



L'humidité dans les constructions

Diagnostic et traitement

Samuel Dubois
21/02/2017



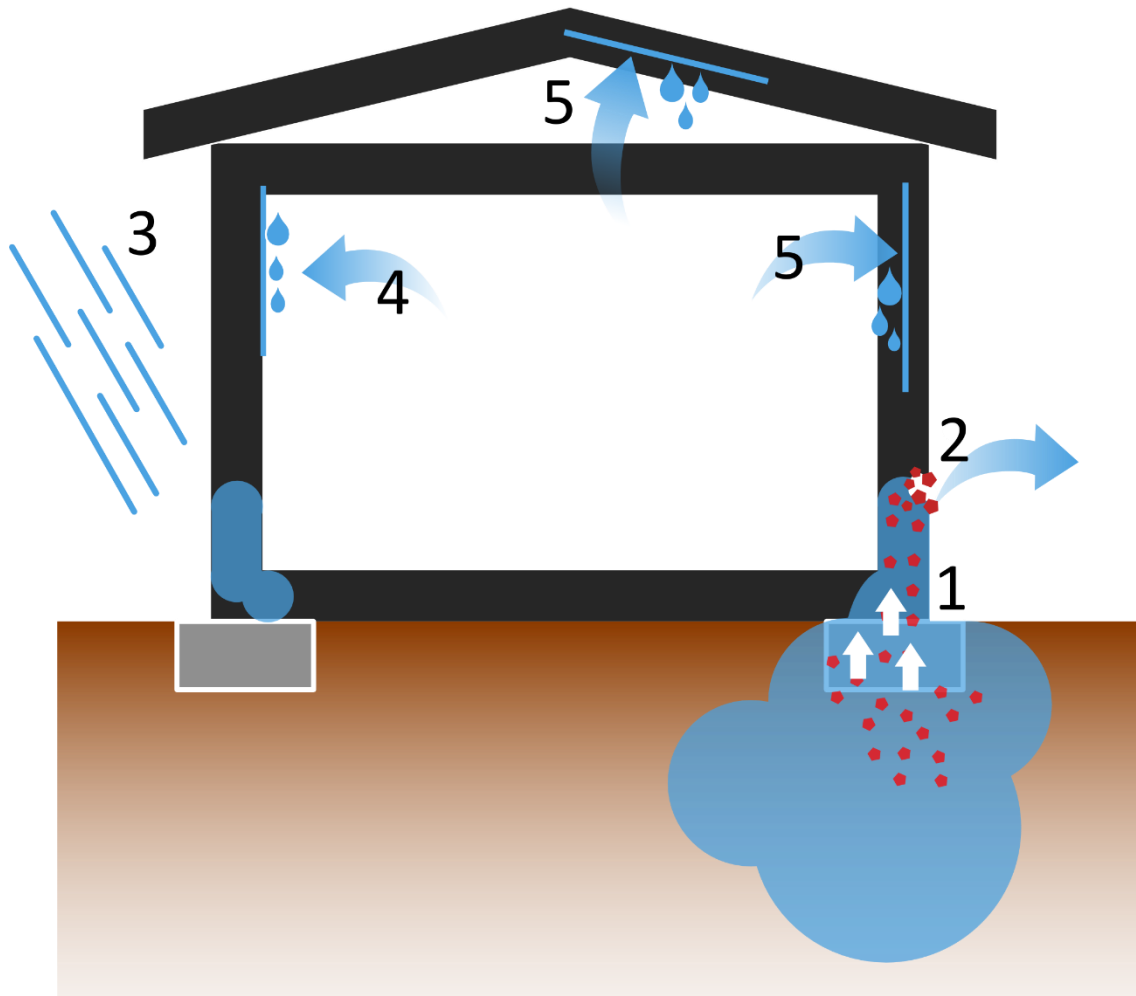
INNOV IRIS
EMPOWERING RESEARCH

The background is a close-up, slightly blurred image of a brick wall. The bricks are reddish-brown and arranged in a standard running bond pattern. There are some dark spots and faint graffiti on the wall, particularly in the upper left and lower left areas. The overall tone is somewhat muted and textured.

Introduction

Introduction

Pathologies liées à la présence d'humidité et de sels



1. Remontées capillaires
2. Cristallisation sels
3. Infiltrations
4. Condensation superficielle
5. Condensation interstitielle

