

# L'humidité dans la construction

## Enjeux et exemples

Conférence « Minergie savoir-faire actuel »

22 juin 2021

Mickaël Guichard

Resp. pôle Bâtiments Durables

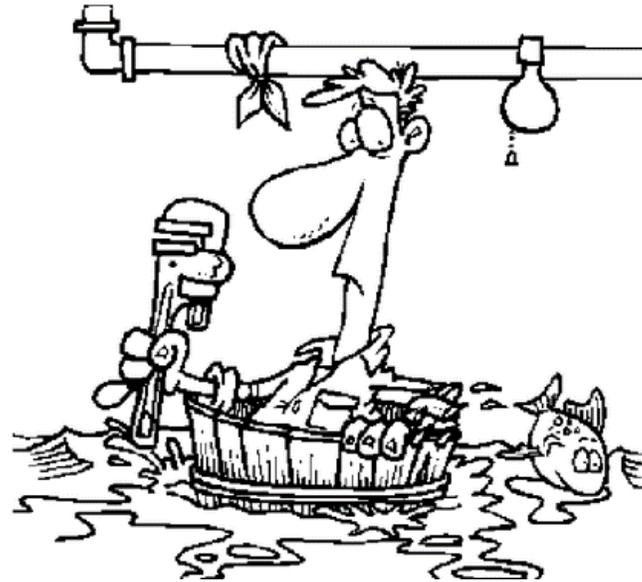
Planair SA

# L'humidité dans la construction

## *Déroulement de la présentation*

- Une approche générale par l'exemple :
  - Contexte : un problème d'aujourd'hui ?
  - Les sources : types de dégâts, mécanismes, illustrations,...
  - Exemples concrets : quelques projets spécifiques gérés par Planair

## Contexte



## *L'humidité dans la construction : un problème d'aujourd'hui ?*

Mon bâtiment tient debout depuis plus de 200 ans !

Je n'ai jamais rien constaté d'anormal !



Dans ce cas là, vaut mieux ne rien faire alors !?!

On a toujours fait comme ça !!!

# Contexte

## *L'humidité dans la construction : un problème d'aujourd'hui ?*

- Beaucoup de choses ont changé récemment :

- Épaisseurs d'isolation



- Étanchéité à l'air



- Habitudes de vie

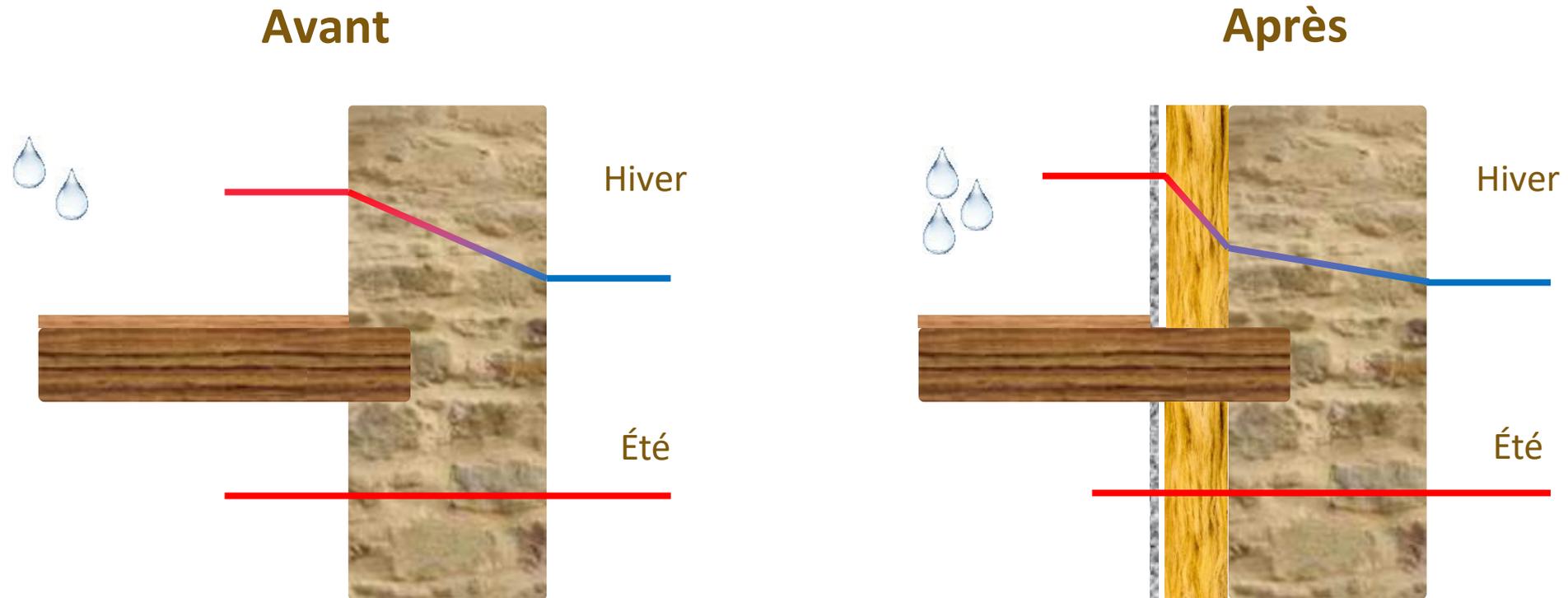


# Contexte

## *L'humidité dans la construction : un problème d'aujourd'hui ?*

- La rénovation énergétique modifie la physique du bâtiment

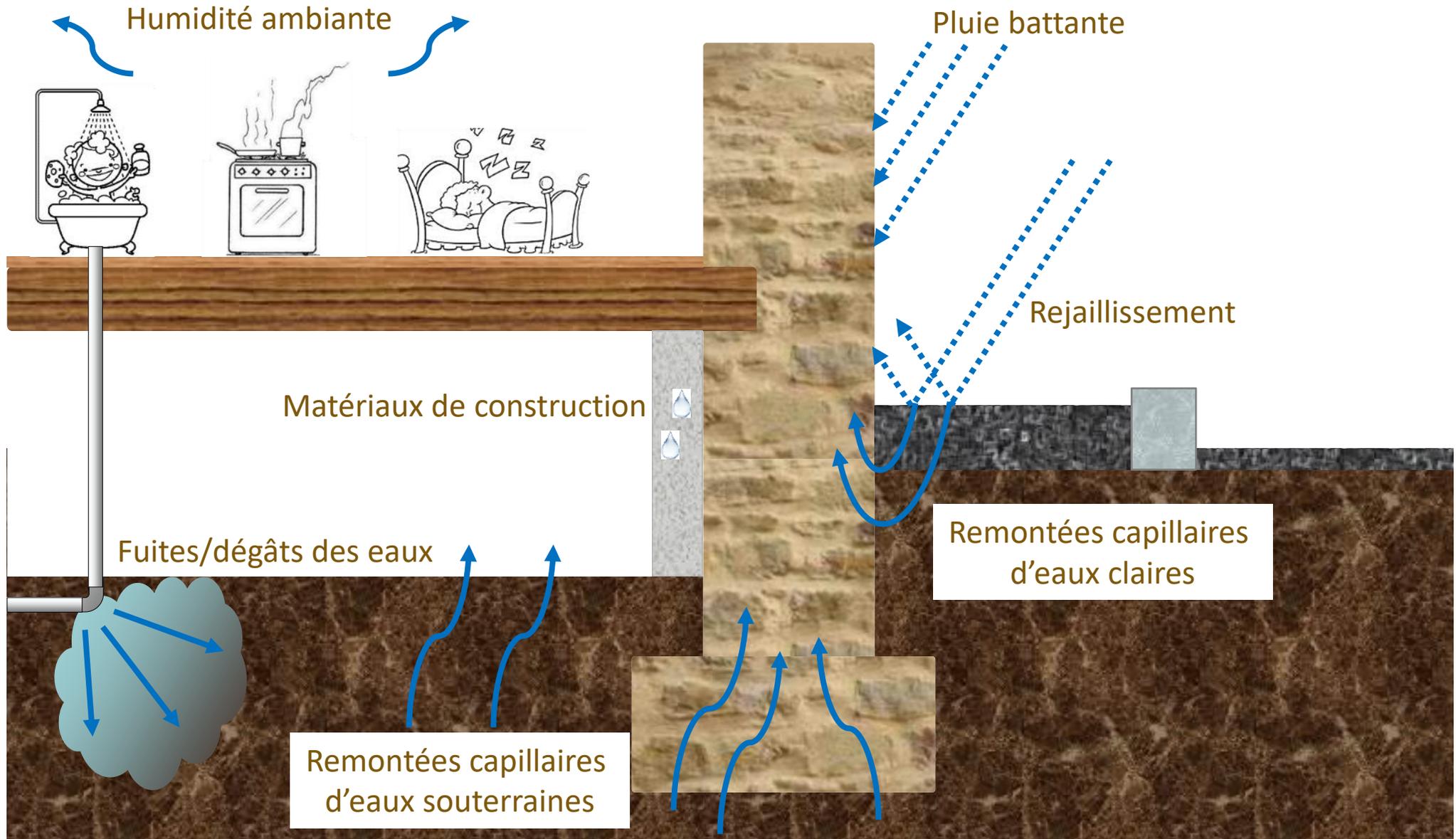
Gradient de température dans la maçonnerie



## Les sources d'humidité dans le bâtiment



# Les sources d'humidité dans le bâtiment



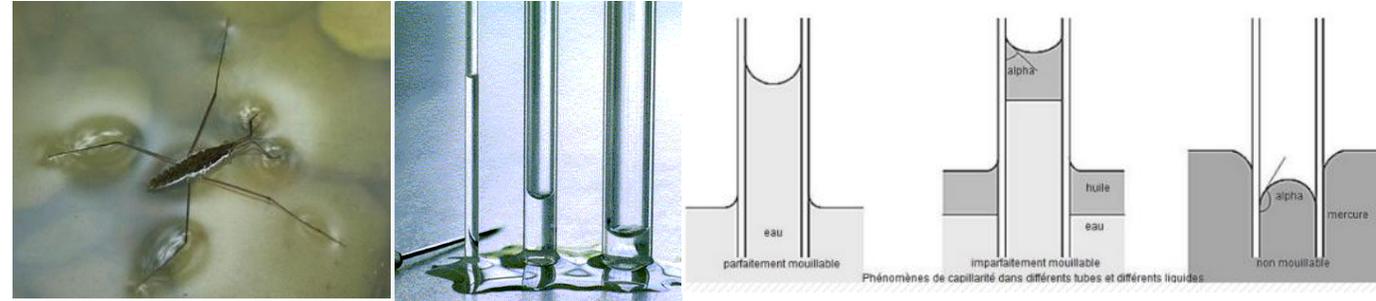
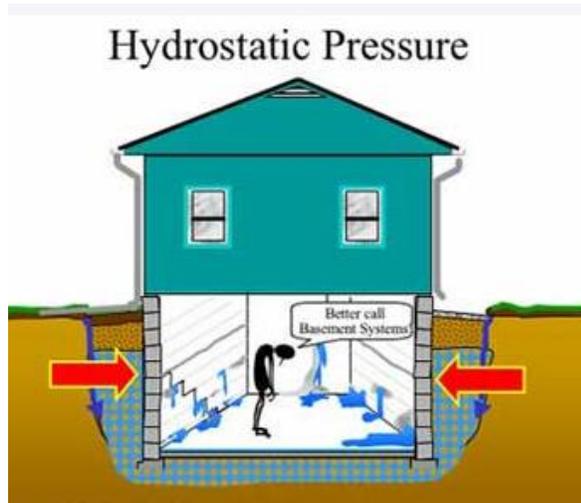
## Les remontées capillaires



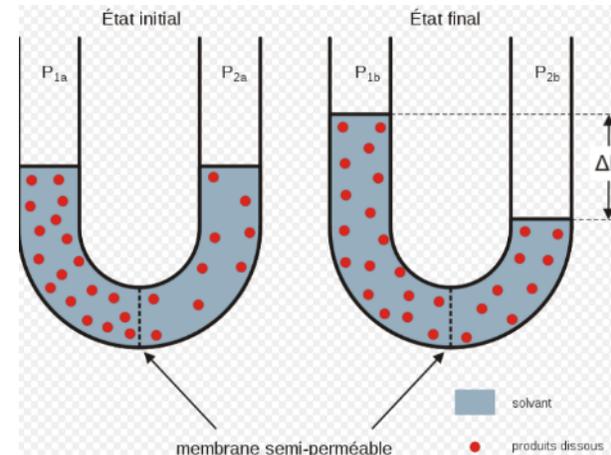
# Remontées capillaires

## Origines du phénomène

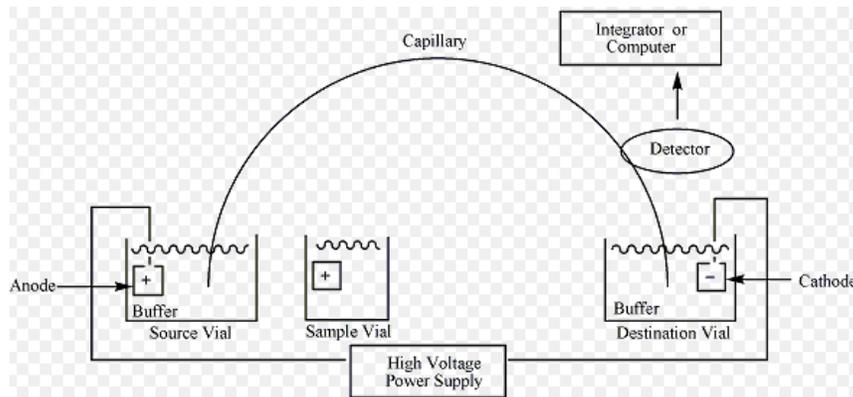
### ➤ Tension superficielle



### ➤ Forces hydrostatiques



### ➤ Forces osmotiques

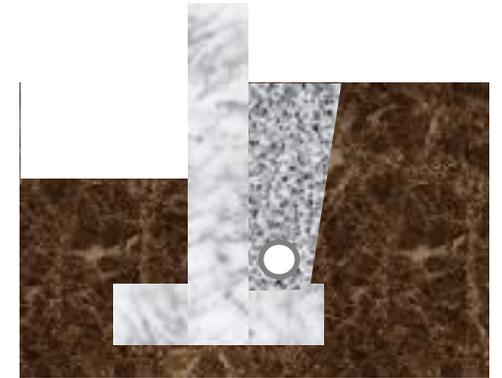
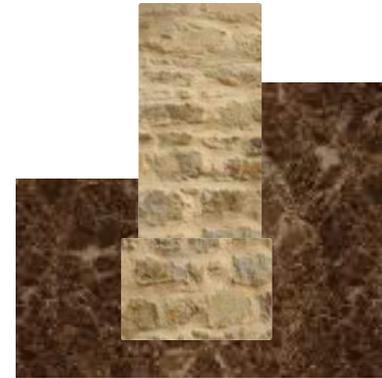


### ➤ Forces électrophorétiques

# Remontées capillaires

## *Origines du phénomène*

- Elles ont de multiples origines :
  - Physiques, chimiques, mécaniques, électromagnétiques,...
- Elles dépendent :
  - de la composition chimique de l'eau
  - de la nature et de la situation du terrain
  - de la nature des matériaux
  - du type de mise en œuvre des fondations :
- Par conséquent, on distingue notamment :
  - les eaux claires (eau de pluie, faiblement minéralisées)
  - les eaux souterraines (fortement minéralisées)



# Remontées capillaires

## *Eaux claires*

- L'absorption des eaux de pluies est dépendante :
  - de l'orientation et de l'exposition des façades,
  - de la nature du sol en pied de façade,
  - des matériaux en présence,
  - d'éventuels dégâts (fissures, exposition de matériaux sensibles)



Ruissèlement (pas de caniveau) :  
remontée par le mortier



Rejaillissement :  
remontée par l'enduit



Goutte pendante :  
remontée par l'isolant

# Remontées capillaires

## *Eaux claires*

- L'absorption des eaux de pluies :
  - constitue dans la plupart des cas un **problème bénin**
  - ne touche en général que les **couches externes**
  - concerne de **faibles surfaces** (hauteur  $\approx$  30 cm)
  - apparait de manière **occasionnelle**



Ruissèlement (pas de caniveau) :  
remontée par le mortier



Rejaillissement :  
remontée par l'enduit

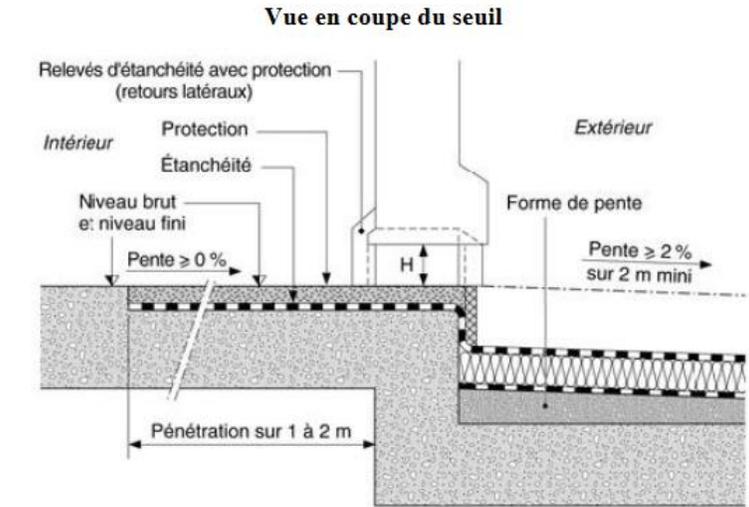


Goutte pendante :  
remontée par l'isolant

# Remontées capillaires

## Eaux claires

- Solutions :
  - Canaliser les eaux de pluie :



- Choix des revêtements :



# Remontées capillaires

## *Eaux souterraines*

- Les remontées capillaires d'eaux souterraines est dépendante :
  - de la nature du terrain,
  - de la nature des fondations,
  - des matériaux mise en œuvre
  - d'éventuelles dégradations (ruptures de canalisations, drainage).



