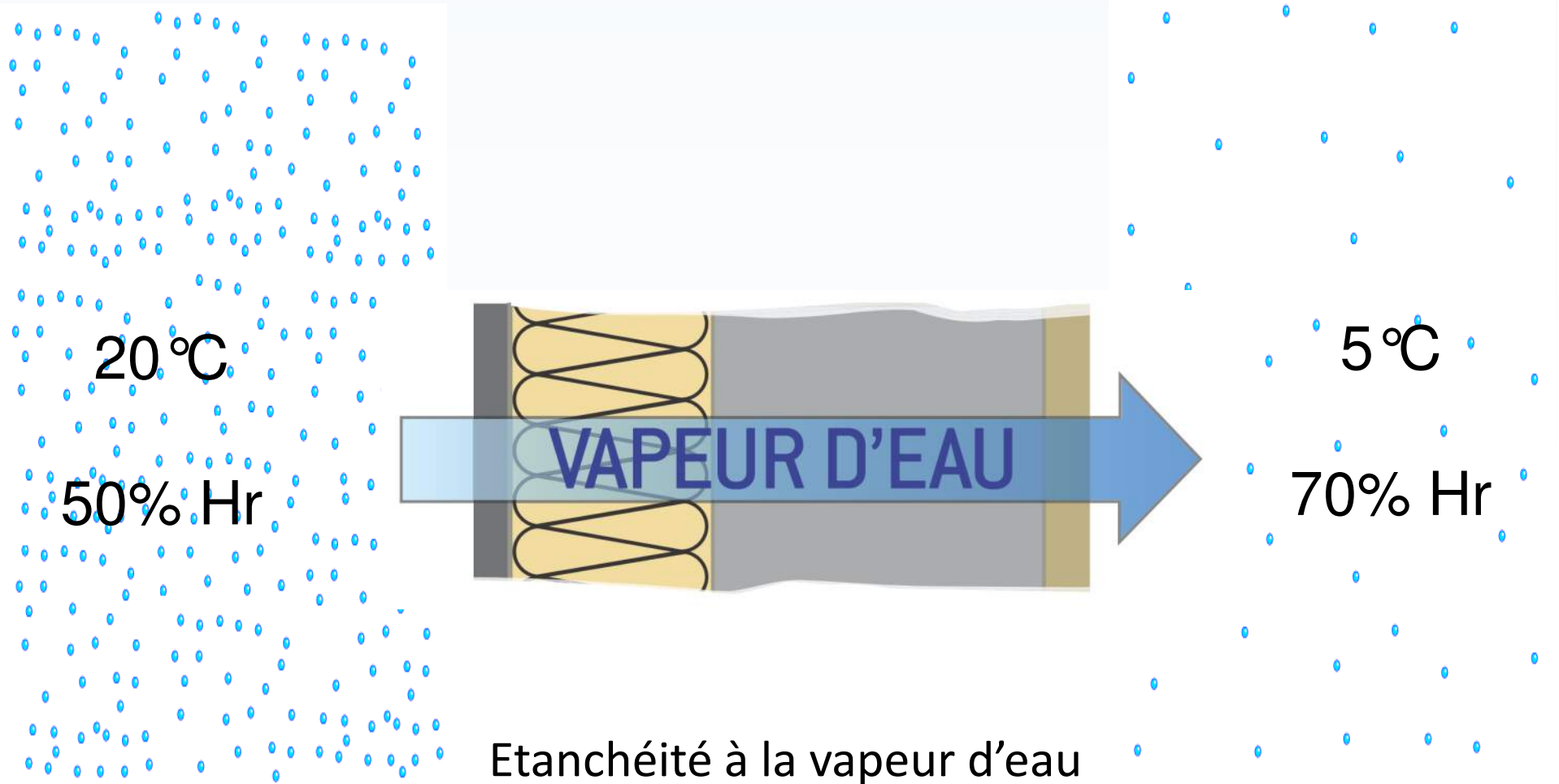


Figure 4 – Définition de l'humidité relative



# Le fonctionnement de la condensation

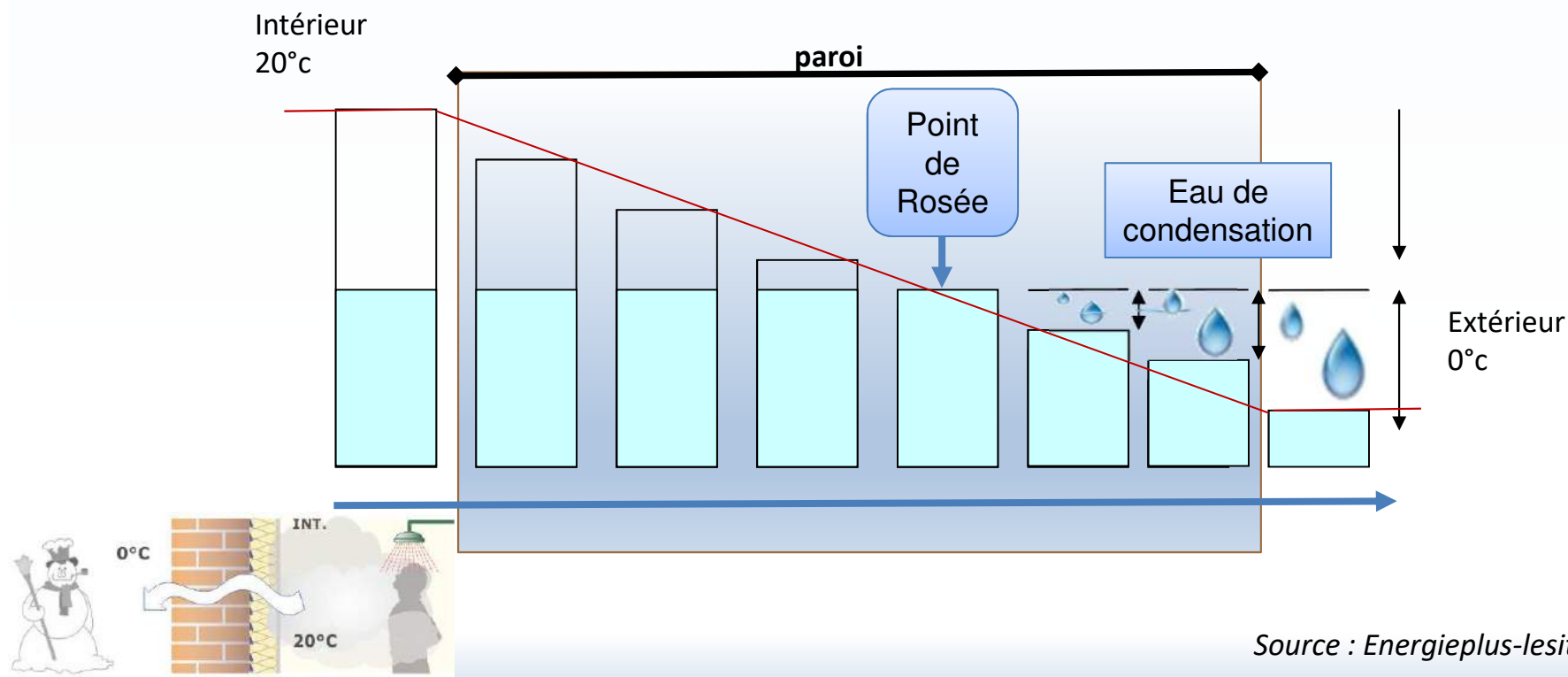


## Problématique liée à l'occupation

✓ Un mur est poreux. Il laisse passer l'air humide.