Introduction

Pathologies liées à la présence d'humidité et de sels

- Quelques exemples



Introduction

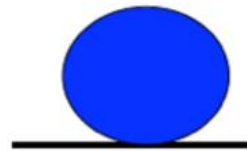
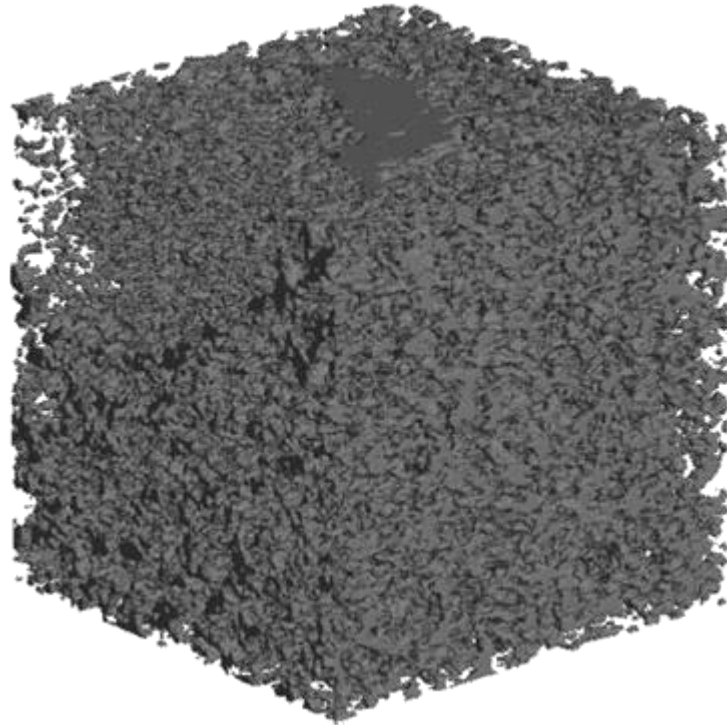
Problème complexe!



The background is a close-up, slightly faded image of a brick wall. The bricks are arranged in a standard running bond pattern. There are some faint, white graffiti markings on the wall, including some illegible scribbles and what appears to be the number '11' in the upper left quadrant. The overall tone is muted and textured.

Le transport d'humidité

- Une matériau minéral ou végétal = réseau de pores hydrophiles



Hydrophobic

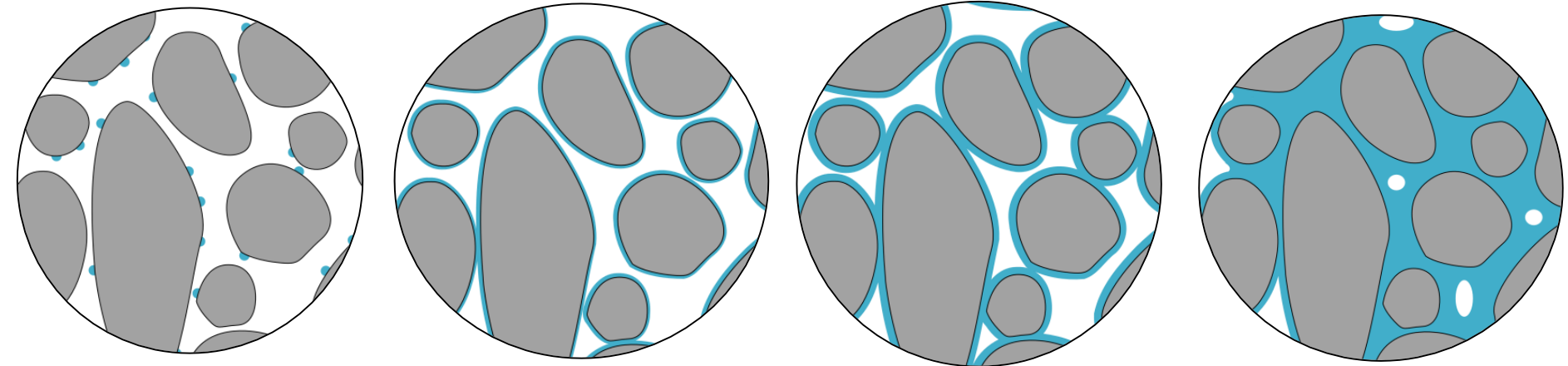


Hydrophilic

Le transport d'humidité

Hygroscopicité

- Le matériau peut absorber de l'eau de l'air ambiant même sans être en contact avec une source d'eau liquide



Humidité relative de l'air ambiant



Le transport d'humidité

Hygroscopicité

- Un équilibre teneur en eau – conditions de l'air ambiant

$$\begin{array}{l} \text{teneur en humidité} \\ \text{d'un matériau} \\ \text{poreux [\%]} \end{array} = \frac{\text{masse d'humidité contenue} \\ \text{dans le matériau [g]}}{\text{masse du matériau sec [g]}} \times 100 \%$$

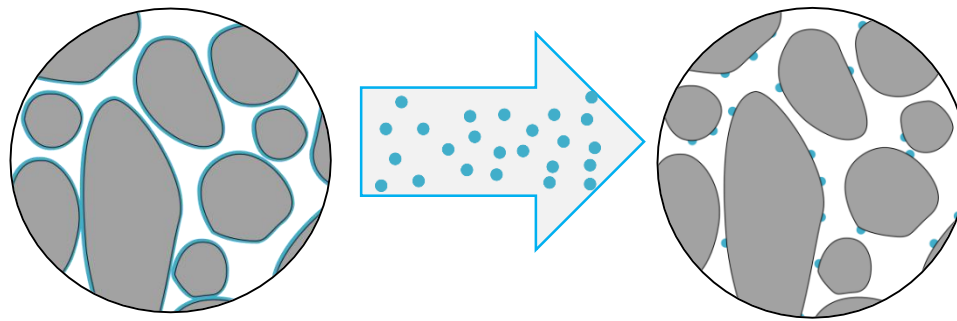
- Le phénomène est significatif pour les matériaux végétaux!