Remontées capillaires visibles  
de l'extérieur



Remontées capillaires visibles  
de l'intérieur (salpêtre)



Remontées par sol en terre battue  
dégradation du solivage

# Remontées capillaires

## *Eaux souterraines*

- Les remontés capillaires d'eaux souterraines :
  - constitue un **problème de fond**,
  - concerne de grandes surfaces (hauteur > 1,5 m au-dessus du terrain)
  - peut remettre en question la **pérennité du bâti**,
  - nécessite souvent des **actions correctives** impliquant parfois de lourds travaux.



Remontées capillaires visibles  
de l'extérieur



Remontées capillaires visibles  
de l'intérieur (salpêtre)



Remontées par sol en terre battue  
dégradation du solivage

# Remontées capillaires

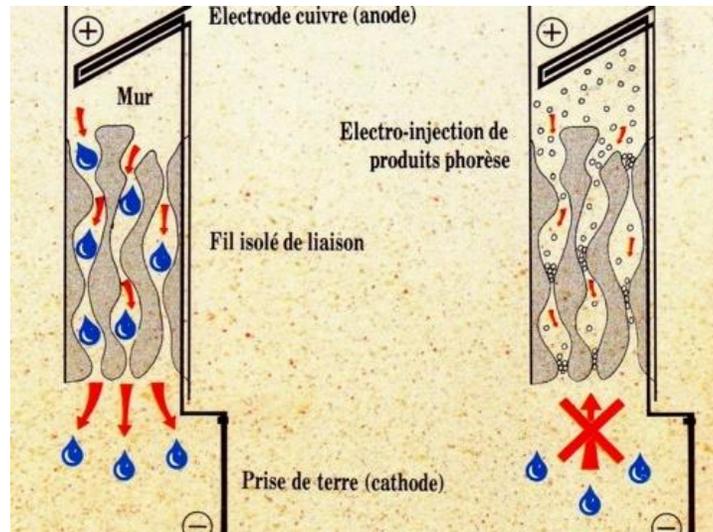
## Eaux souterraines

- Solutions :

- Assainissement du terrain :

**Prioritaire !**

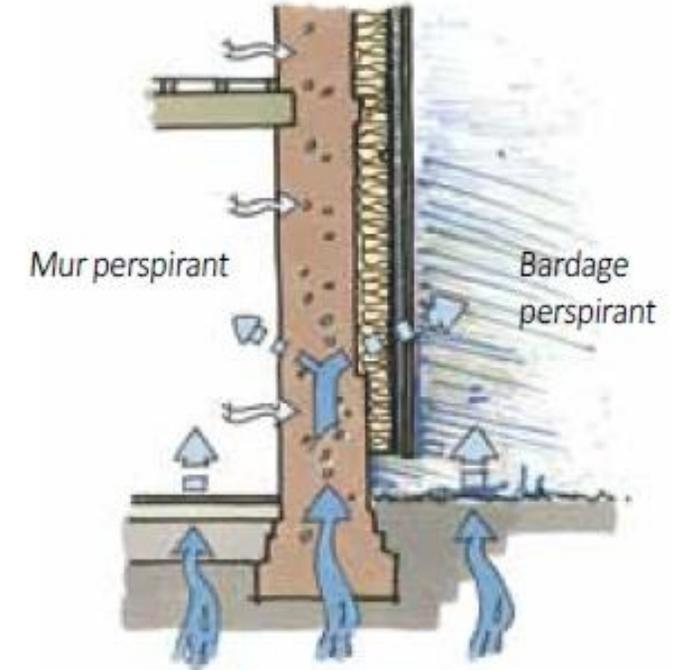
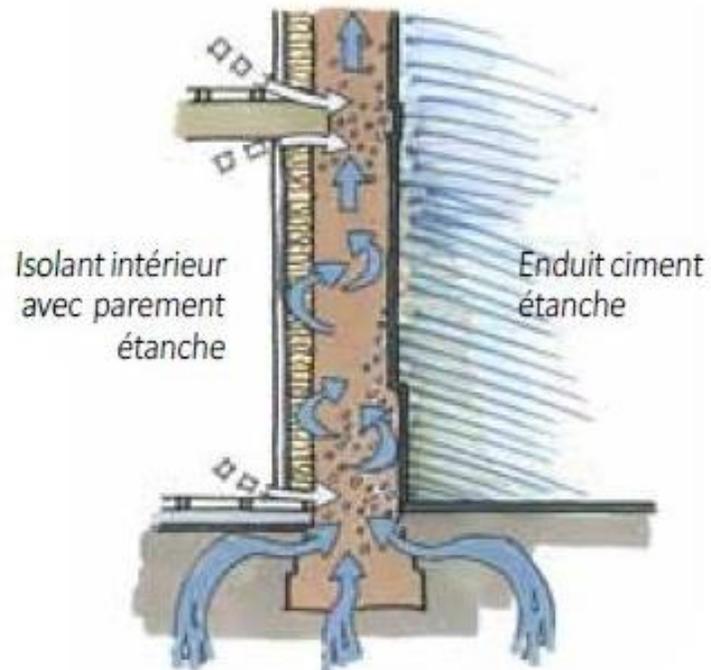
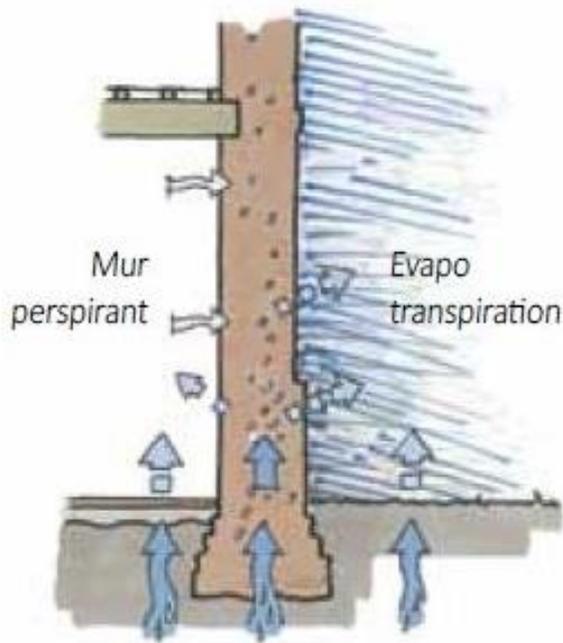
- Assainissement des murs :



# Remontées capillaires

## *Cas particulier des constructions anciennes (<1945)*

- De par leur conception, la présence d'humidité est souvent inévitable
- Ce n'est pas problématique si c'est bien géré :
  - humidité à l'intérieur des locaux contrôlée (aération)
  - choix des revêtements extérieurs



## Humidité ambiante



# Humidité ambiante

- Risques :

- Condensation superficielle



- Moisissures



- Condensation interstitielle

# Humidité ambiante

## ■ Sources :

### ➤ L'occupation des locaux :

- douches (1'500 à 3'000 g /h),
- séchage du linge (1'500 à 3'000 g pour une lessive soit par exemple 150 g/h pendant 10h),
- cuisine (400 à 800 g /h),
- personnes (60 à 90 g/h),
- plantes vertes (15 à 20 g/h),
- etc.



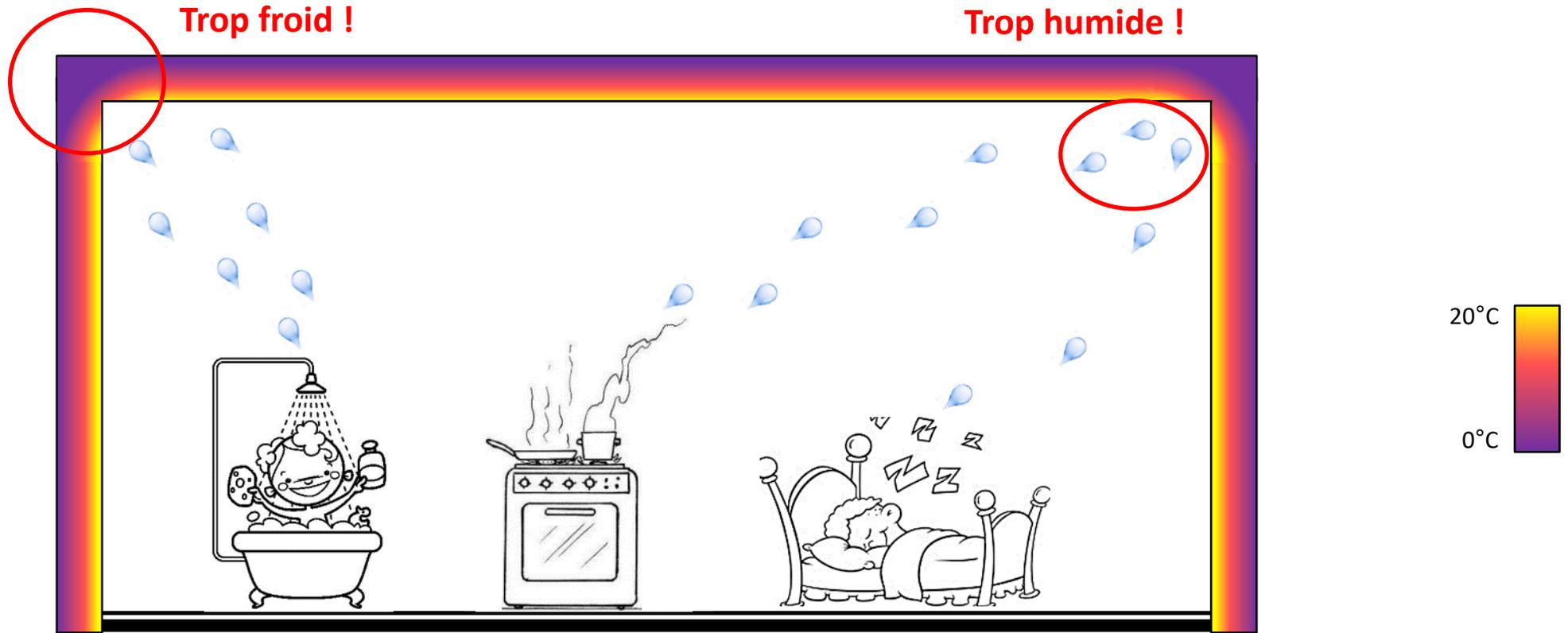
### ➤ La construction :

- éléments de construction neufs
- infiltrations



# Humidité ambiante

- Condensation/moisissures, deux causes possibles :

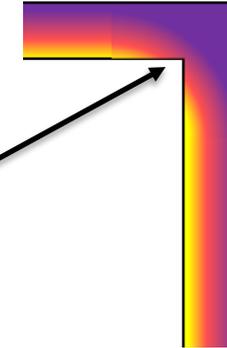


**Ou les deux !!!**

# Humidité ambiante

## Zones les plus sensibles

- Les angles de pièces :



# Humidité ambiante

## *Zones les plus sensibles*

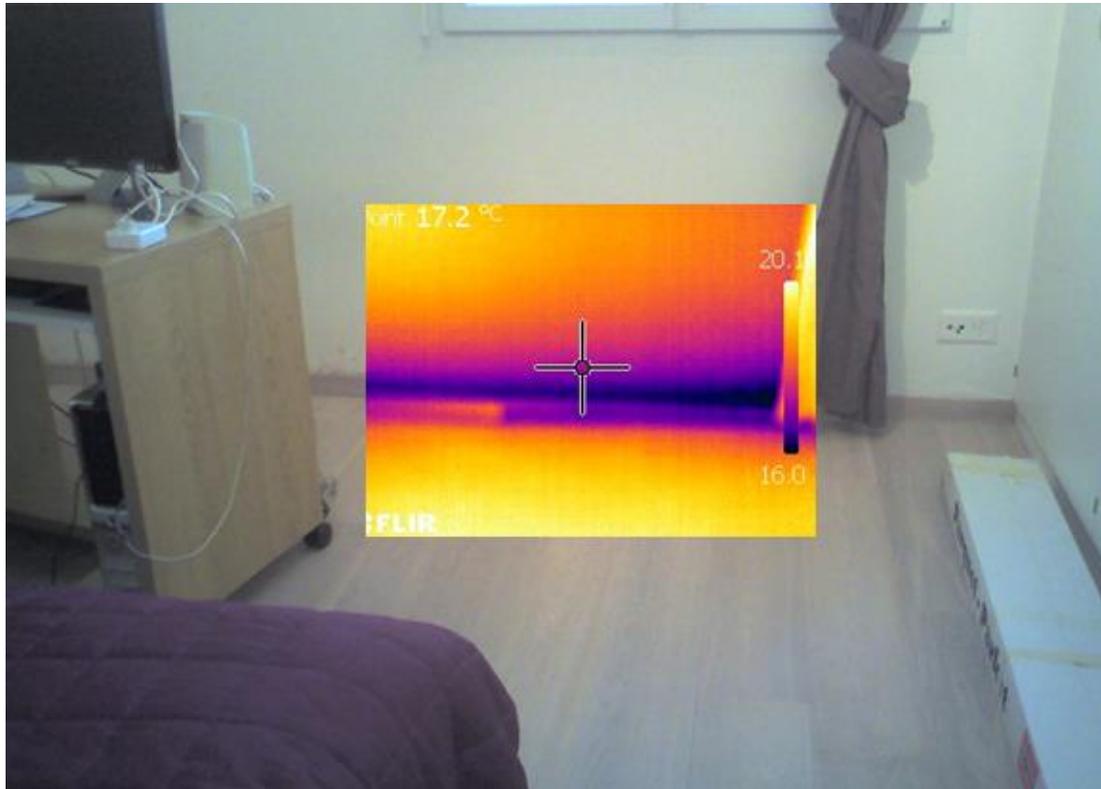
- Murs contre extérieur mal isolés :