Le risque de condensation existe-il dans une paroi solide ?

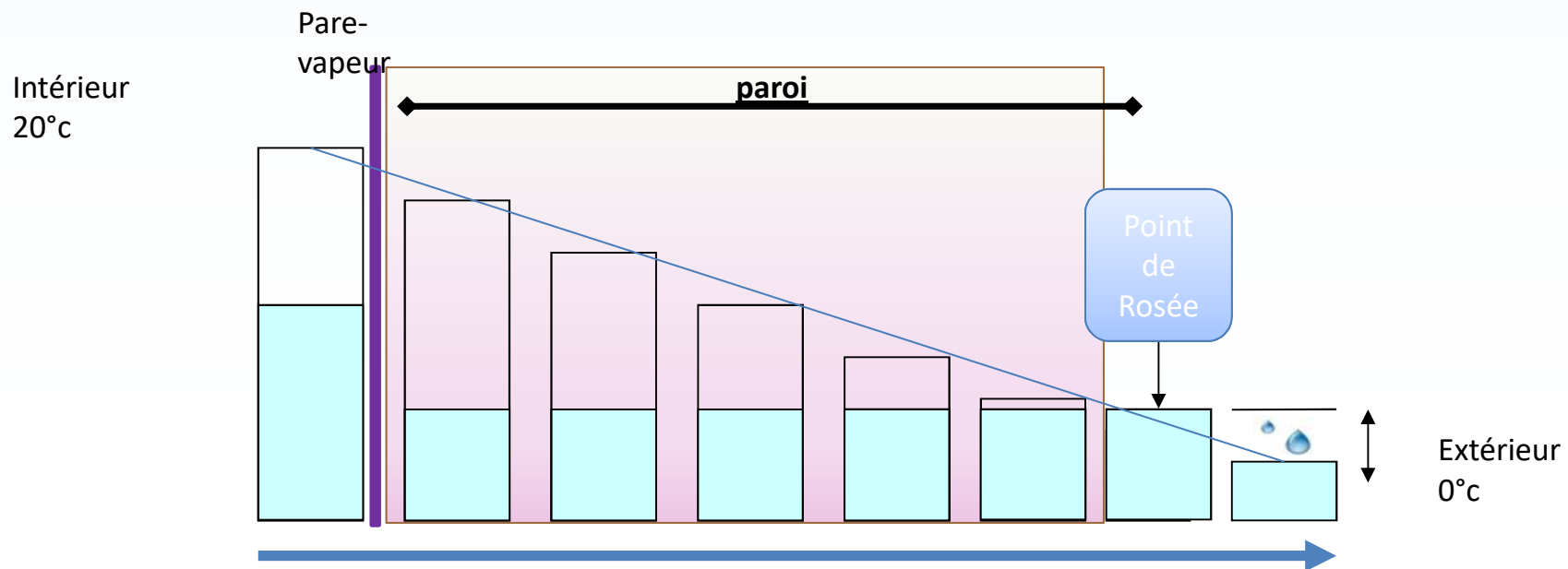
- Oui, lorsqu'il traverse la paroi, le volume d'air disponible diminue avec la température mais pas la quantité de vapeur d'eau présente.