Matériaux	Humidité d'équilibre [% masse] dans une ambiance à	
	65 % HR	95 % HR
Briques de terre cuite	0,3	0,9
Enduits au ciment	1,0	7,0
Enduits au plâtre	1,0	3,0
Enduits à la chaux	2,8	7,5
Bois divers	10 – 15	20 – 30
Panneaux agglomérés	5 – 10	15 – 25

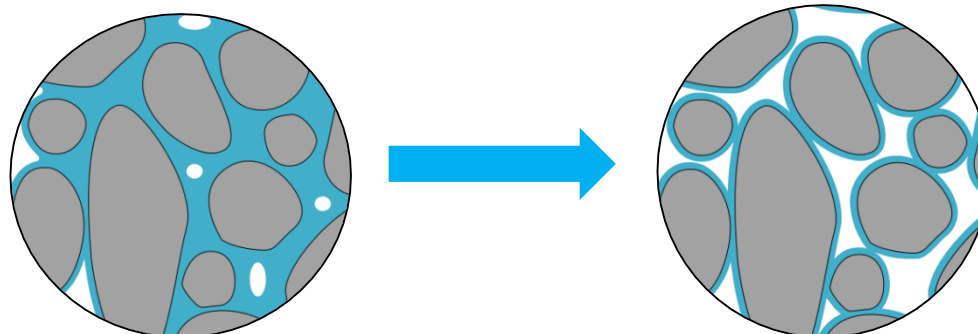
Le transport d'humidité

Types de transport

- L'eau transite naturellement des zones humides au zones sèches
- Dans les matériaux secs et peu humides le transport s'effectue principalement sous **forme vapeur** dans l'espace des pores les plus larges



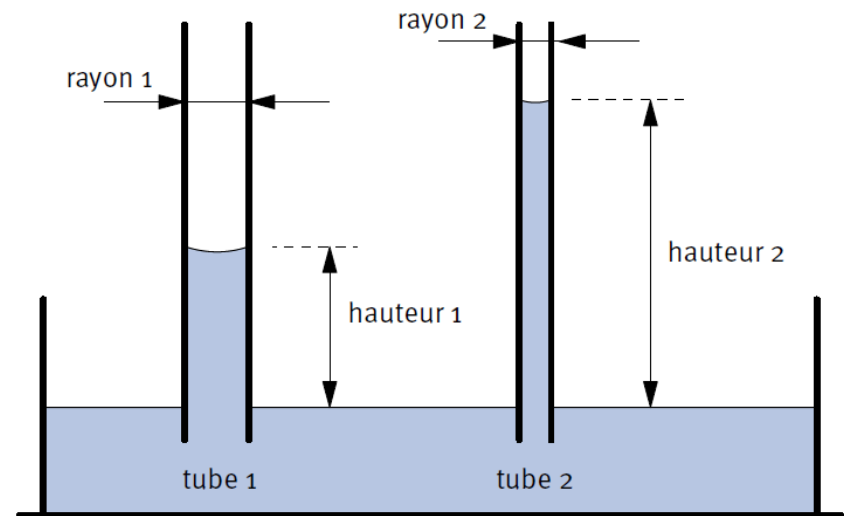
- Dans les matériaux très humides le transport s'effectue principalement sous **forme liquide** dans les pores les plus fins