# Humidité ambiante

## *Zones les plus sensibles*

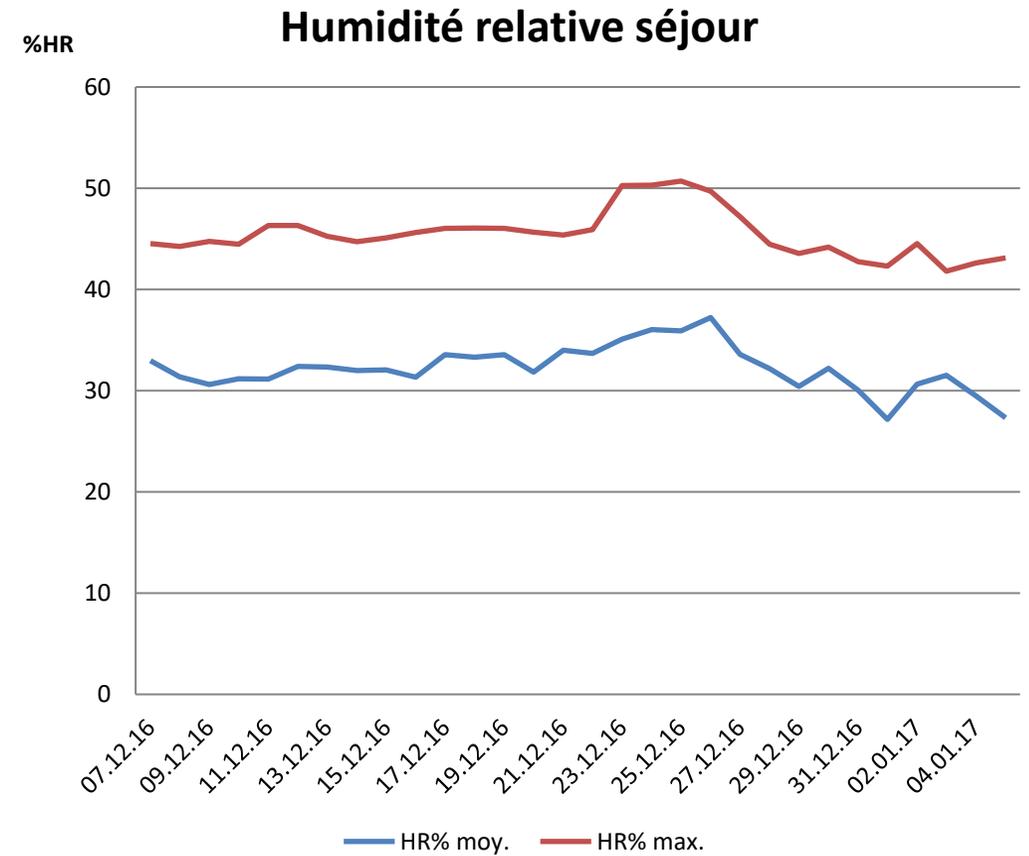
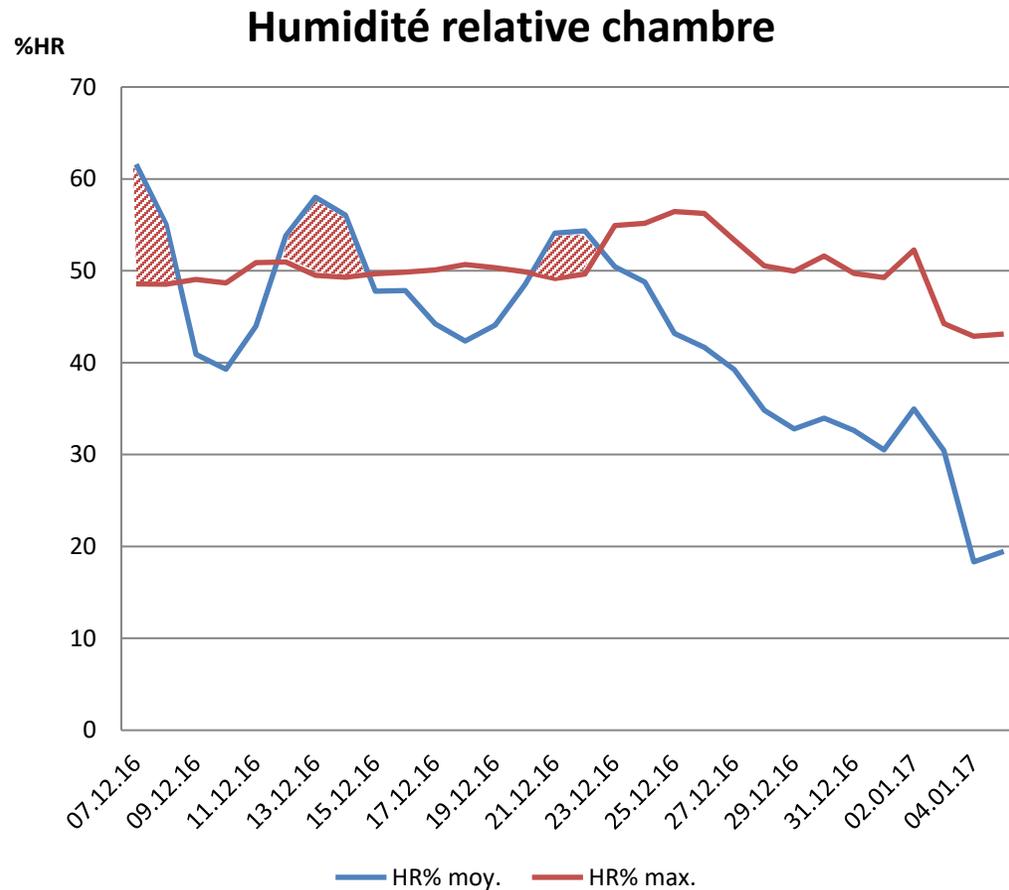
- Ponts thermiques :



# Humidité ambiante

## Diagnostic

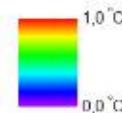
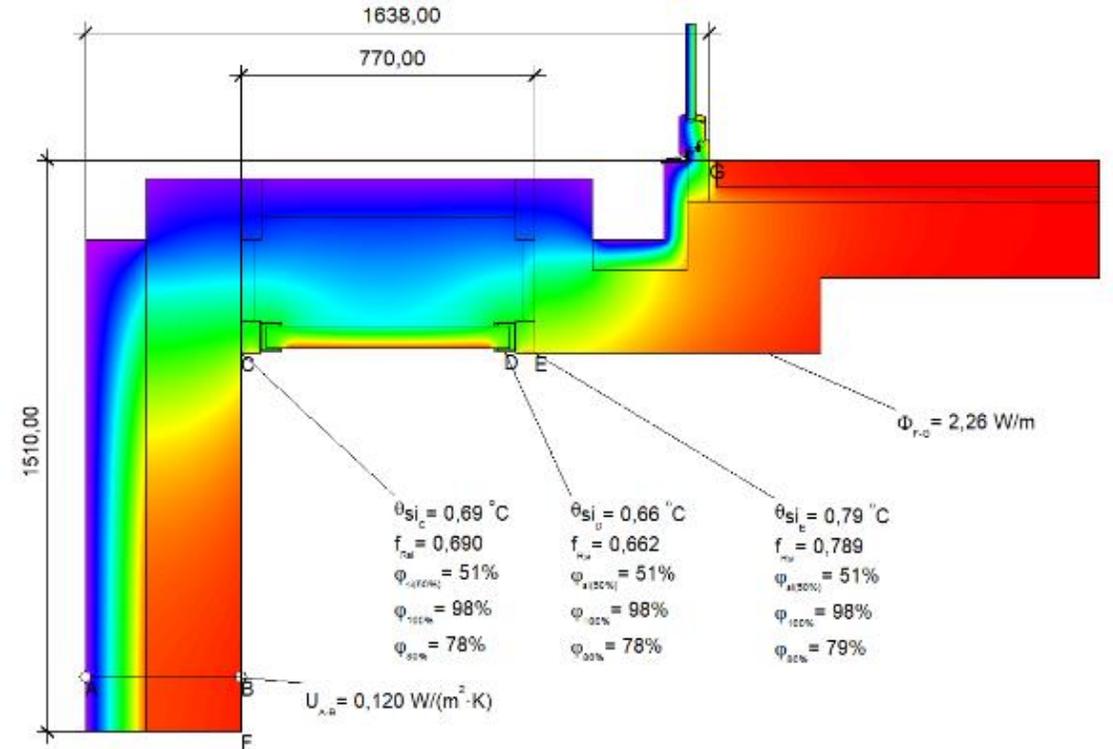
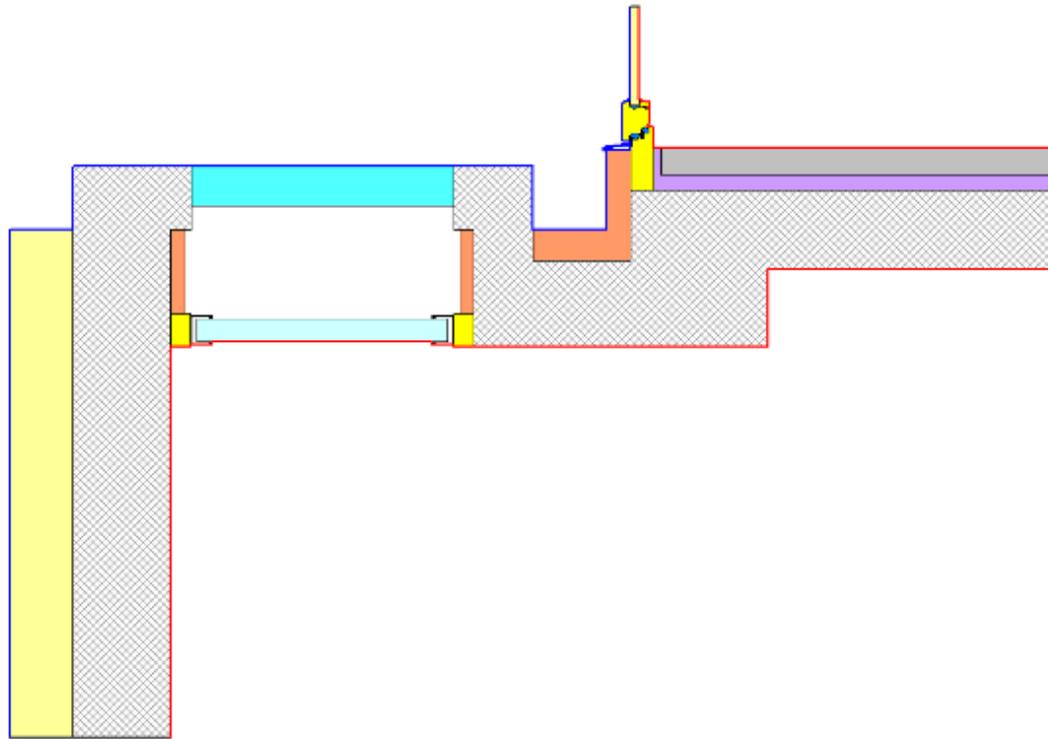
- Analyse de taux d'humidité ambiante :



# Humidité ambiante

## Ponts thermiques : études préventives

- Analyse de risque de condensation superficielle :



$$\Phi_{i,GH} = U_{ef} \times L_{gh} + U_{trot} \times L_{trot} + U_{poly} \times L_{poly} + \Psi_{fen} + 2x\Psi_{poly}$$

$$\begin{aligned} \Psi_{poly} &= 0,5 \times (\Phi_{i,GH} - U_{ef} \times L_{gh} - U_{trot} \times L_{trot} - U_{poly} \times L_{poly} - \Psi_{fen}) \\ &= 0,5 \times (2,26 - 0,12 \times 1,51 - 0,36 \times 0,87 - 0,96 \times 0,77 - 0,11) \\ &= 0,46 \text{ W/mK} \end{aligned}$$

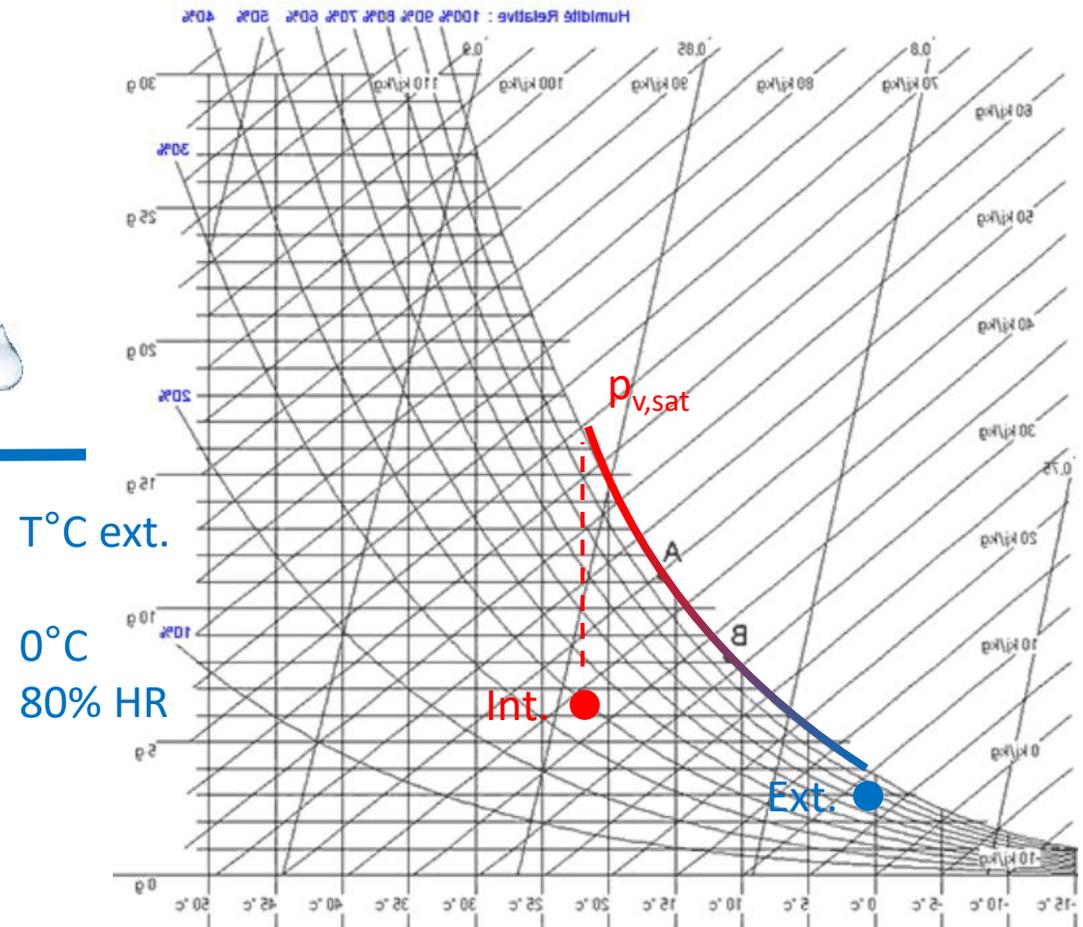
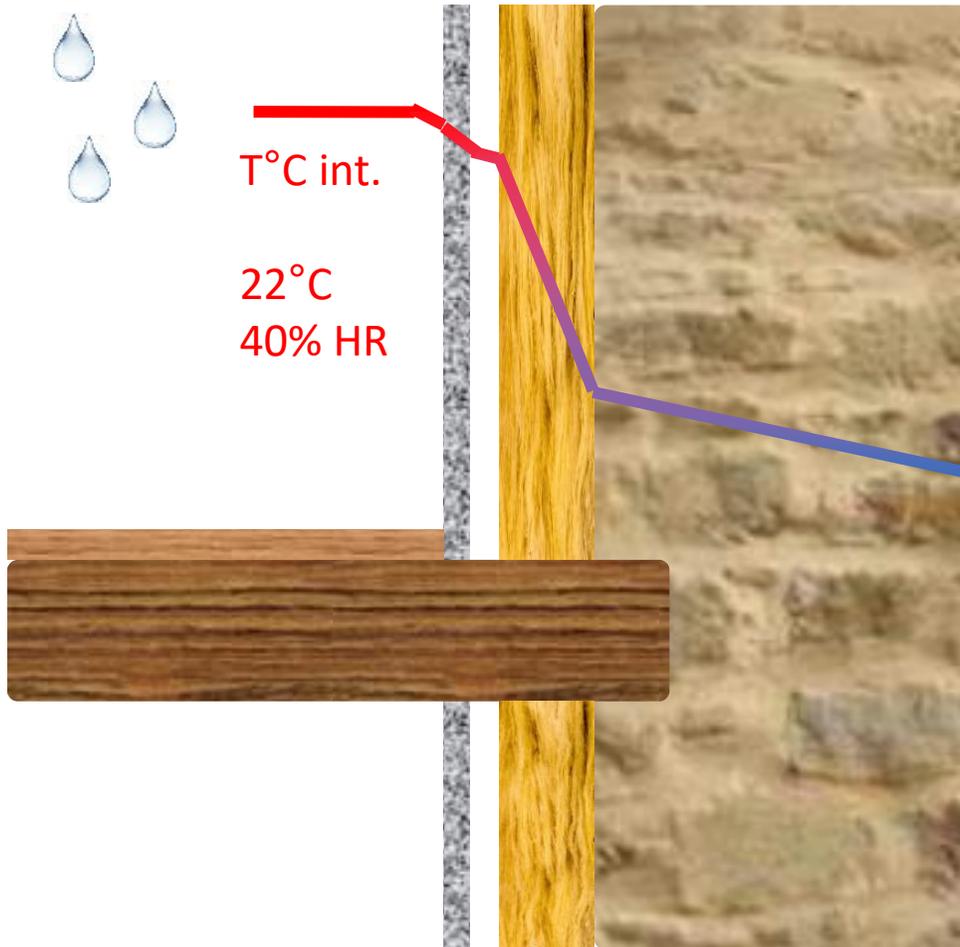
## Condensation interstitielle