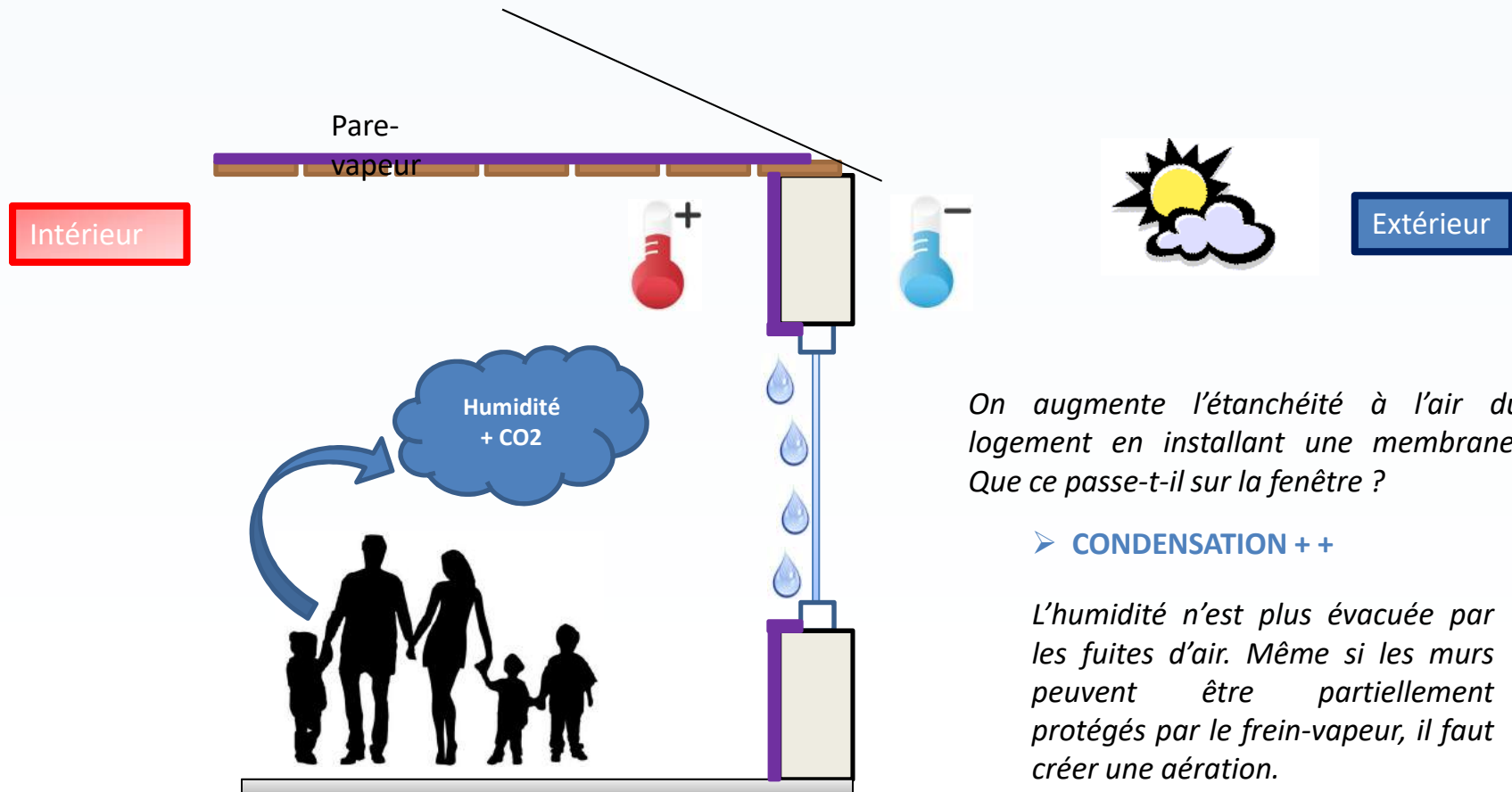
Source : Energieplus-lesite

## Problématique liée à l'occupation

- ✓ Le frein vapeur doit toujours être placé du côté chaud, derrière l'isolant. Pourquoi ?
  - Sinon il bloque la vapeur d'eau dans la paroi => **Risque de dégradation**