Le transport d'humidité

La capillarité

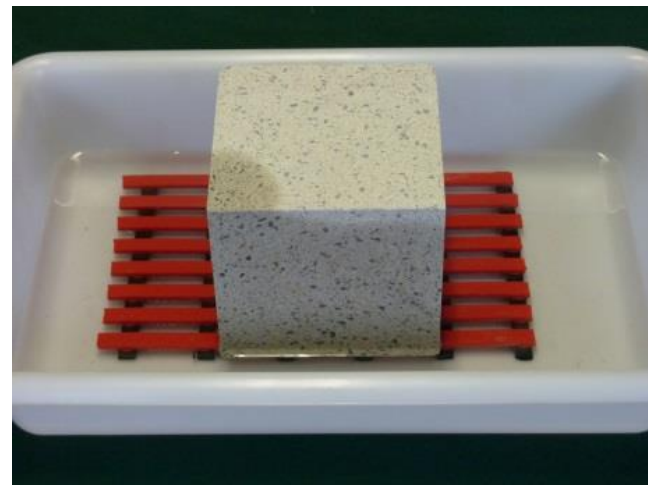
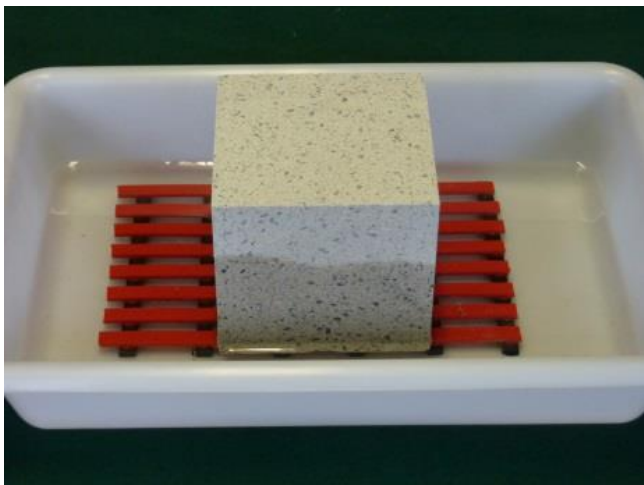
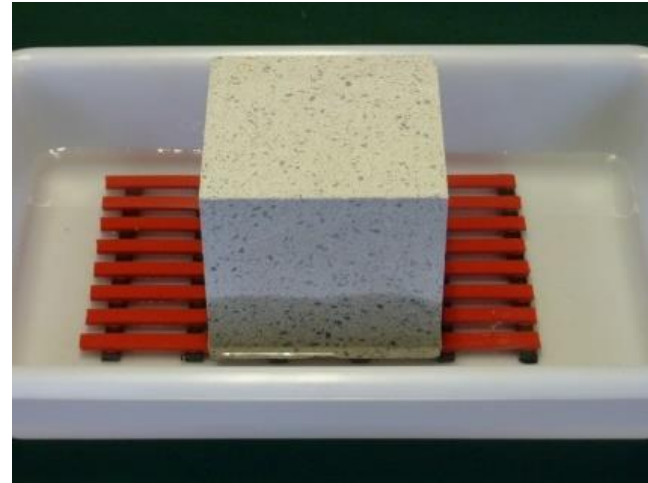
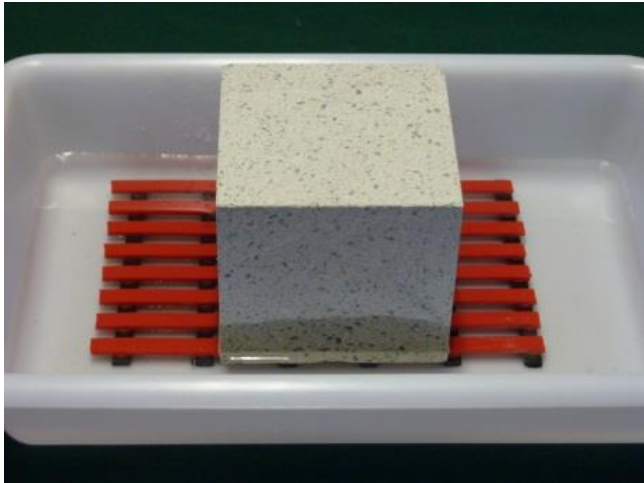
- Cas extrême où le matériau est en contact direct avec une source d'eau liquide
- Quantité d'eau potentiellement transportée très grande!
- Un phénomène bien connu et principalement dû aux pores les plus fins!



Le transport d'humidité

La capillarité

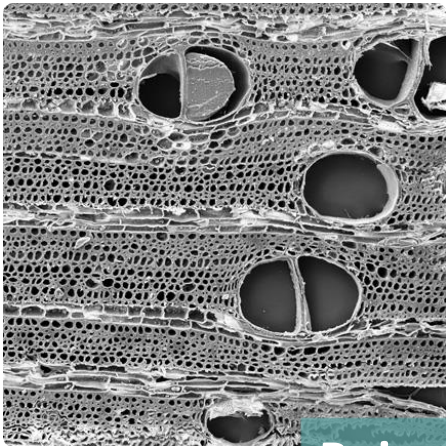
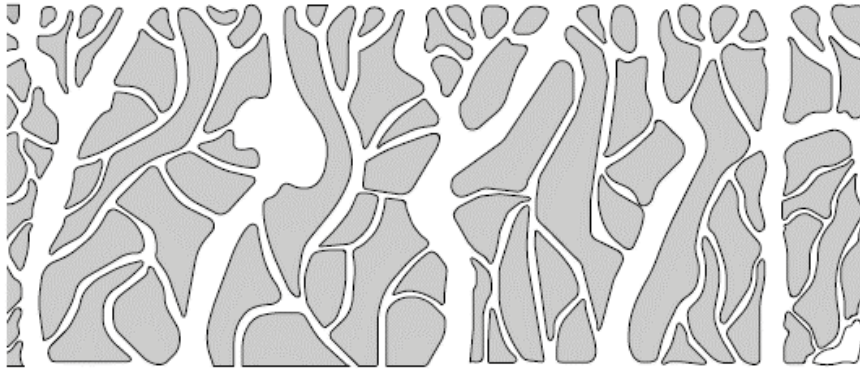
- Illustration dans un bloc silico-calcaire