# Condensation interstitielle

## Diffusion de vapeur

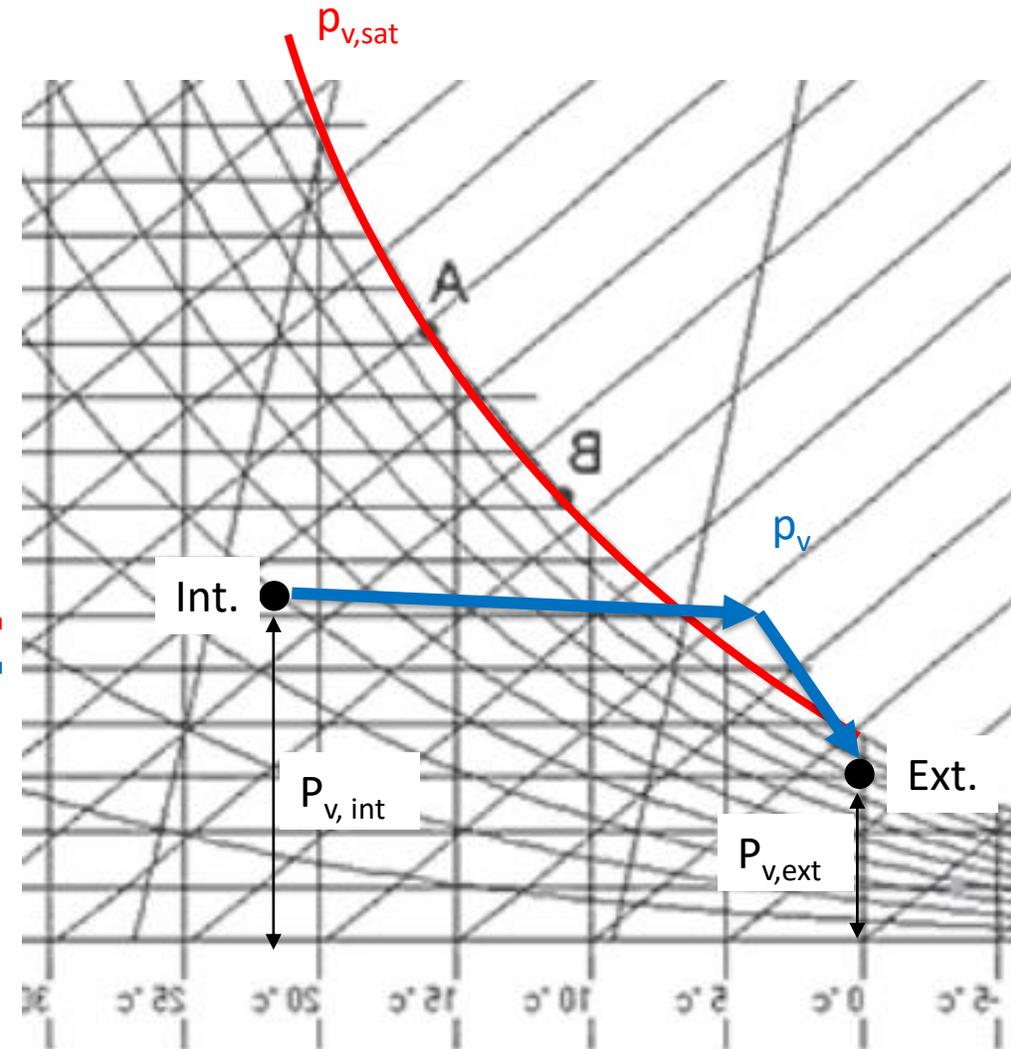
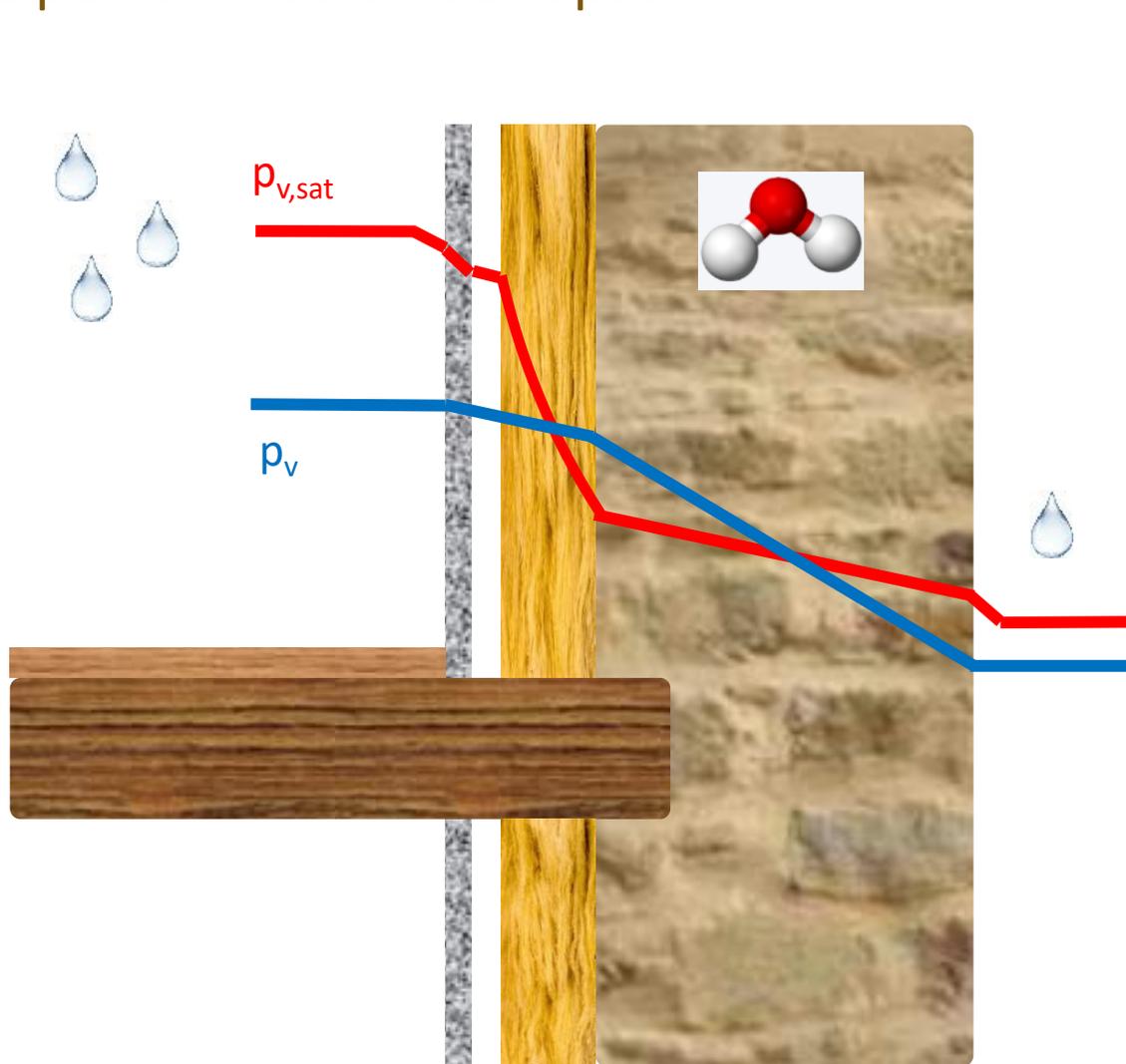
- Principe :



# Condensation interstitielle

## Diffusion de vapeur

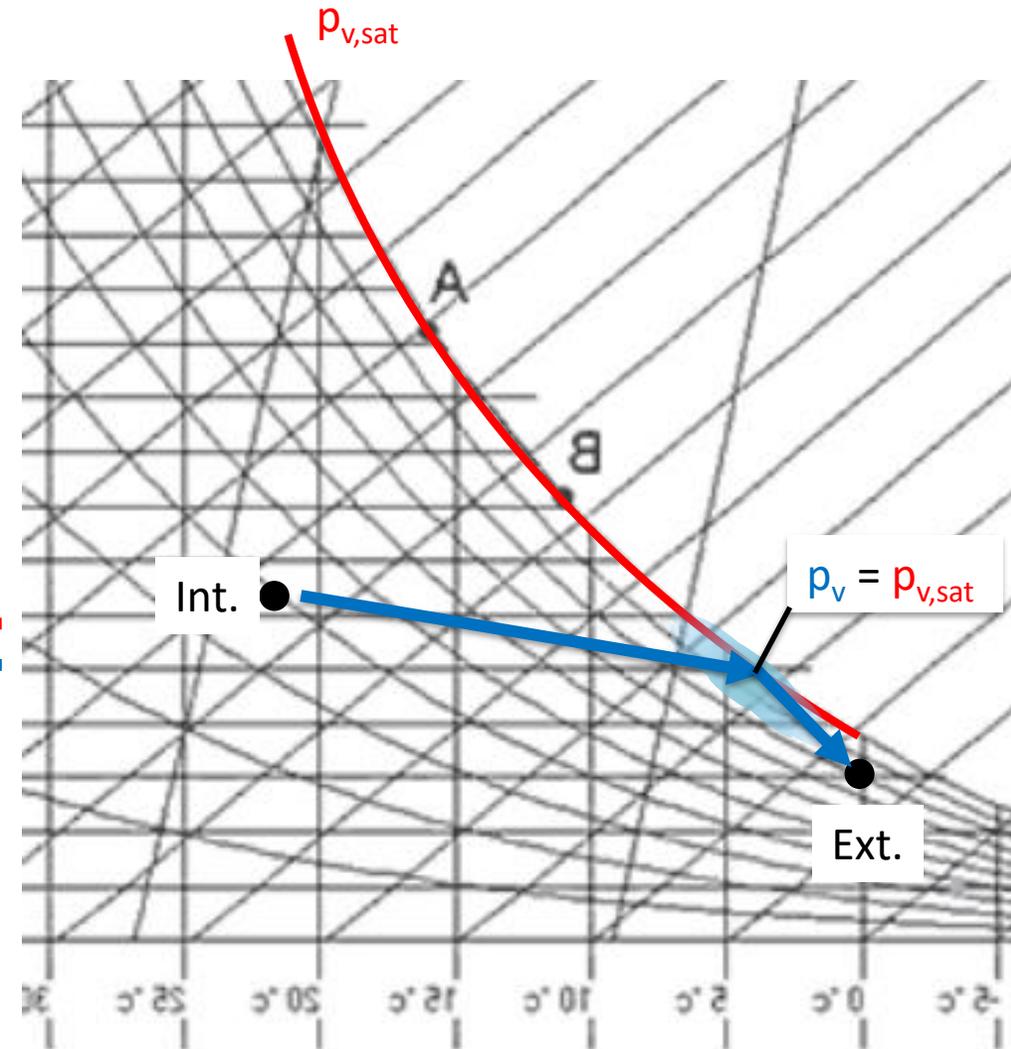
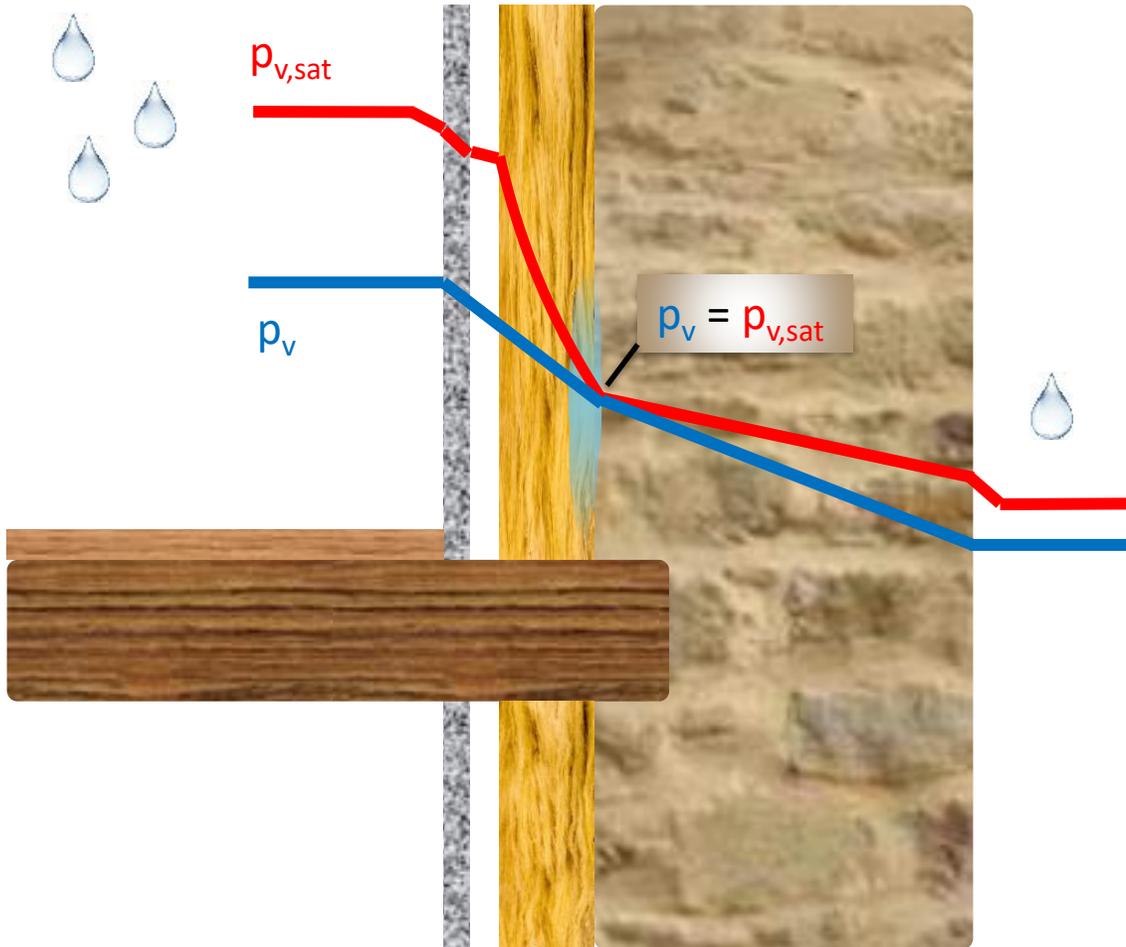
- Principe de diffusion de vapeur :