## Problématique liée à l'occupation

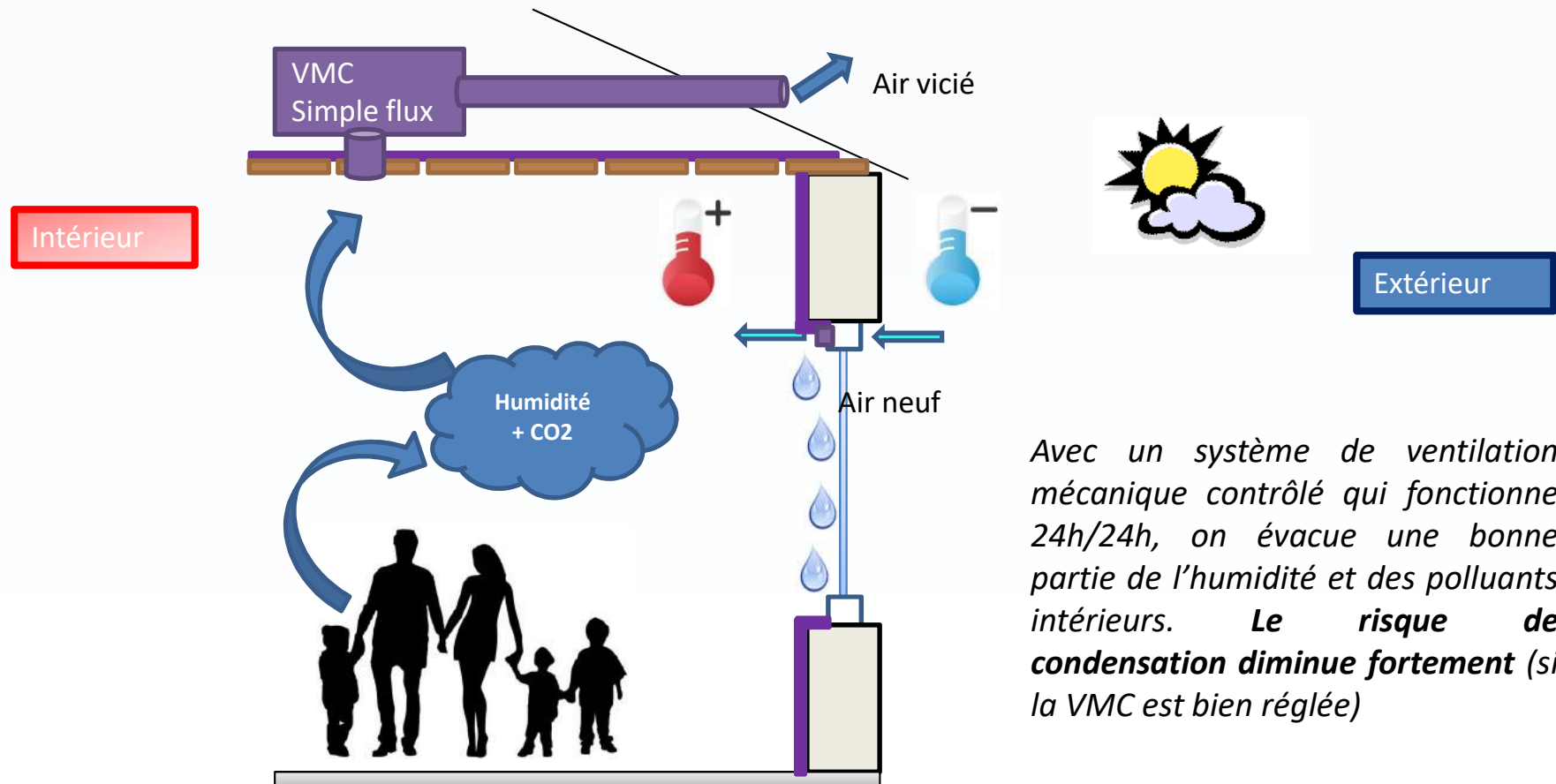


*On augmente l'étanchéité à l'air du logement en installant une membrane. Que se passe-t-il sur la fenêtre ?*

### ➤ CONDENSATION ++

*L'humidité n'est plus évacuée par les fuites d'air. Même si les murs peuvent être partiellement protégés par le frein-vapeur, il faut créer une aération.*

## Installation d'une VMC

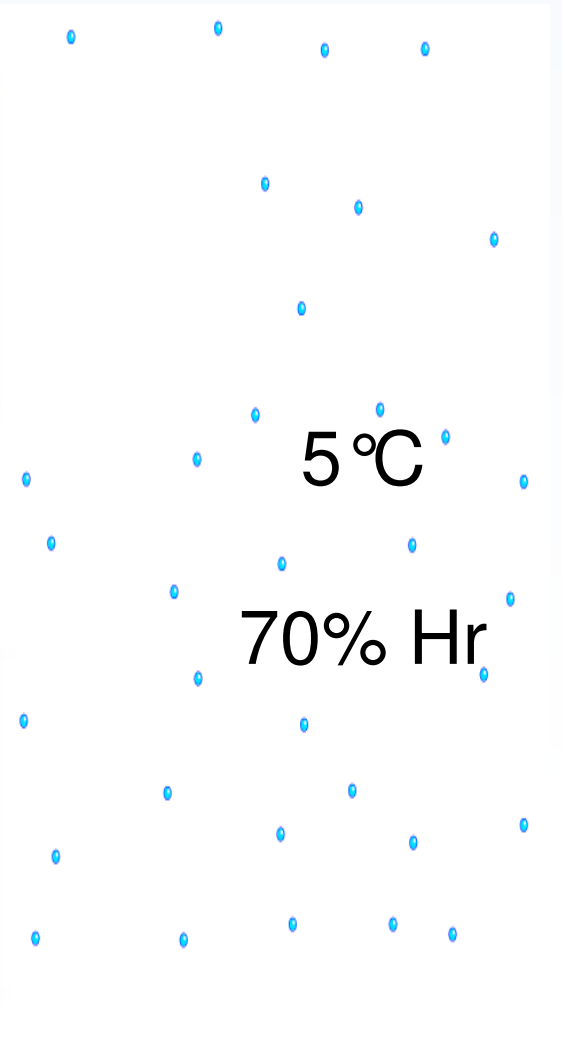
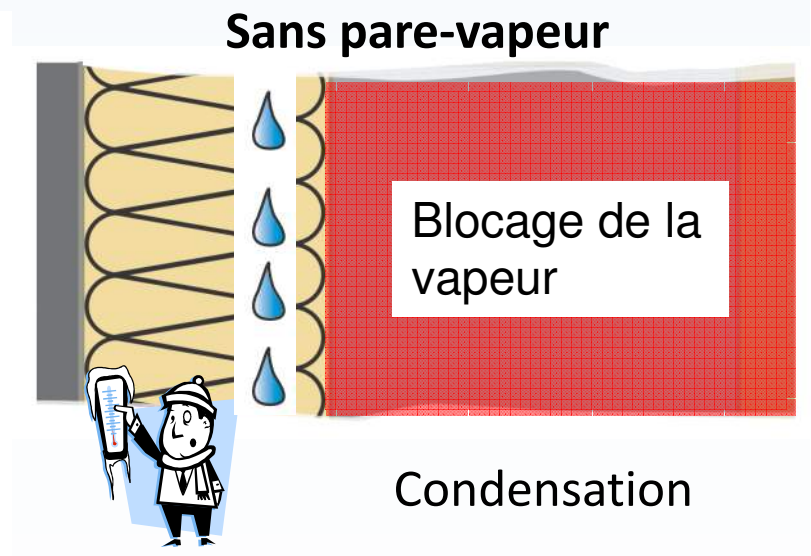
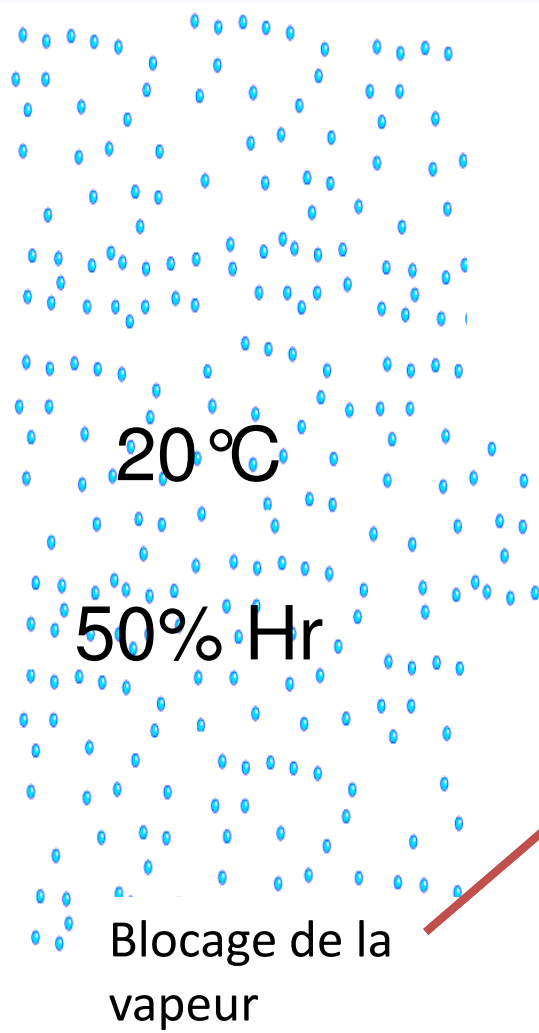