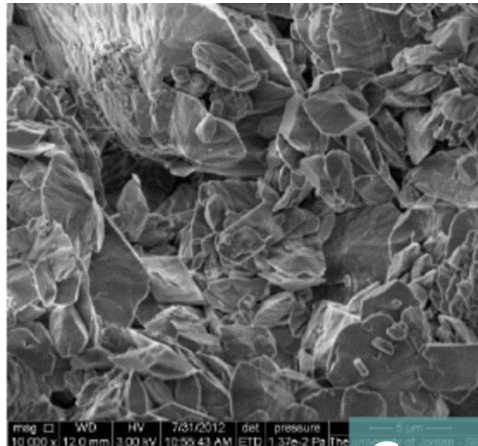
Le transport d'humidité

La carte d'identité des matériaux

- Nature chimique et distribution de la taille des pores = carte d'identité des matériaux!



Bois



Gypse

Chaque matériau est plus ou moins sensible aux phénomènes de capillarité et hygroscopicité



Dégâts et traitements :
Humidité ascensionnelle

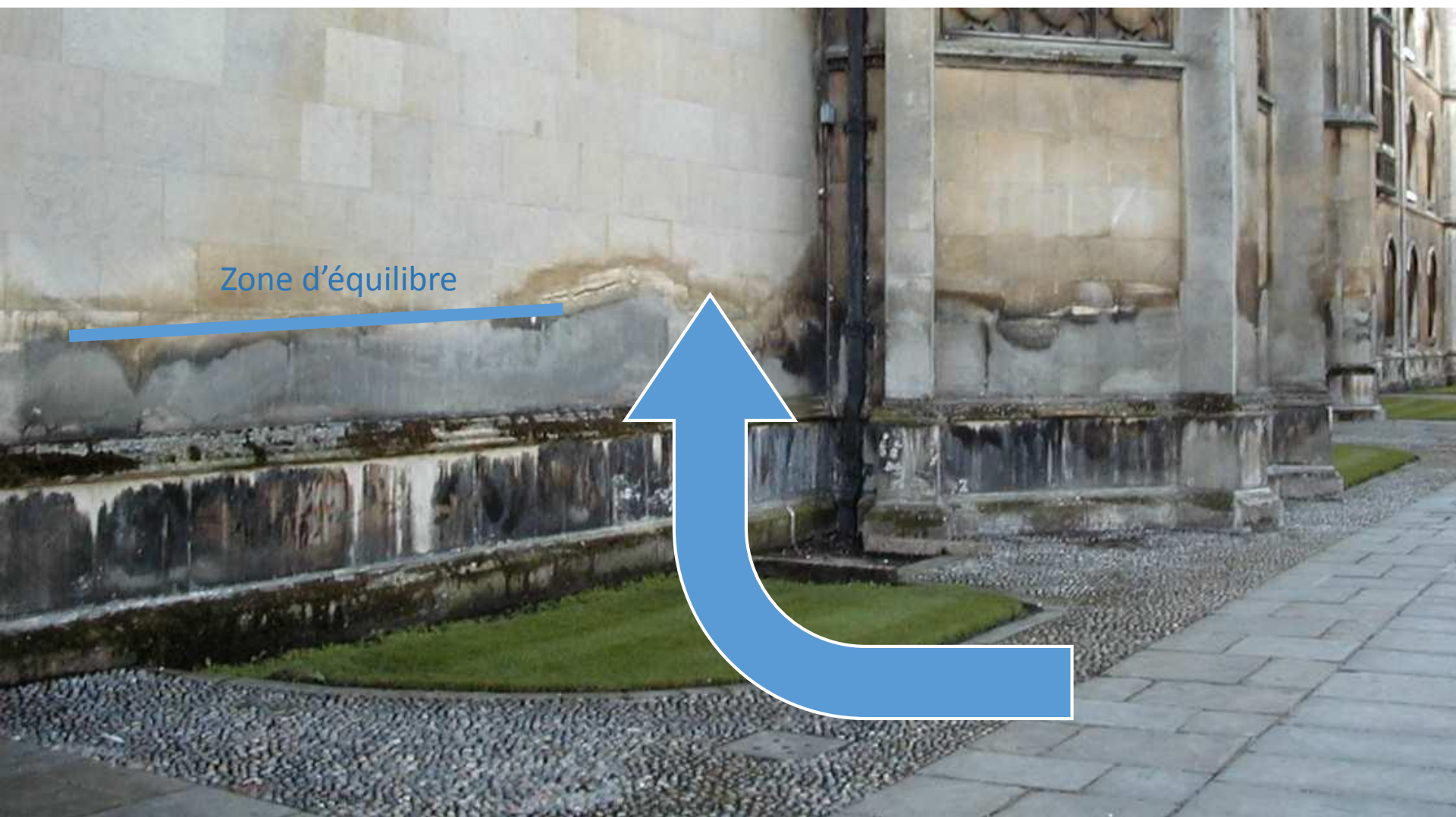
Humidité ascensionnelle

Origine et dégâts

- Concerne les bâtiments anciens (<1945)
- Une maçonnerie en contact avec une **source d'eau liquide** (l'eau contenue dans les sols, par exemple) fonctionne comme une pompe absorbant l'eau par capillarité