# Condensation interstitielle

## Diffusion de vapeur

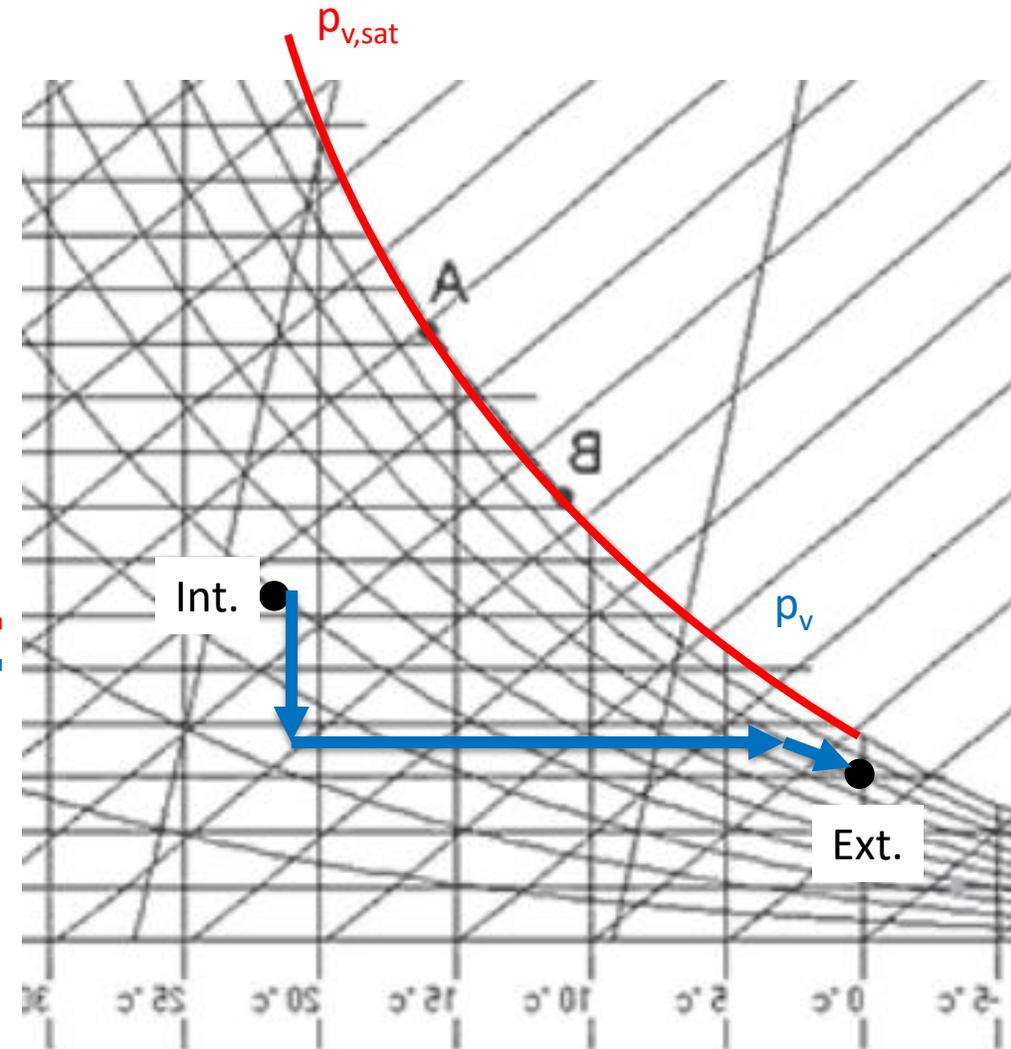
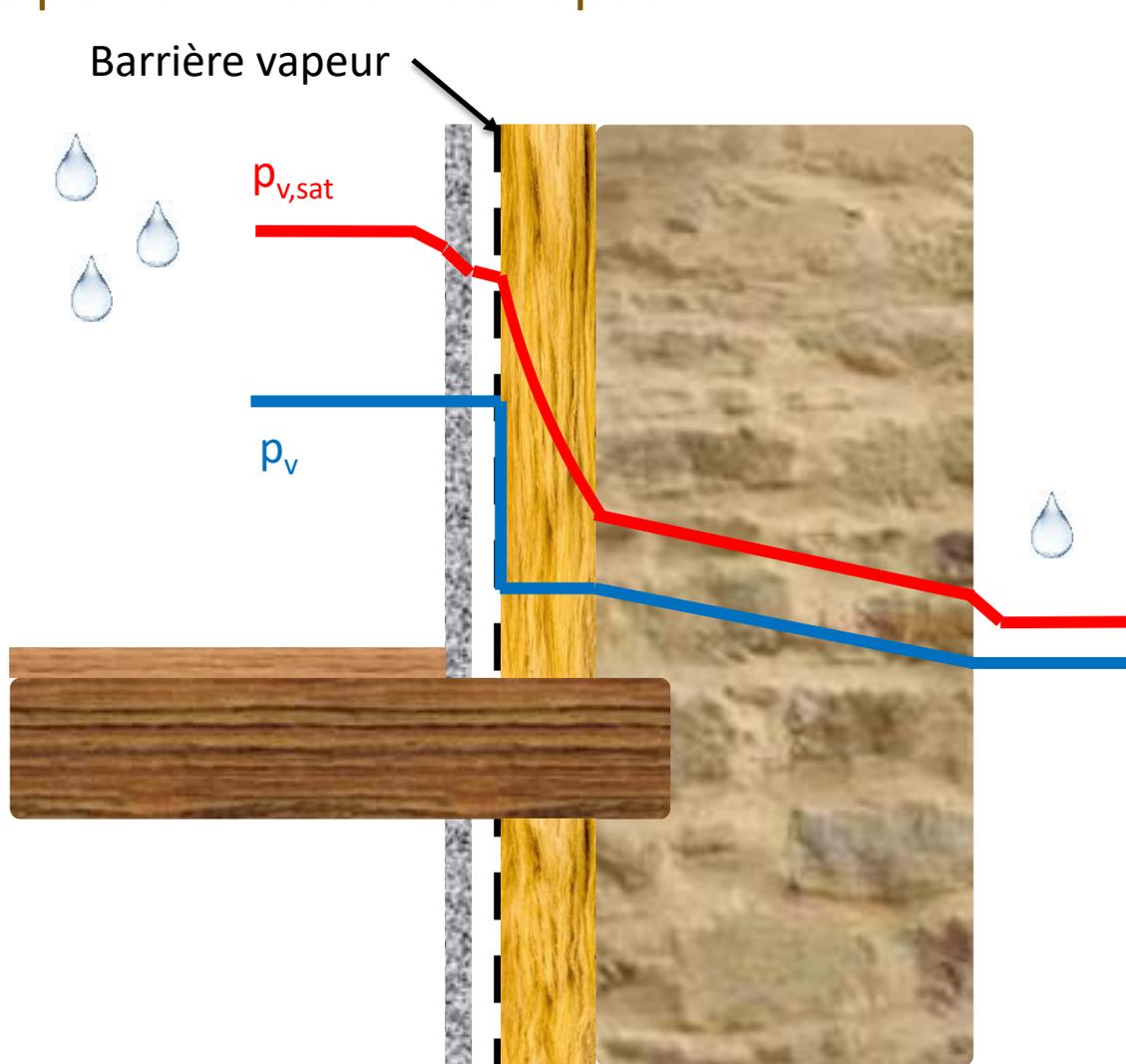
- Principe de diffusion de vapeur :



# Condensation interstitielle

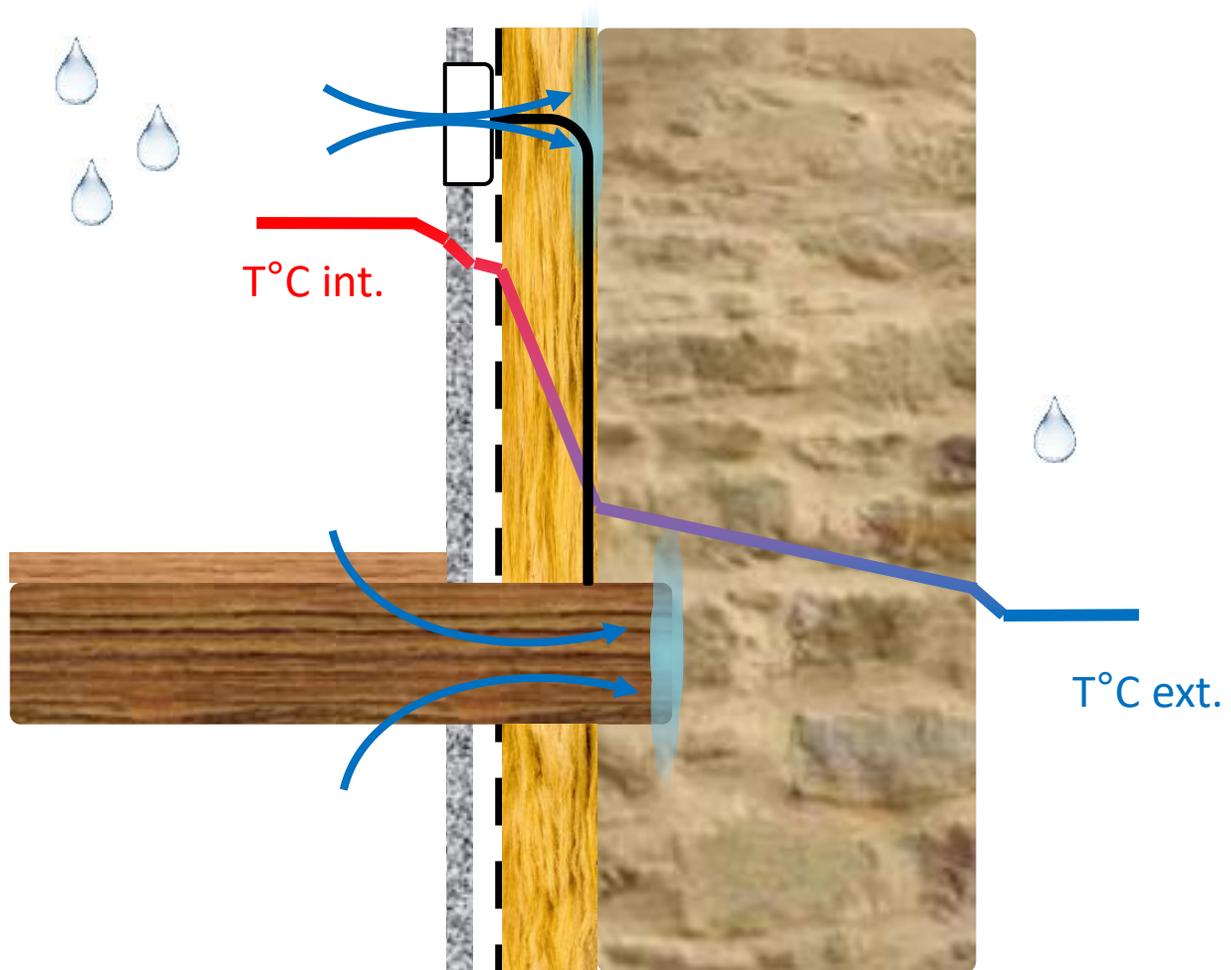
## Diffusion de vapeur

- Principe de diffusion de vapeur :



# Condensation interstitielle

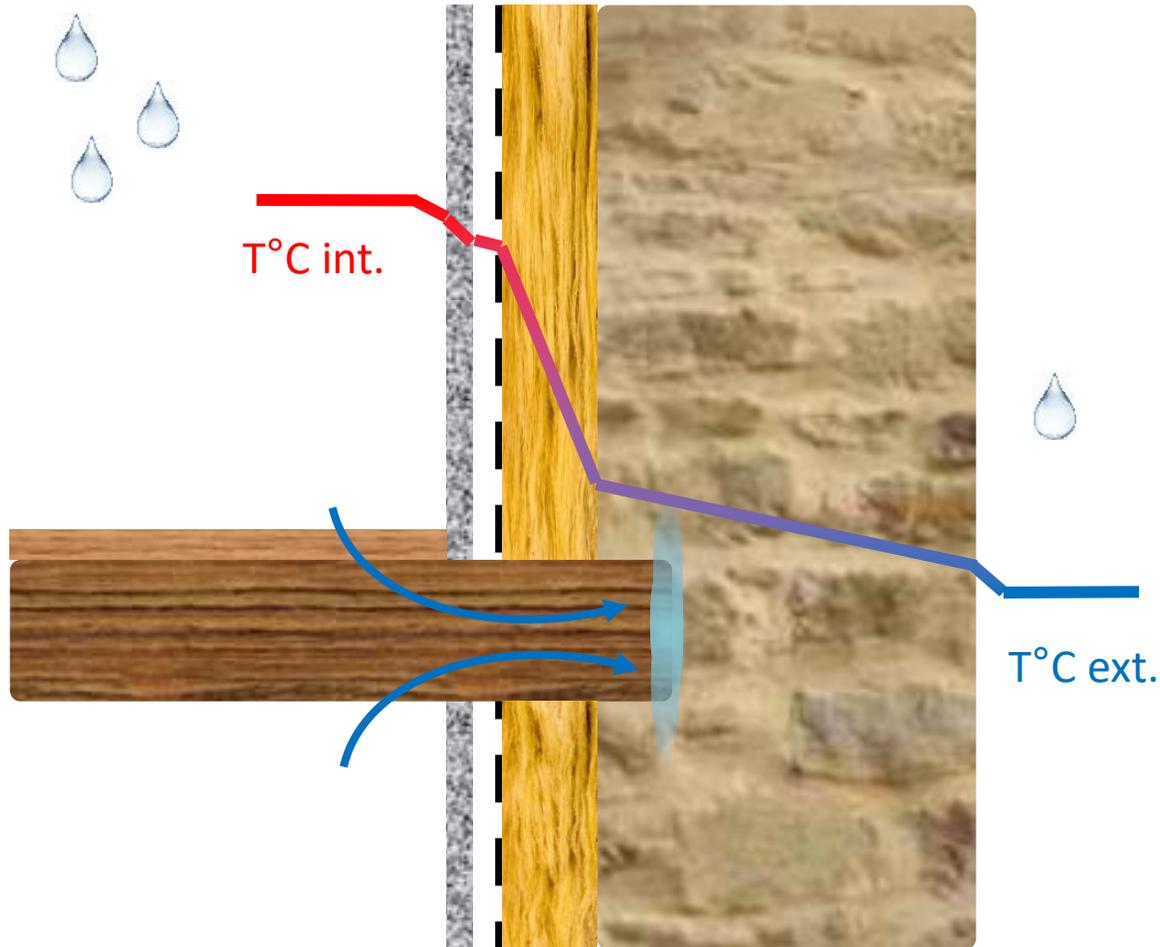
## Étanchéité à l'air



# Condensation interstitielle

## *Cas particulière des têtes de solives*

- Traitement des têtes de poutres, précautions à prendre :



- 1) Vérifier la qualité de l'enduit extérieur (étanche à l'eau, ouvert à la diffusion de vapeur, capillaire)
- 2) Bien aérer
- 3) Si possible, prévoir une reprise de charge
- 4) Bien étancher autour de la poutre avec des bandes prévues à cet effet
- 5) Limiter au maximum le contact entre le bois et l'eau ; vérifier qu'il existe un espace libre autour de la poutre
- 6) Vérifier que la tête de poutre n'est pas trop avancée dans l'empochement
- 7) Limiter les épaisseurs d'isolation

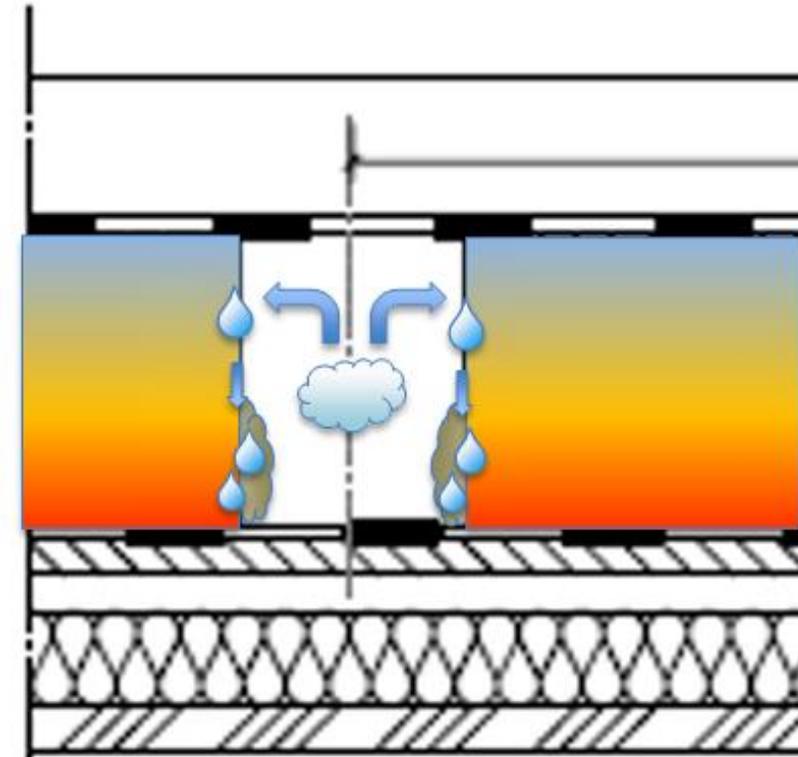
# Condensation interstitielle

## *Diffusion de vapeur*

- L'humidité doit aussi pouvoir ressortir !



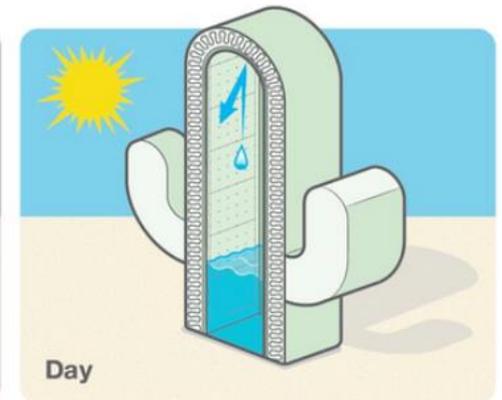
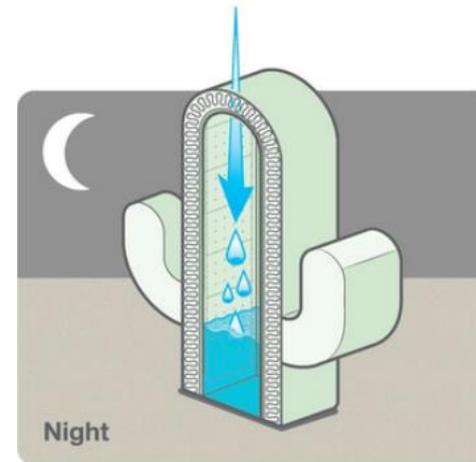
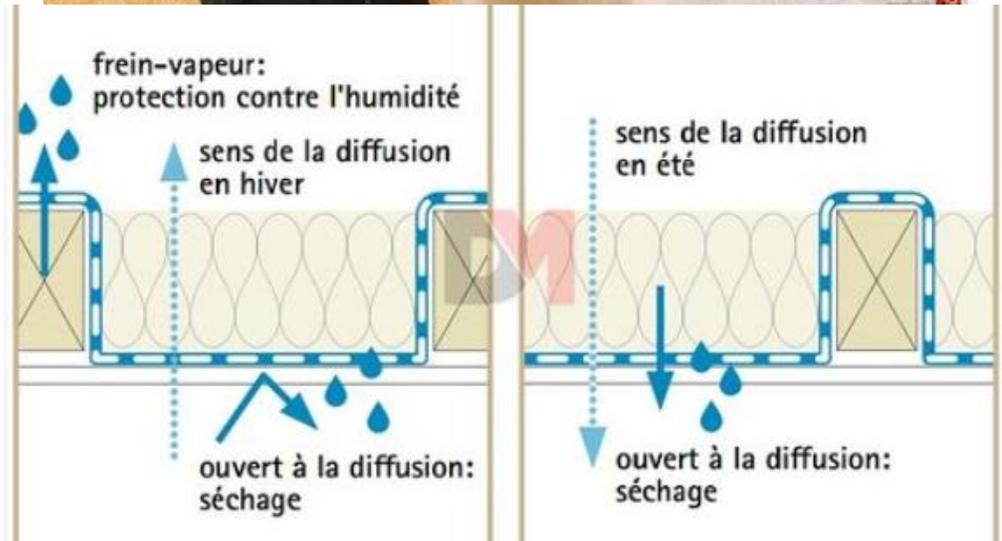
Coupe A-A