*Avec un système de ventilation mécanique contrôlé qui fonctionne 24h/24h, on évacue une bonne partie de l'humidité et des polluants intérieurs. **Le risque de condensation diminue fortement** (si la VMC est bien réglée)*

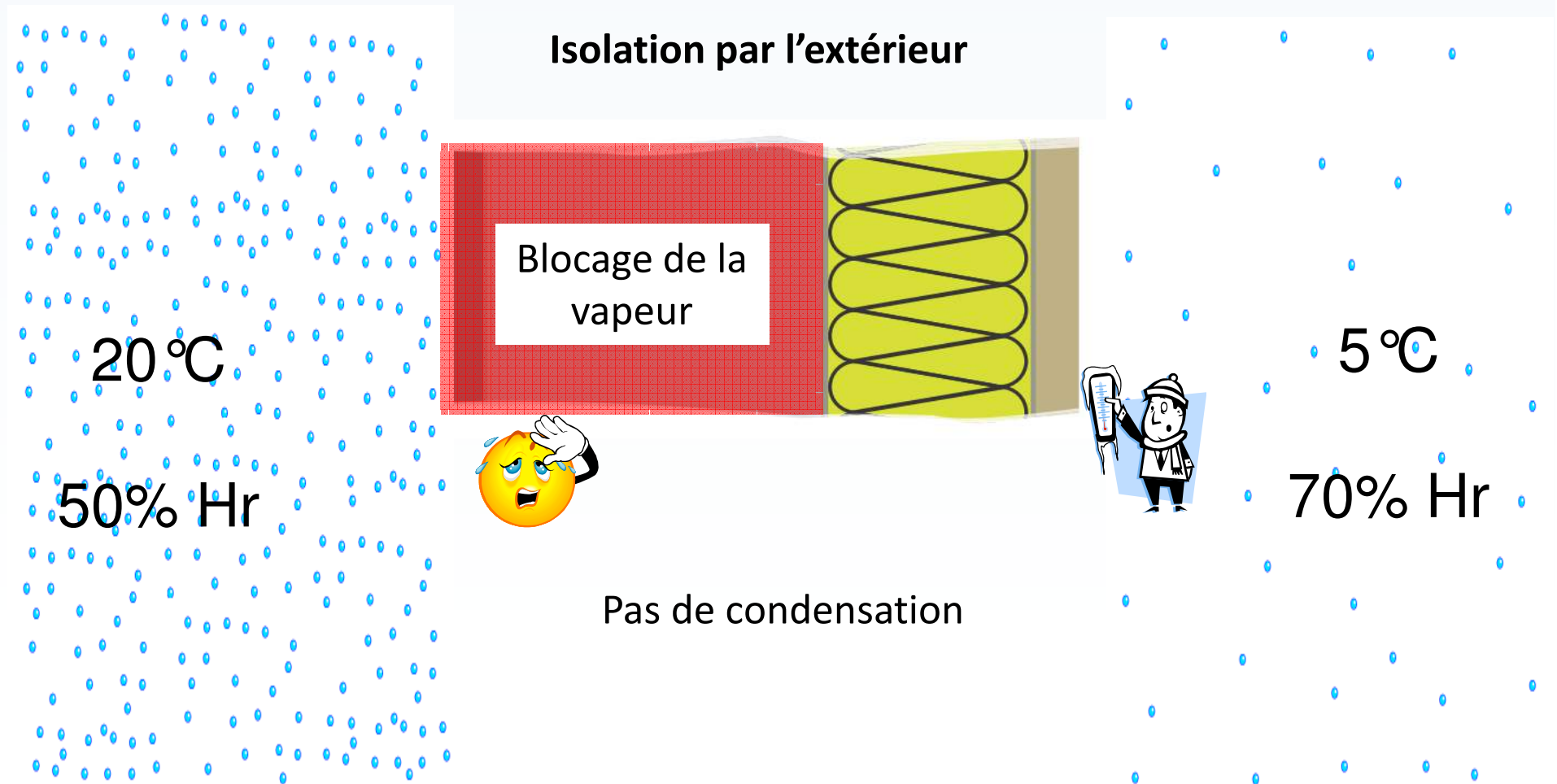
# Le fonctionnement

Sans pare-vapeur côté chaud

## de la condensation

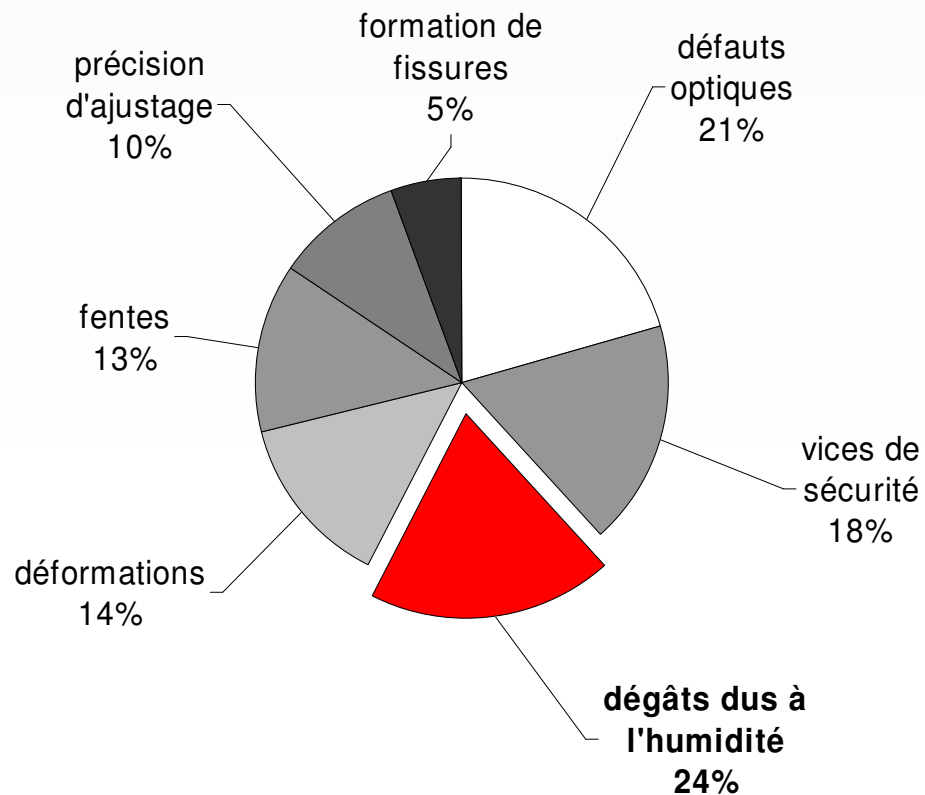


# Le fonctionnement de la condensation



## Etat des lieux

### Causes des dégâts au bâtiment



### Où commencent les dégâts au bâtiment ?

Analyse de 1036 cas de dégâts au bâtiment :

- à l'extérieur
- à l'intérieur

Source : Lernen aus Schäden im Holzbau, IRB-Verlag 2000

Tab. A.5.1. Rappel des coefficients à la diffusion de vapeur d'eau  $\mu$

Matériau		Coefficient à la diffusion de vapeur d'eau $\mu$ maximal	Source (1)
Enduit à la chaux hydraulique	Ratio chaux/sable 1/2 (en volume)	NHL 5	Chaux St Astier <a href="http://www.stastier.co.uk/nhl/">http://www.stastier.co.uk/nhl/</a> <a href="http://testes.physamech.htm">testes.physamech.htm</a>
		NHL 3.5	
		NHL 2	
	Ratio chaux/sable 1/2,5 (en volume)	NHL 5	
		NHL 3.5	
		NHL 2	
Enduit à la chaux aérienne	Ratio chaux/sable 1/3 (en volume)	NHL 5	
		NHL 3.5	
		NHL 2	
Enduit de ciment 1/3		12	Strasservil
Enduit de plâtre		82	Concevoir des bâtiments en boîtes de paille [2]
Plaque de plâtre cartonnée		9	Transferts d'humidité à travers les parois [18]
Panneau de gypse Fermacell		6	Transferts d'humidité à travers les parois [18]