- La limite entre la zone concernée par **le phénomène d'humidité ascensionnelle** et la zone sèche correspond au point d'équilibre entre les deux phénomènes (absorption et évaporation) **→ Typiquement 1m de haut**
- À l'endroit où elle s'évapore, l'eau dépose toutes les impuretés qu'elle renferme, **dont les sels solubles.**

Humidité ascensionnelle

Illustrations



Humidité ascensionnelle

Illustrations



L'humidité ascensionnelle est particulièrement fréquente, surtout dans les bâtiments datant d'avant 1945

Humidité ascensionnelle

Illustrations

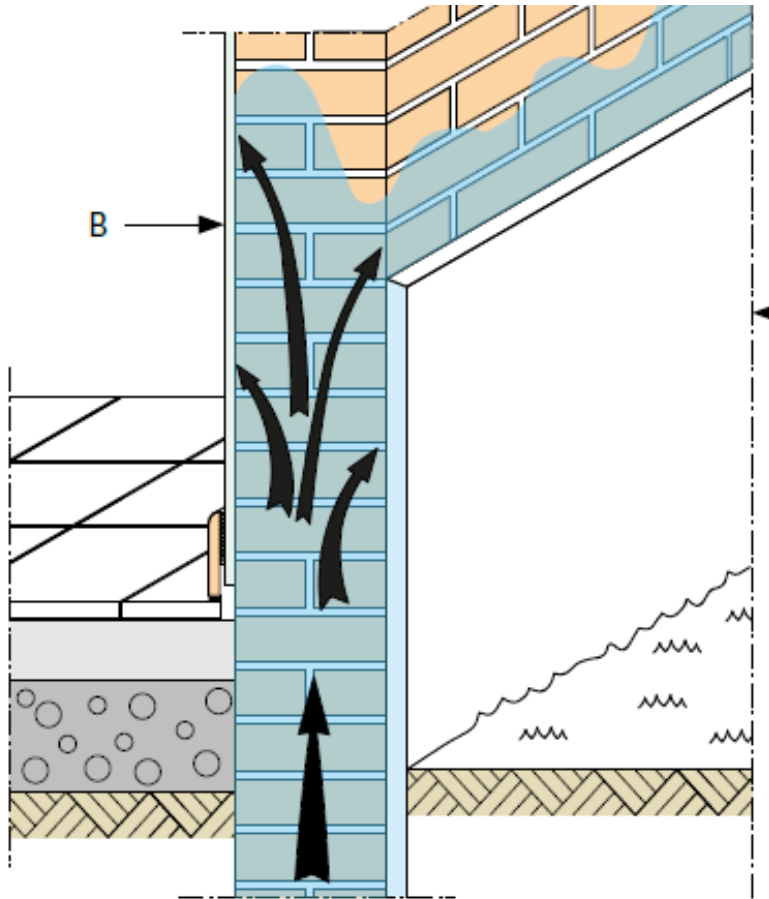
Moisissures suite aux remontées



Humidité ascensionnelle

Illustrations

Un recouvrement peut déplacer le problème!



Attention aux défauts de conception!