# Condensation interstitielle

## Diffusion de vapeur

- L'humidité doit aussi pouvoir ressortir ! => solutions



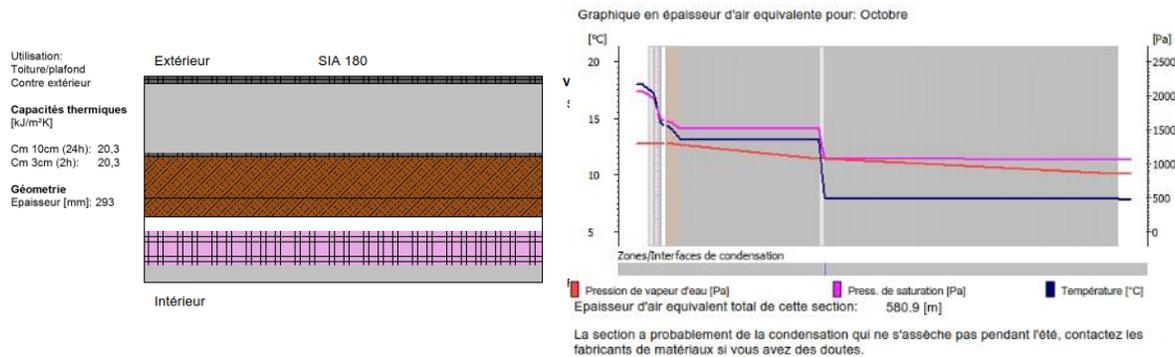
# Condensation interstitielle

## Diffusion de vapeur

- Outils de calcul :

### Méthode de Glaser

#### Méthode statique (pas mensuel)



#### Avantages :

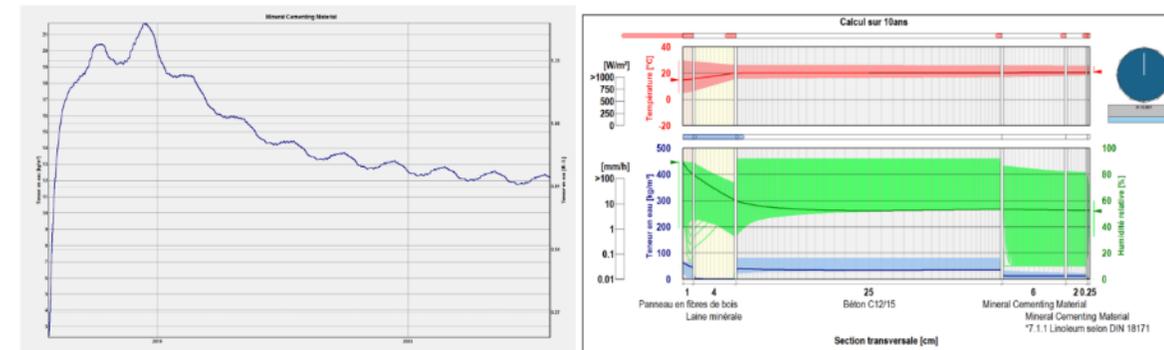
- Méthode pessimiste
- Rapide à mettre en œuvre avec outils usuels

#### Inconvénients :

- Méthode pessimiste
- Une seule dimension
- Ne résout pas tous les cas

### Wufi®

#### Méthode dynamique (pas horaire)



#### Avantages :

- On comprend ce qu'il se passe
- Mise en œuvre de solutions innovantes
- Peu de bureaux le maîtrisent

#### Inconvénients :

- Sensibilité aux hypothèses de calcul
- Difficulté d'interprétation des résultats

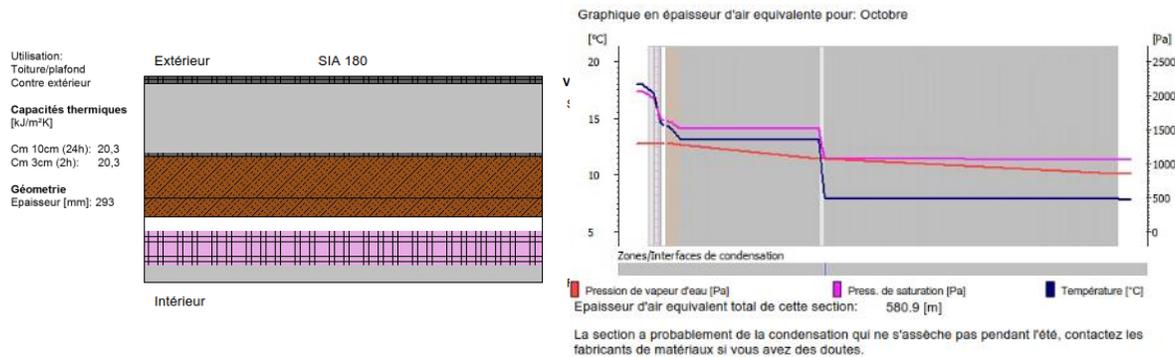
# Condensation interstitielle

## Diffusion de vapeur

- Outils de calcul :

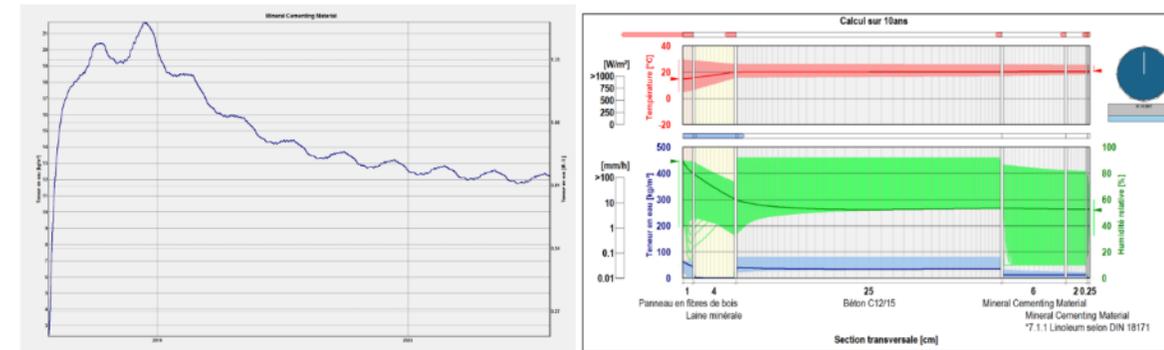
### Méthode de Glaser

#### Méthode statique (pas mensuel)



### Wufi®

#### Méthode dynamique (pas horaire)



### Contraindications :

- couche externe étanche à la diffusion de vapeur
- matériaux à diffusion de vapeur variable
- + mêmes contraindications que pour Wufi®

### Contraindications :

- effets convectifs
- inétanchéité à l'air
- ponts thermiques
- gravité
- présence de forces hydrauliques, osmotiques ou électrophorétiques (remontées capillaires)

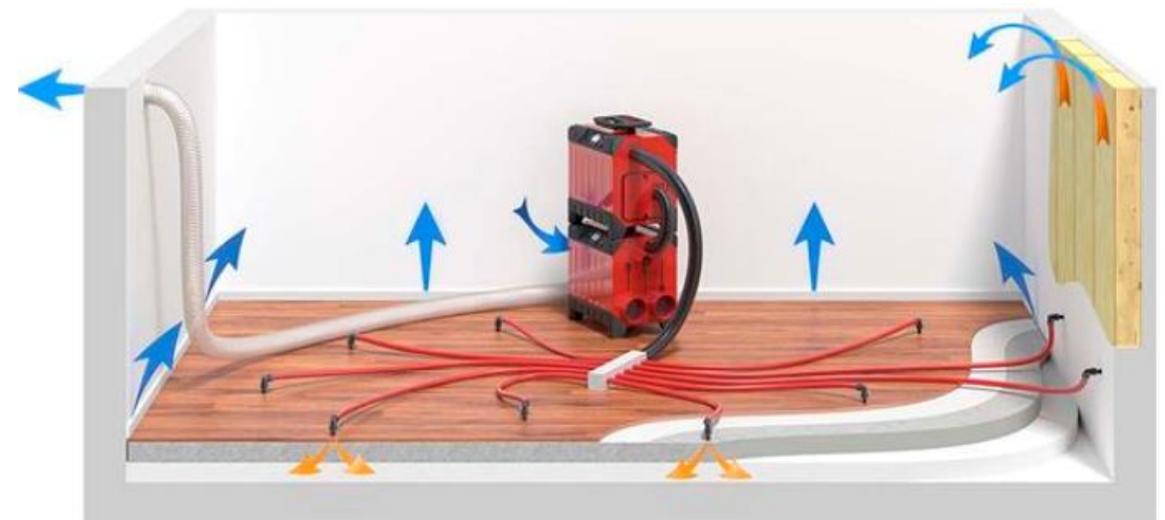
## Humidité des matériaux de construction



# Humidité des matériaux de construction

## À l'intérieur des locaux

- Un problème inévitable !!!
- Stratégie :
  - Bien planifier le chantier
  - Bien aérer le chantier
  - Laisser le temps au temps
  - Utiliser des systèmes actifs



# Humidité des matériaux de construction

## À l'extérieur du bâtiment



Pluie battante sur crépi frais



Froid (<math>< 5^{\circ}\text{C}</math>)



Pluie battante sur isolation

- Protection contre :
- pluie
  - soleil

## *Cas des matériaux naturels*

- Les matériaux d'origine naturelle en général :
  - sont composés en partie d'eau
  - sont sensibles à un taux d'humidité trop élevé (dégradation, gonflement)
  
- Précautions à prendre :
  - éviter les constructions trop fermées à la diffusion de vapeur
  - bien traiter l'étanchéité à l'air
  - bien les protéger des dégâts d'eau (pluie, remontées capillaires, inondations, diffusion de vapeur, etc.)
  - bien gérer l'humidité ambiante (aération des locaux)

# Rejaillissement



# Rejailissement



## Exemples concrets

# Exemples concrets

## *Condensation contre la façade*



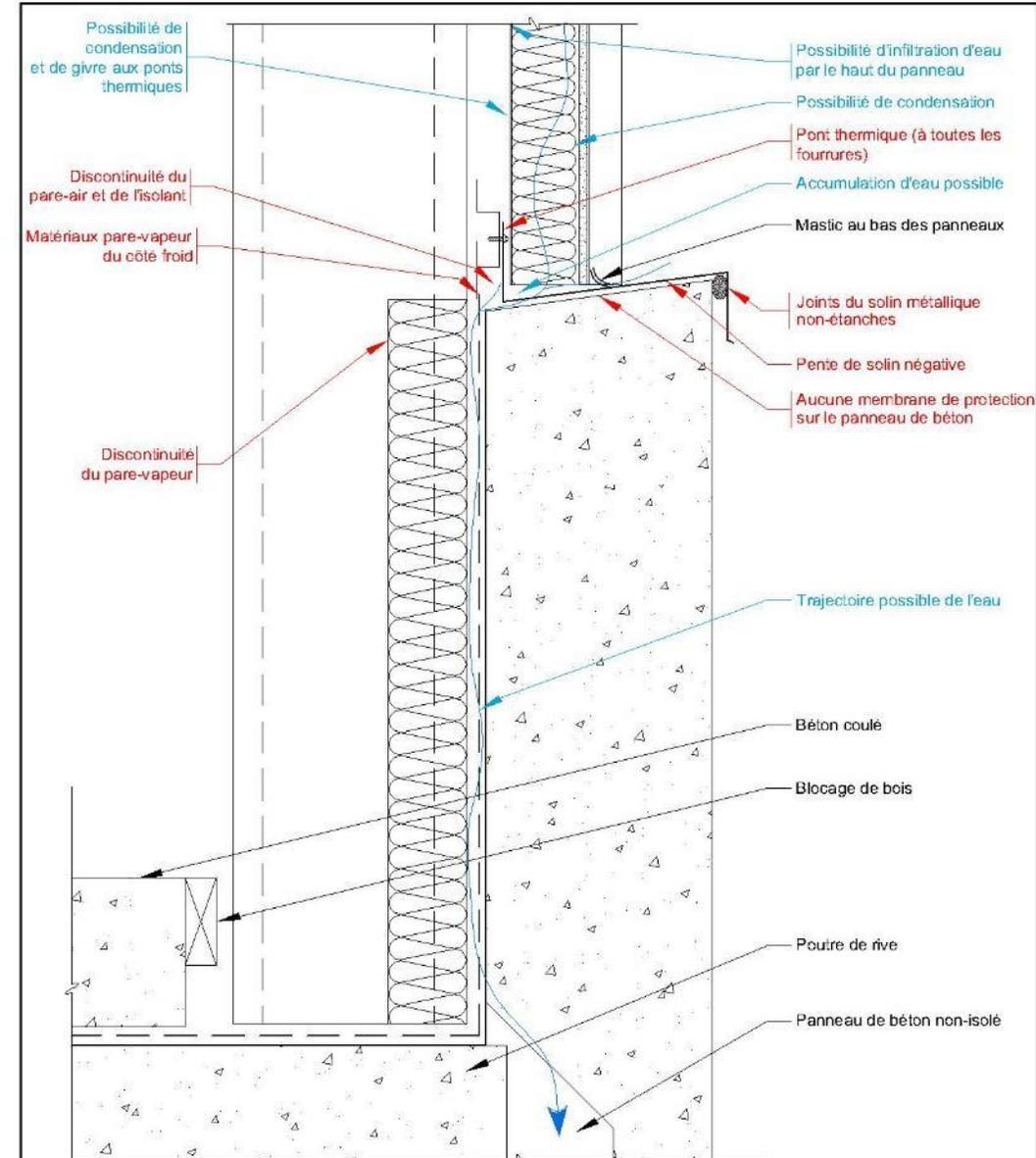
# Exemples concrets

## *Canalisation des eaux de pluie : tablettes de fenêtres*



# Exemples concrets

## Tablette de fenêtre



# Exemples concrets

## *Développement de flore*



# Exemples concrets

## *Infiltrations + choix du revêtement*



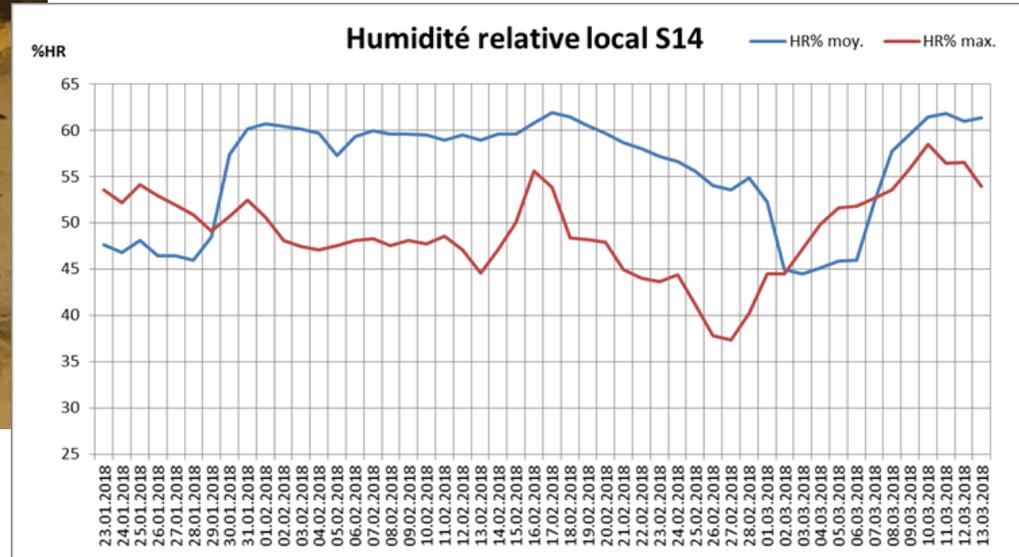
# Exemples concrets

## *Traitement des pieds de façade (rejaillissement, remontées capillaires)*



# Exemples concrets

## Pont de froid + infiltrations augmentant l'humidité ambiante



# Exemples concrets

## *Condensation surfacique et interstitielle*



# Exemples concrets

## Condensation interstitielle



# Exemples concrets

## Condensation interstitielle + corrosion (eau + résines phénoliques)



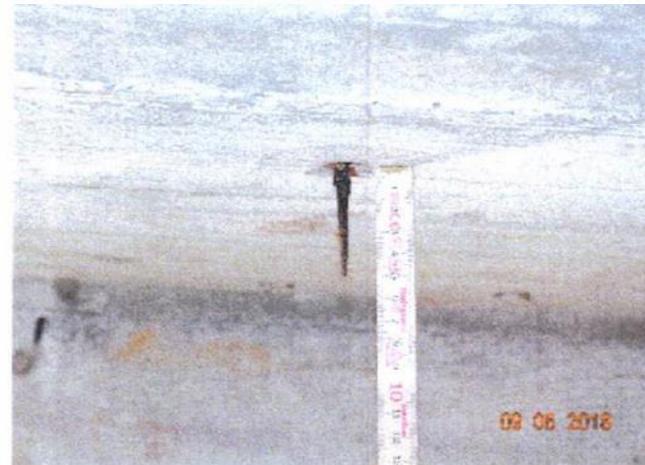
a) Plafond acoustique et luminaires suspendus



b) Fixations non visibles dans la zone de passage à travers l'isolation intérieure de la salle



e) Dégâts dus à la corrosion des fixations traversant l'isolation intérieure



f) Dégâts dus à la corrosion des fixations (après démontage de l'isolation intérieure)



d) Ouverture de l'isolation intérieure pour inspection de l'éventuelle corrosion des fixations