Dalle Fermacell TS		13	Agreement technique européen (ETA) n° ETA-03-0006
Pisé		9	
Adobe, torchis dense		10	Wärmeschutz und Feuchterhalten von Lehm- und Ziegelbauwerkstoffen, Bundesamt für Energiewirtschaft
Torchis, enduit		8	
Terre-paille		6	- Forschungsgruppe Lehmhaus [12]
Terre crue		3	
		10	-

Bois	Feuillus	Très lourds $\rho_a > 1\ 000\ \text{kg/m}^3$	200	RT 2012, règles TB-U, Fascicule 2 : matériaux
		Lourds $865 < \rho_a \leq 1\ 000\ \text{kg/m}^3$		
		Mi-lourds $650 < \rho_a \leq 865\ \text{kg/m}^3$		
		Légers $500 < \rho_a \leq 650\ \text{kg/m}^3$		
		Très légers $230 < \rho_a \leq 500\ \text{kg/m}^3$		
	Balsa	$\rho_a \leq 230\ \text{kg/m}^3$	50	
	Résineux	Très lourds $\rho_a > 700\ \text{kg/m}^3$	50	
		Lourds $600 < \rho_a \leq 700\ \text{kg/m}^3$		
		Mi-lourds $500 < \rho_a \leq 600\ \text{kg/m}^3$		
		Légers $\rho_a \leq 500\ \text{kg/m}^3$		
OSB 3 Kronosply (2)	6 à 10 mm	118	assistance.technique@kronofrance.fr	
	10 à 18 mm	217		
	18 à 25 mm	174		
Contreplaqué Rolpin TRHT		200	<a href="http://www.smarfilkappa-rolpin.com/">http://www.smarfilkappa-rolpin.com/</a>	
Panneau de fibre de bois à caduire	Pavane Diffuserm	5	Documentation fabricant	
	Agepan THD	3	Documentation fabricant	
Panneau de fibre de bois dense	Agepan DWD	11	Documentation fabricant	
Béton de chanvre		12	<i>Règles de chanvre, synthèse des propriétés physiques</i> [7]	
Paille		1	RPCP, selon NF EN ISO 12572 (essais réalisés au CTSB)	
Liège		30	<i>Propriétés et caractéristiques des matériaux de construction</i> [4]	