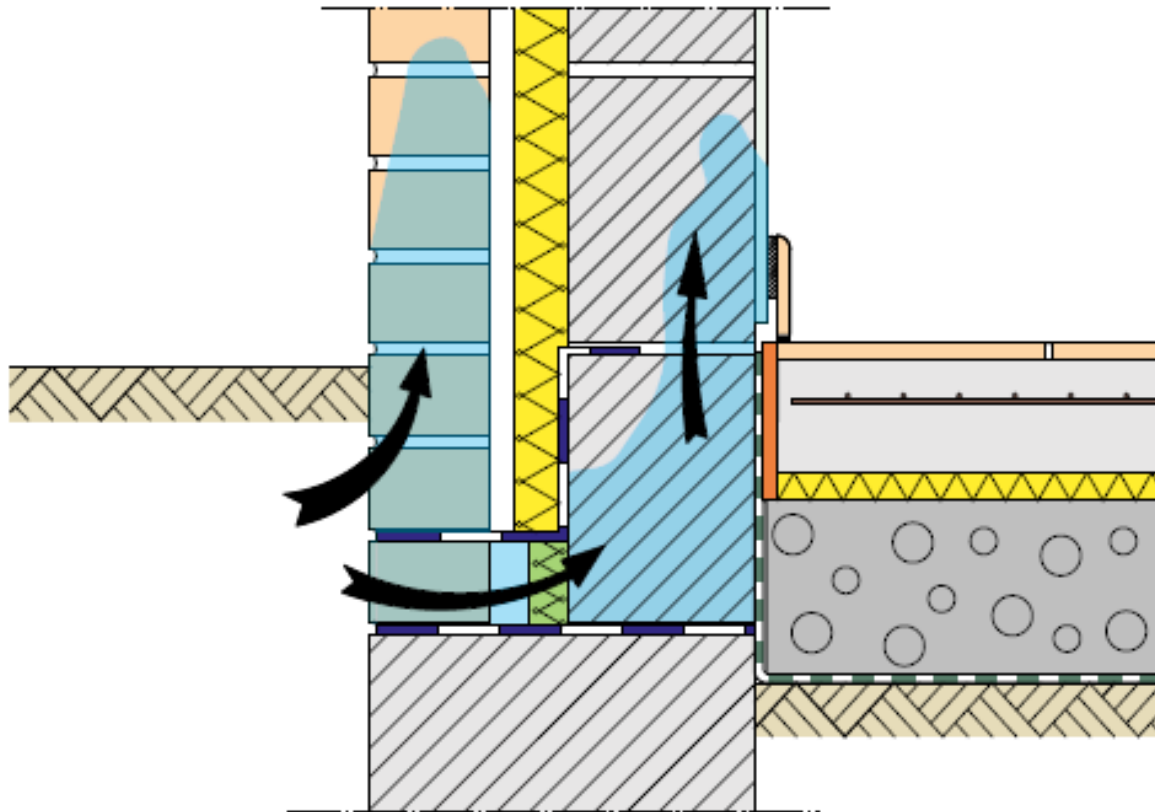
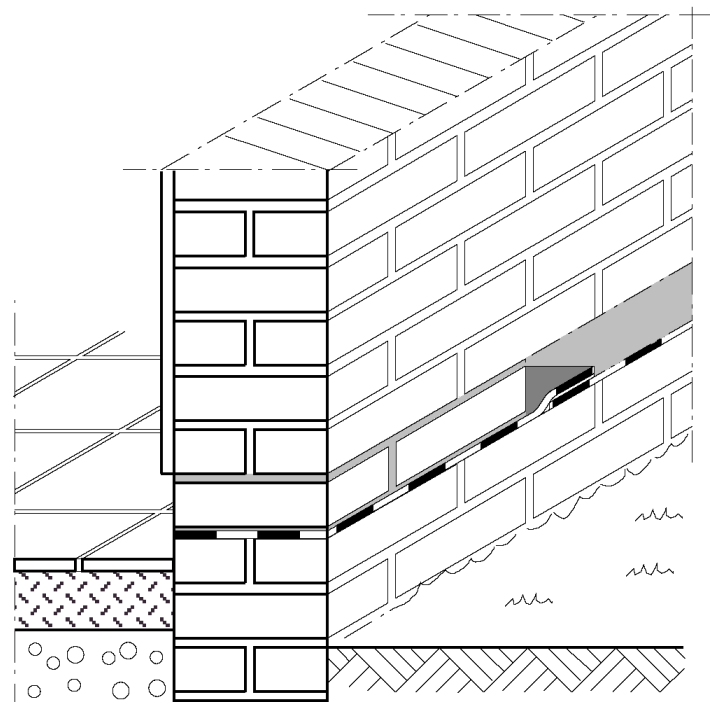
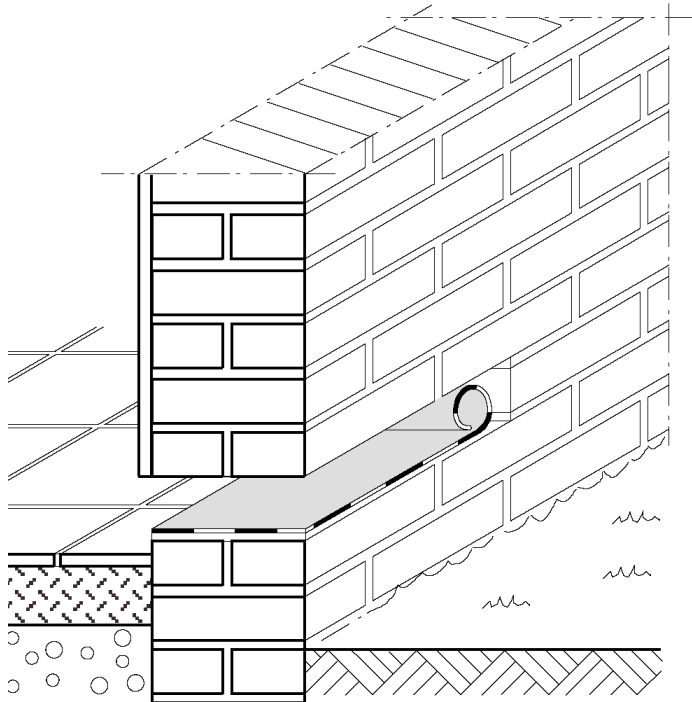