# Exemples concrets

## *Canalisation des eaux claires, remontées capillaires*



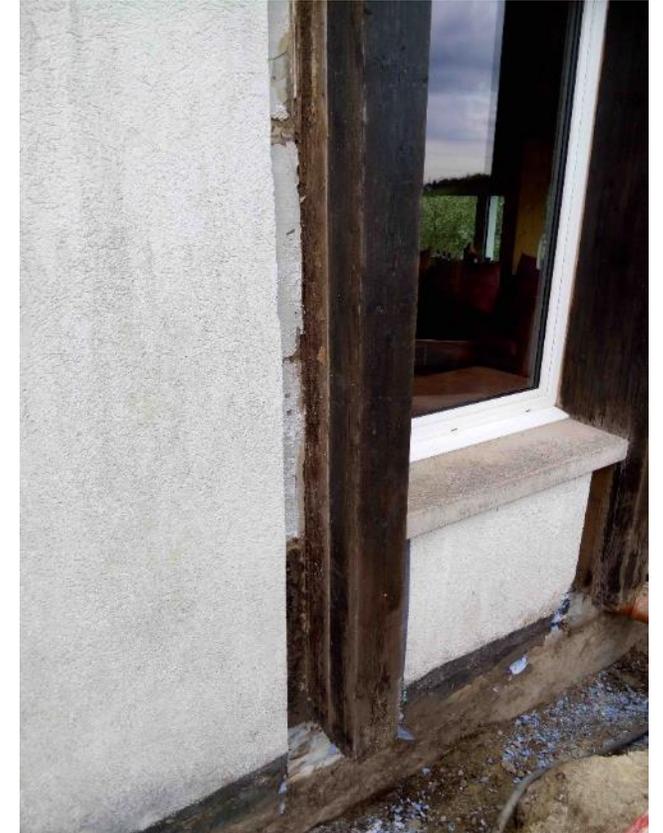
# Exemples concrets

## *Diffusion par capillarité de l'humidité de la construction*



# Exemples concrets

## *Diffusion de vapeur*



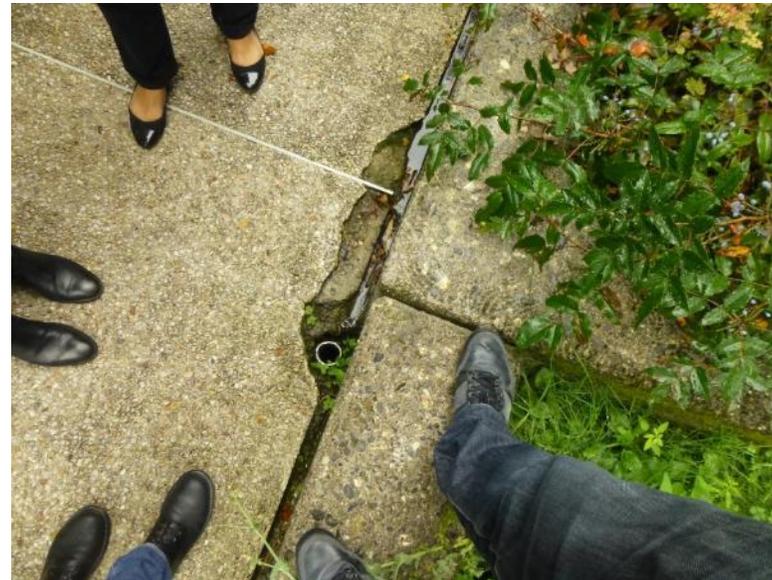
# Exemples concrets

## *Infiltrations d'eaux claires*



# Exemples concrets

## *Infiltrations d'eaux claires*



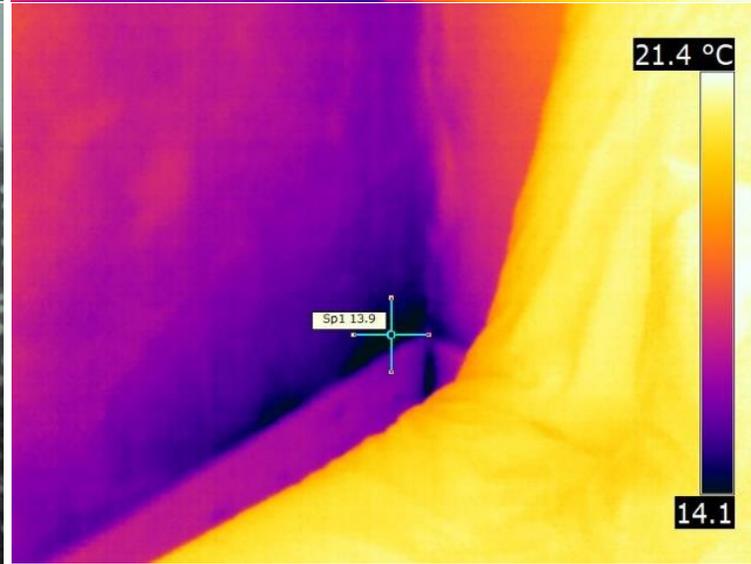
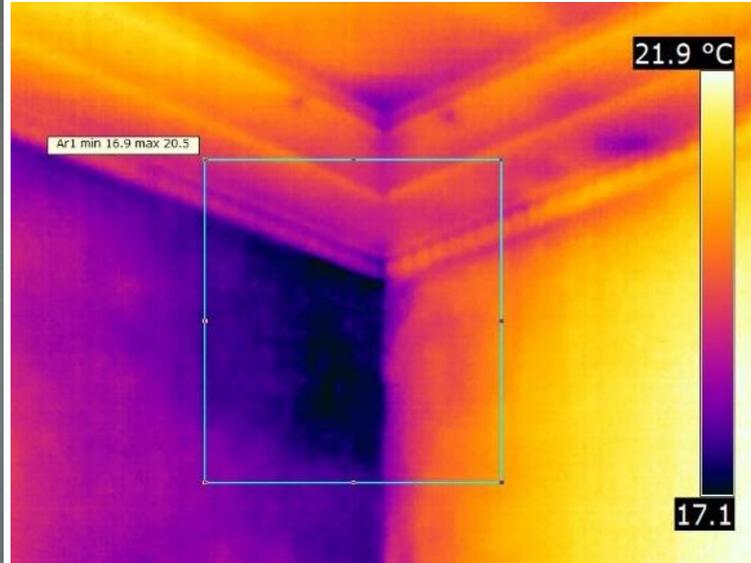
# Exemples concrets

## *Canalisation des eaux claires*



# Exemples concrets

## *Infiltrations d'eau de pluie*



# Exemples concrets

## Assèchement de la construction

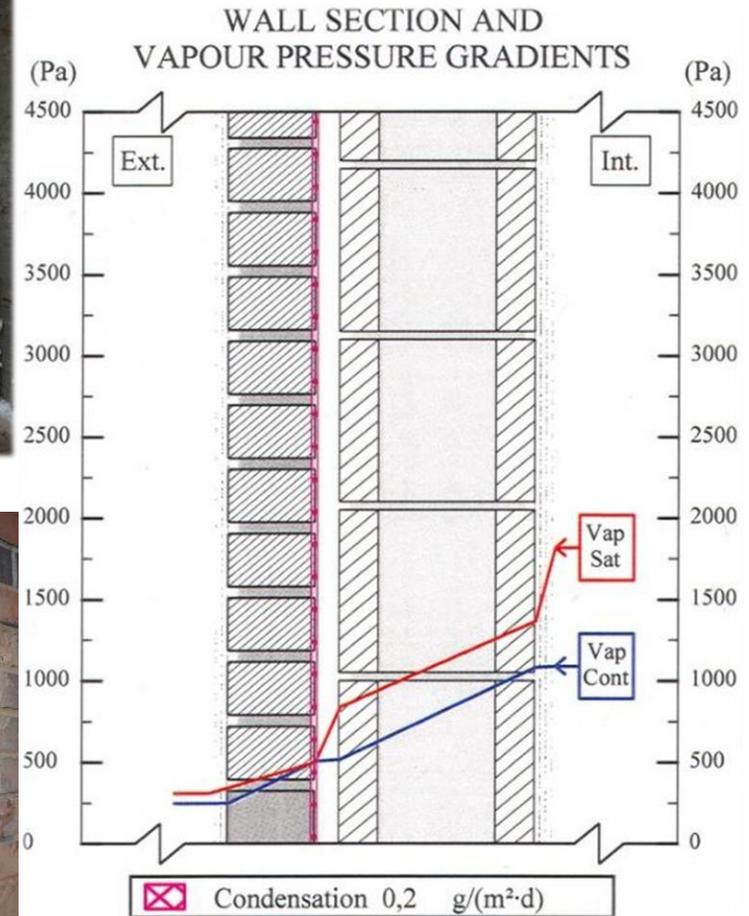


- évolution de la teneur en eau du mortier au cœur de la maçonnerie :