		Exterieur		Interieur		
Composition	Valeurs		Calcul du $Sd$ (m)	Formule de calcul	Composition	Valeur
	$\mu$	$e$ (mm)				
Gobéris à la chaux	14	15	$14 \times 0,015 = 0,21$	$e_{int} \geq Sd_{ext} / \mu$	Enduit de terre crue	$\mu = 10$
Corps d'enduit à la chaux	13	10	$13 \times 0,010 = 0,13$			
Finition d'enduit à la chaux	12	5	$12 \times 0,005 = 0,06$			
$Sd_{ext} \text{ total} = Sd_{ext1} + Sd_{ext2} + Sd_{ext3}$		$Sd_{ext} \text{ total} = 0,21 + 0,13 + 0,06 = 0,40 \text{ m}$				

### Conclusion

Le  $Sd$  intérieur doit être supérieur au  $Sd$  extérieur. En suivant la première formule, on calcule que l'enduit terre intérieur devrait présenter une épaisseur supérieure à 4 cm. Or, dans ce cas précis, l'épaisseur de l'enduit intérieur est indifférente dans la mesure où le  $Sd$  extérieur est inférieur à 1 m.

## A6.2. Exemples d'application

### A6.2.1 Enduit extérieur chaux et enduit intérieur terre

#### Objectif

Déterminer l'épaisseur minimale de l'enduit intérieur en fonction de la nature et de l'épaisseur de l'enduit extérieur.

#### Règle à observer et calcul

Lorsqu'une paroi est enduite à la fois à l'extérieur et à l'intérieur (fig. A6.1) :

- l'enduit intérieur doit être plus fermé au passage de la vapeur d'eau que l'enduit extérieur ;
- ou le  $Sd$  de l'enduit extérieur doit être inférieur à 1 m.

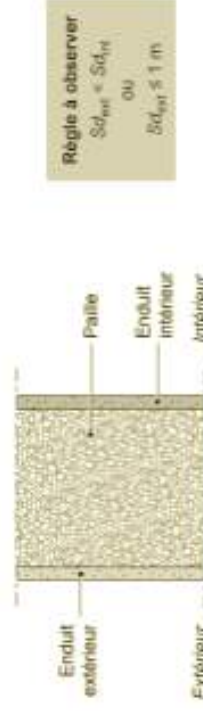
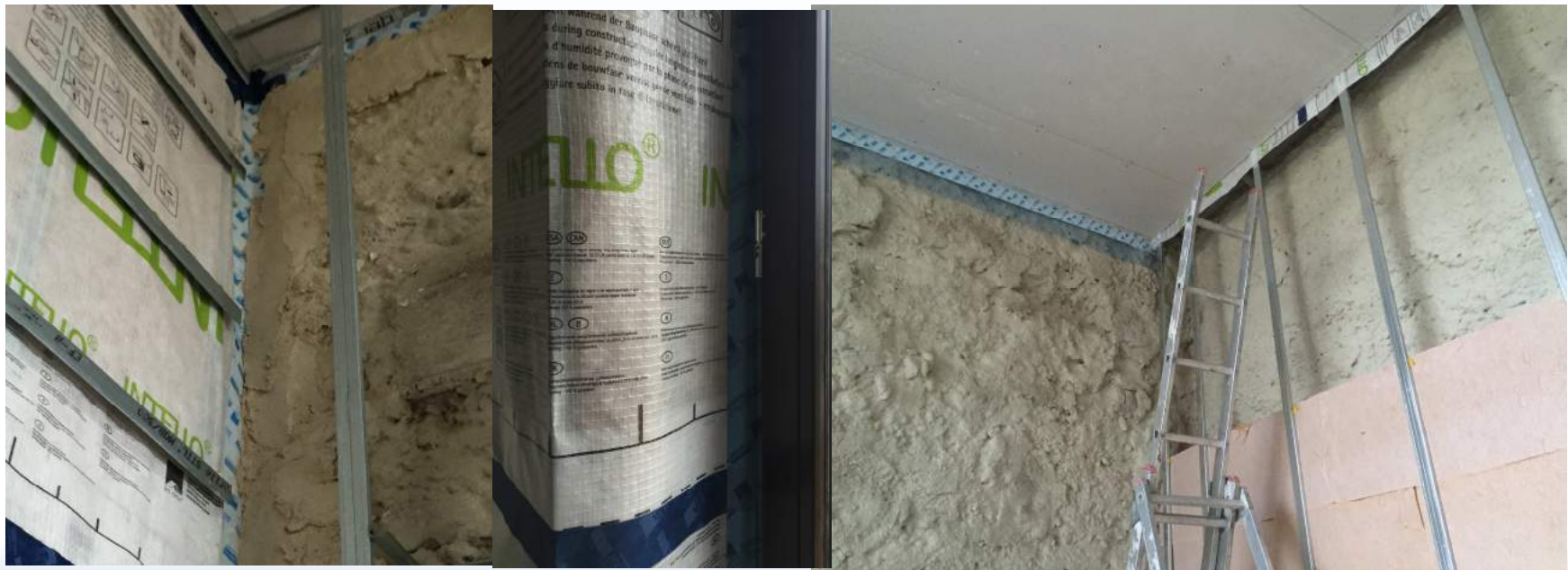


Fig. A6.1. Différence extérieur/intérieur de résistance à la vapeur d'une paroi avec enduits extérieur et intérieur

✓ La membrane :

- **Protège les murs** contre les problèmes de condensation,
- **Pérennise** la paroi,
- **Bloque** les fuites d'air si elle n'est pas déchirée et correctement jointée.