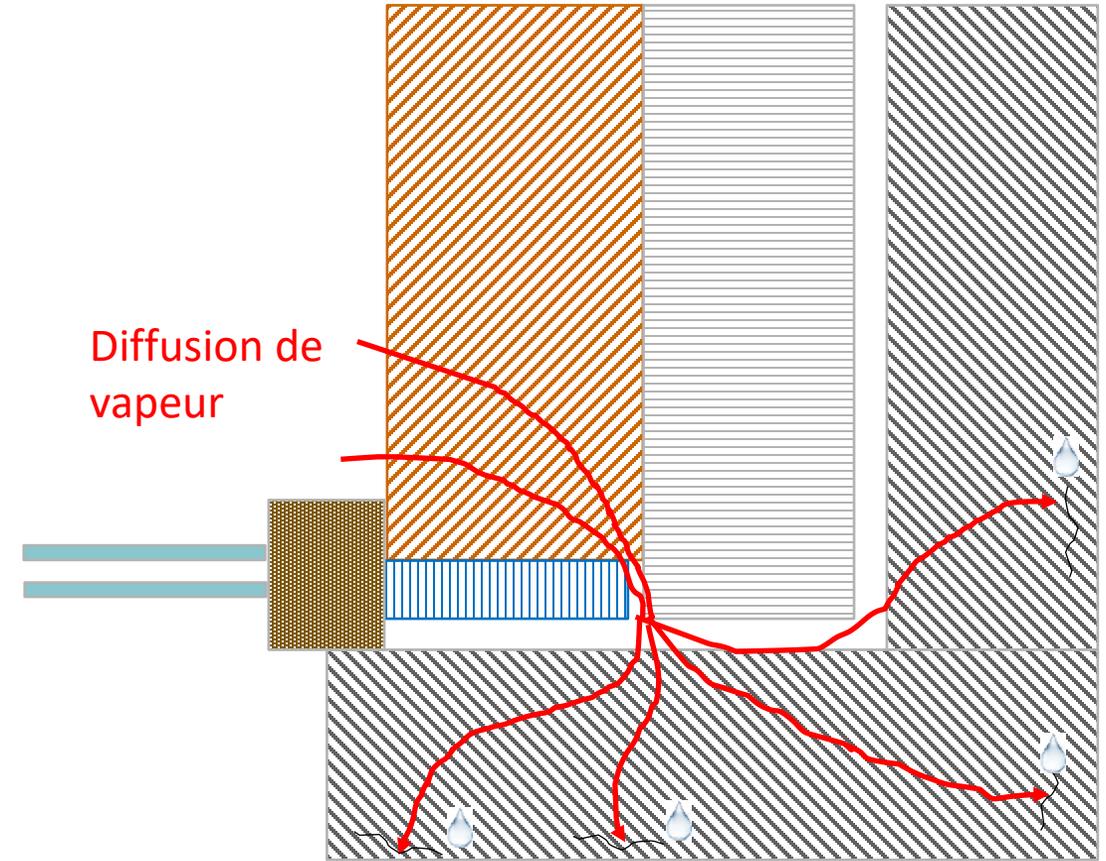
# Exemples concrets

## Dégâts dus au gel



# Exemples concrets

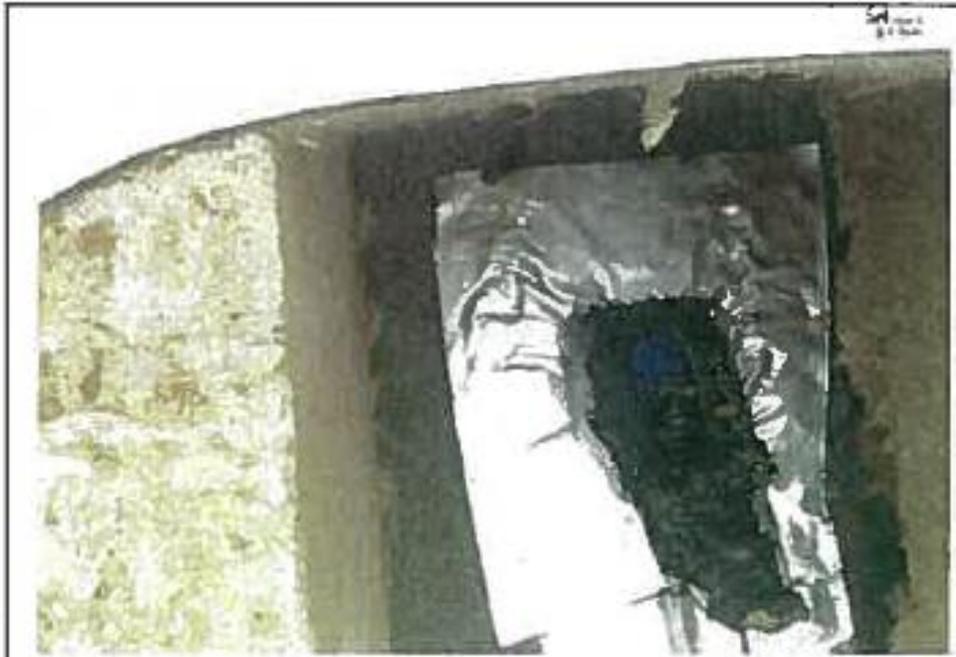
## Dégâts dus au gel



Condensation/gel

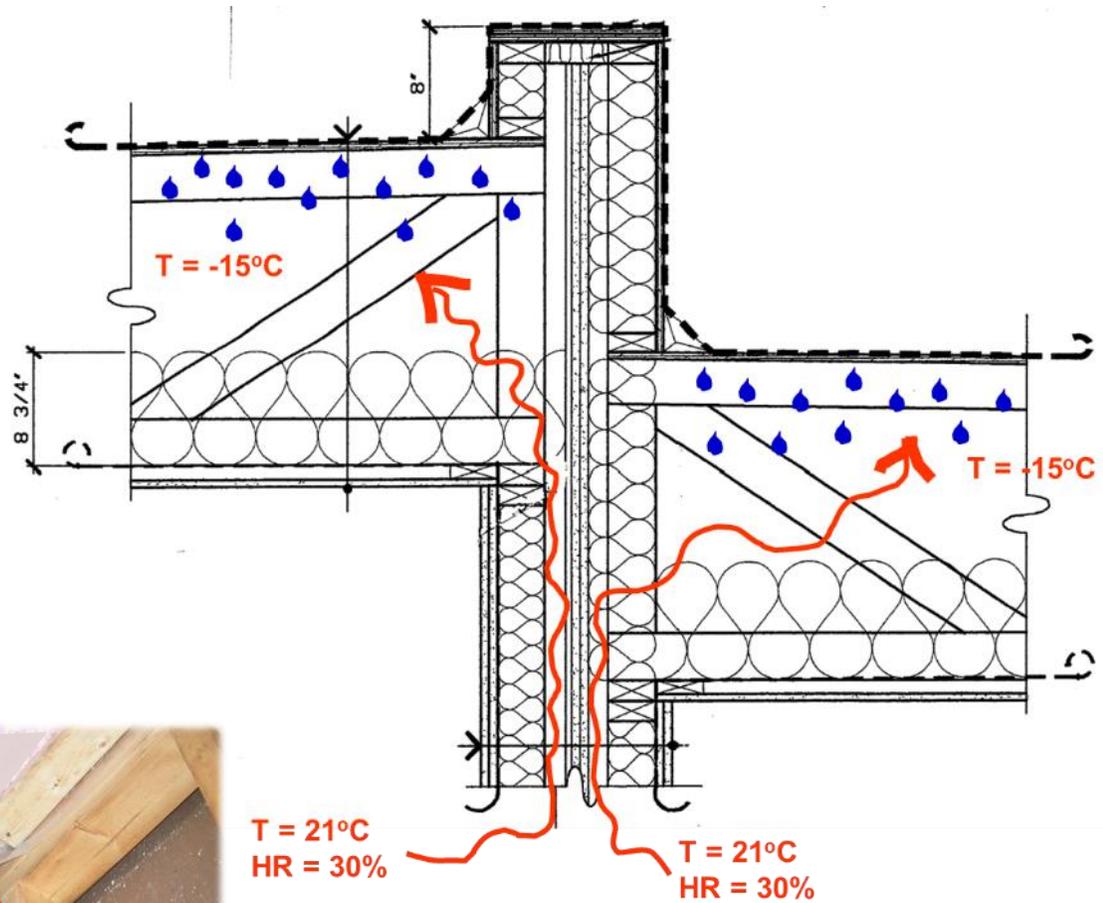
# Exemples concrets

## *Condensation dans des gaines électriques*



# Exemples concrets

## Dégâts dus au gel



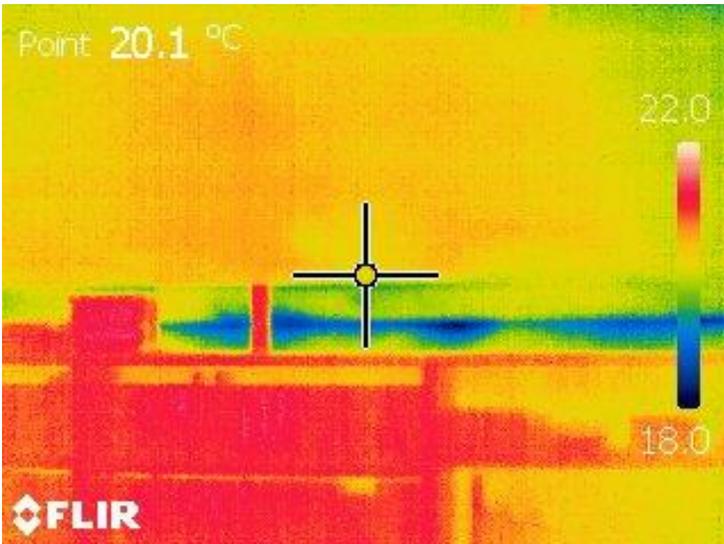
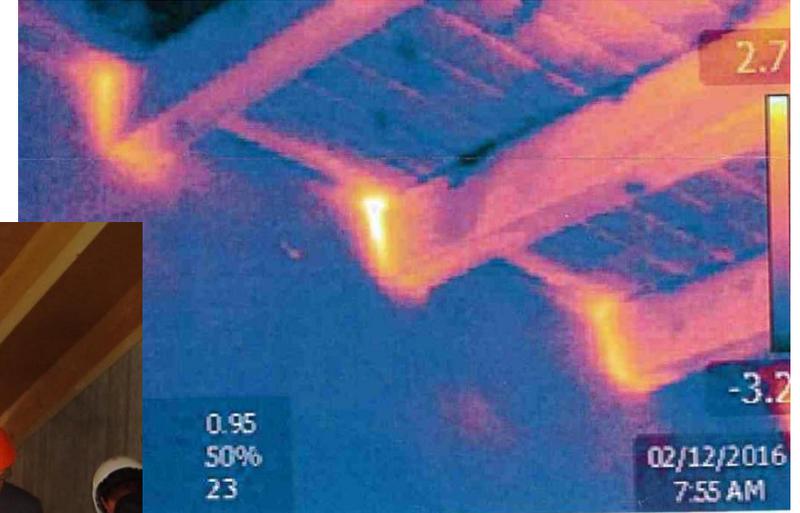
# Exemples concrets

## *Étanchéité à l'air*



# Exemples concrets

## Étanchéité à l'air



# Exemples concrets

## *Evacuation des eaux usées*

Conduites EU affaissées



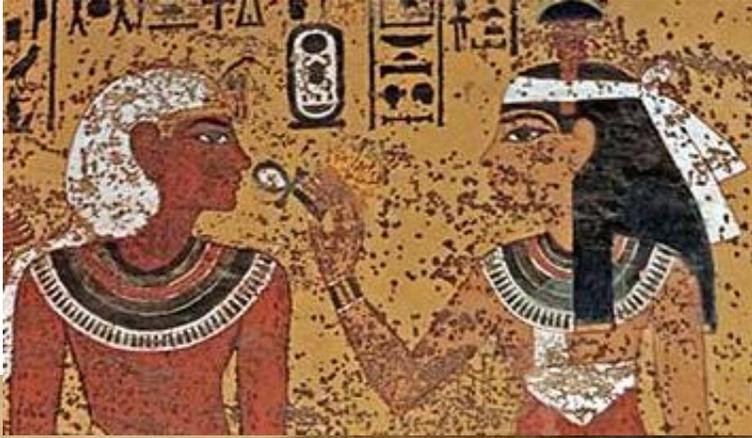
Conduites EP rompues



Conduites EU ouvertes

# Exemples concrets

## *Humidité à la livraison*



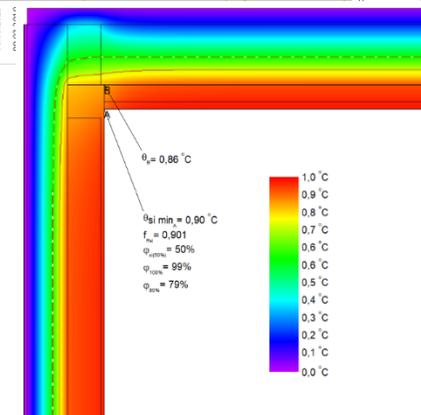
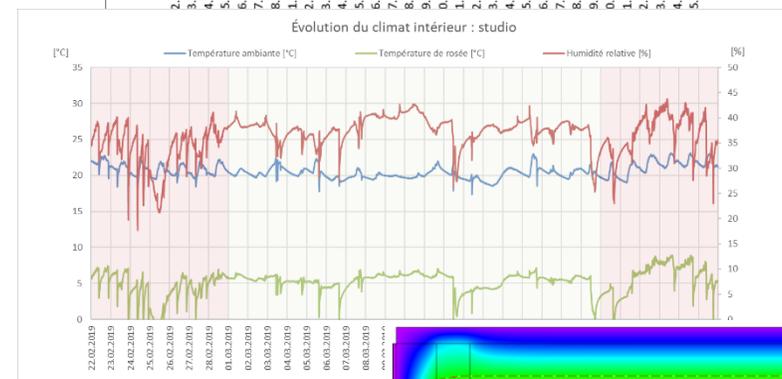
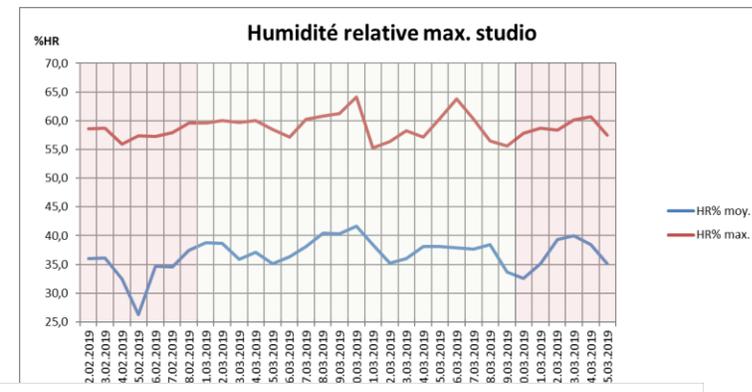
# Exemples concrets

## *Humidité à la livraison*



# Exemples concrets

## Humidité à la livraison



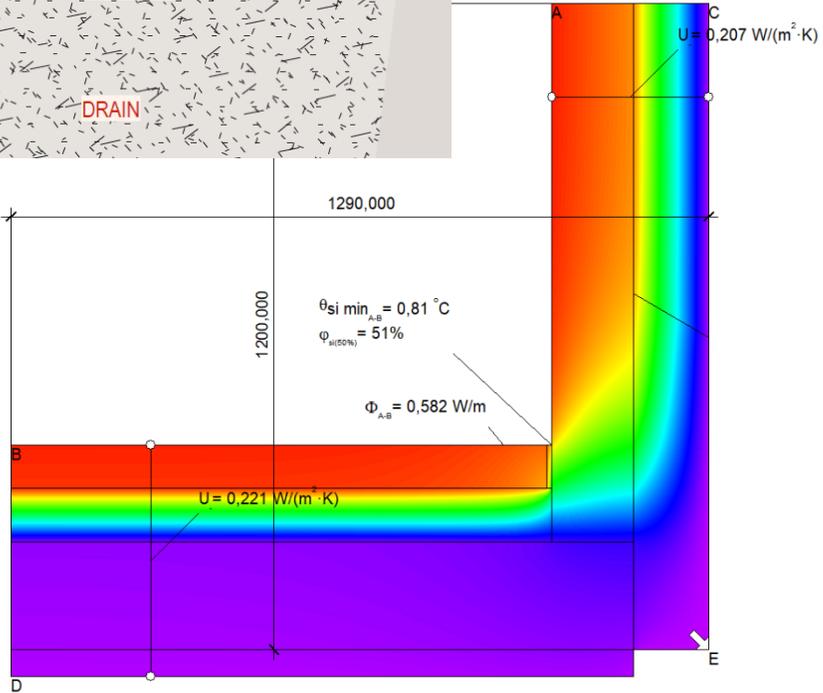
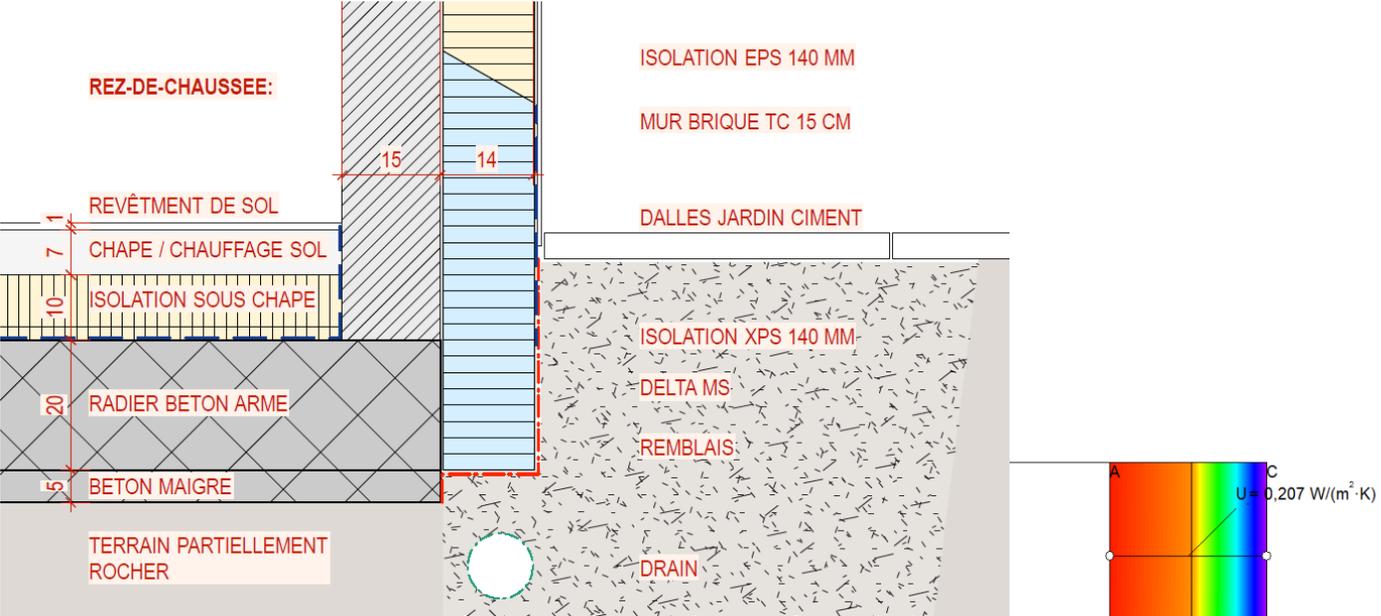
# Exemples concrets

## *Usage non adapté des locaux*

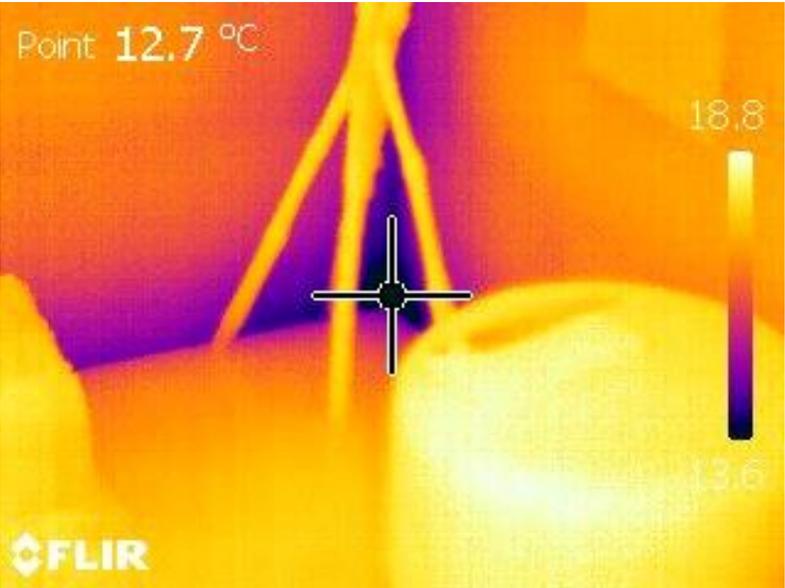
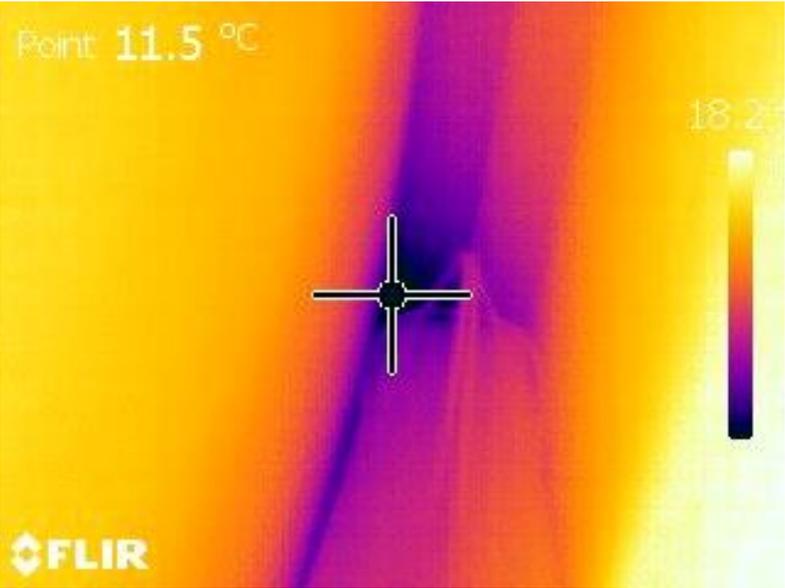


# Exemples concrets

## Défaut de pose de l'isolation



$$\psi_{A-E-B} = \frac{\Phi}{\Delta T} - U_1 \cdot b_1 - U_2 \cdot b_2 = \frac{0,582}{1,000} - 0,207 \cdot 1,200 - 0,221 \cdot 1,290 = 0,049 \text{ W/(m·K)}$$



# Exemples concrets

## *Qualité d'air intérieur*



# Exemples concrets

## *Qualité d'air intérieur*



# Merci de votre attention



Ingénieurs conseil en énergies et environnement

**Mickaël Guichard**

Responsable du groupe « Bâtiment Durable »  
Réfèrent technique pour les assainissements énergétiques  
et formateur Minergie/CECB

**PLANAIR SA • INGENIEURS CONSEILS SIA**  
Crêt 108a • CH-2314 La Sagne • Suisse  
T +41 (0)32 933 88 40 • F +41 (0)32 933 88 50  
mickael.guichard@planair.ch • www.planair.ch