Privilégier les frein-vapeurs (et non les pare-vapeurs) Il empêche le passage de l'humidité en hiver et la laisse passer l'été. En été, l'humidité migre de l'extérieur vers l'intérieur du logement.



# Réglementation

- ✚ Réglementation en ITI
- ✚ Réglementation en ITE
- ✚ Réglementation en OSSATURE BOIS
- ✚ Les dernières recherches et résultats concernant le bâti ancien (bouts de poutres...)

# Réglementation

## Isolation intérieure

- Règles :
  - DTU 20.1 P4
  - Maçonnerie non isolante avec isolation par l'intérieur semi-rigide en laine de verre

TYPE DE LOGEMENT	ZONE TRES FROIDE ( Tbase < -15°C ) ou ( alt > 600m et zone H1)		AUTRES ZONES	
	LOCAUX PEU VENTILES OU TRES HUMIDES	LOCAUX VENTILES OU PEU HUMIDES	LOCAUX PEU VENTILES OU TRES HUMIDES	LOCAUX VENTILES OU PEU HUMIDES
CONDENSATION				
DANS L'ISOLANT	Sd > 2 m	∅	Sd > 2 m	∅
SUR LA MACONNERIE	Sd > 6 m		Sd > 2 m	

Pour les locaux à très forte hygrométrie une étude spécifique doit être effectuée

Pour les maçonneries isolantes, le pare vapeur n'est pas obligatoire mais recommandé pour l'étanchéité à l'air

# Réglementation

## 🌿 Isolation intérieure (insufflation+laine de bois)

Cahier 3723 - Novembre 2012

Cahier 3728

	Nécessité d'un système pare-vapeur	
Systèmes constructifs	Laine minérale	Ouate de cellulose
Construction à ossature bois (conforme au DTU 31.2)	Oui	Oui
Mur maçonné et en béton banché (conforme aux DTU 20.1 et 23.1)	<del>Non</del>	Oui

Sd >18m en plaine et 57m en montagne

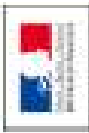
# Réglementation

## *Les dernières recherches*

### 7 Synthèse

Nous pouvons tirer de cette étude quelques grandes règles :

1. En isolation intérieure, **éviter le pare-vapeur ( $s_d \geq 15\text{m}$ ) et préférer un freine vapeur si possible hygrovariable.**
2. En isolation extérieure, **proscrire les enduits imperméables à la vapeur d'eau**
3. En isolation mixte intérieure et extérieure, combiner les 2 recommandations précédentes : **préférer un freine-vapeur si possible hygrovariable du côté intérieur, et un enduit extérieur perméable à la vapeur d'eau**
4. De manière générale, éviter de bloquer la diffusion de la vapeur et pour se faire préférer des matériaux de faibles  $s_d$
5. De manière tout à fait générale, l'utilisation de matériaux capillaires permet la redistribution de l'éventuelle eau de condensation. On se méfiera de la pénétration d'eau de pluie dans les murs, mais en dehors de cette considération , **l'utilisation de matériaux capillaires est favorable au bon comportement hygro-thermique de la paroi.**
6. Les conclusions précédentes sont valables **pour des climats ni trop humides ni trop froids**. Ainsi pour la Bretagne, l'est de la France ou les régions d'altitude, une étude spécifique devra être effectuée.



Ministère  
de l'Éducation  
Nationale  
de l'Enseignement  
Supérieur  
et de la Recherche

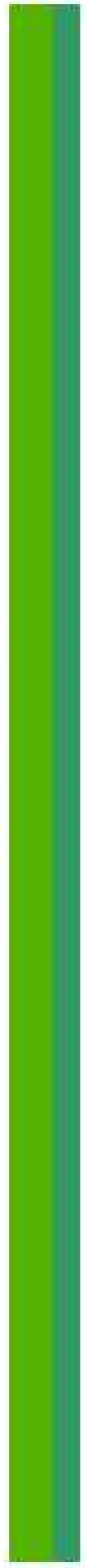
Ministère  
de l'Énergie  
de l'Environnement  
de l'Équipement  
et du Territoire

# H Y G R O B A

Etude de la réhabilitation hygrothermique des parois anciennes



**CAHIER N°4 :**  
**MURS EN PIERRE DURE**



C'est quoi un bâti performant ?

Un bâti bien isolé avec des matériaux capable de laisser respirer le murs

Un bâti si possible étanche à l'air

Un bâti bien ventilé

Un bâti qui gère la migration de vapeur

# BIBLIOGRAPHIE

[Transferts d'humidité à travers les parois \(CSTB\)](#)

[Etude de la réhabilitation hygrothermique des parois anciennes : HYGROBA](#)

[Transferts d'humidité dans les bâtiments \(ENERTECH\)](#)

Alors à vous de jouer et  
merci de votre attention

Sylvain Deschamps

Sarl DFCA

[dfca@free.fr](mailto:dfca@free.fr)

0695813260