Fig. 34 Humidification par apport de terres au-dessus du niveau de l'étanchéité, avec ou sans dallage de finition.

Humidité ascensionnelle

Traitement

- Bloquer l'arrivée d'eau au moyen :
 1. D'une barrière physique



- Bloquer l'arrivée d'eau au moyen :
 1. D'une barrière physique



Humidité ascensionnelle

Traitement

- Bloquer l'arrivée d'eau au moyen :
 1. De l'injection d'un produit hydrophobe



Sous forme liquide



Sous forme de crème/gel

Attention au composé actif utilisé! Certains produits sont inefficaces!!



Dégâts et traitements :
Sels solubles

Sels solubles

Origine et dégâts

- Dans l'eau liquide en mouvement peuvent se trouver des sels solubles
- L'humidité cause pas mal de souci en elle-même, mais quand on ajoute les sels on atteint un autre niveau!
- Origine des sels :
 - Sols (ex. milieu rural)
 - Sels de déneigement

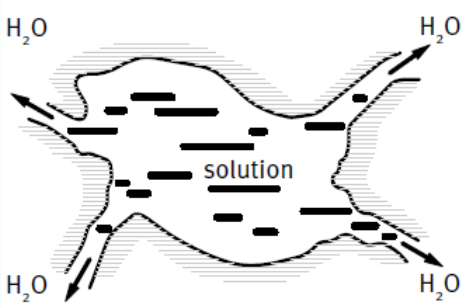
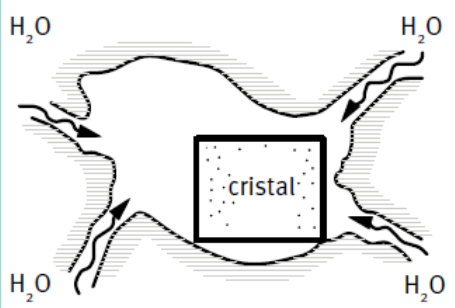
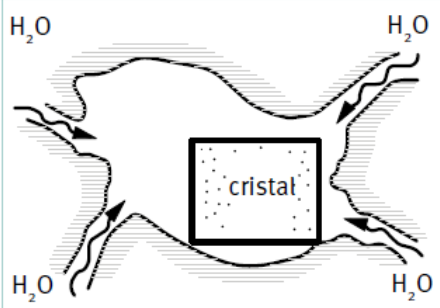
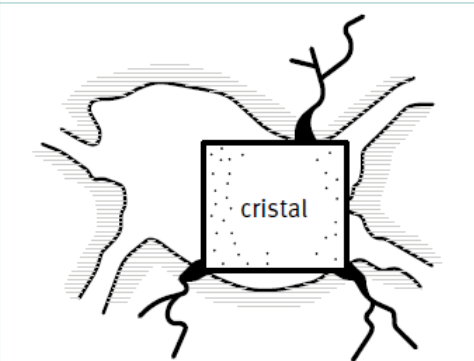
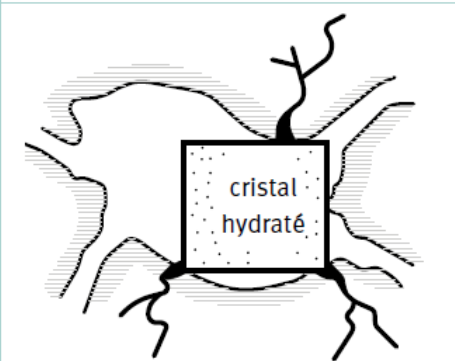
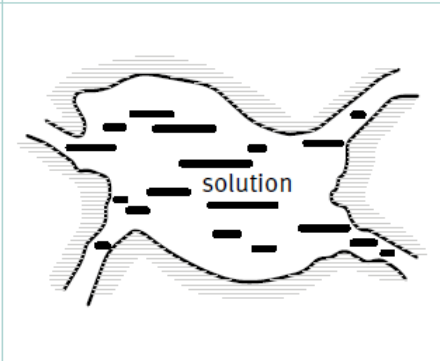
Sels solubles

Origine et dégâts



Corrosion d'un élément métallique sous l'action combinée de l'humidité et des sels

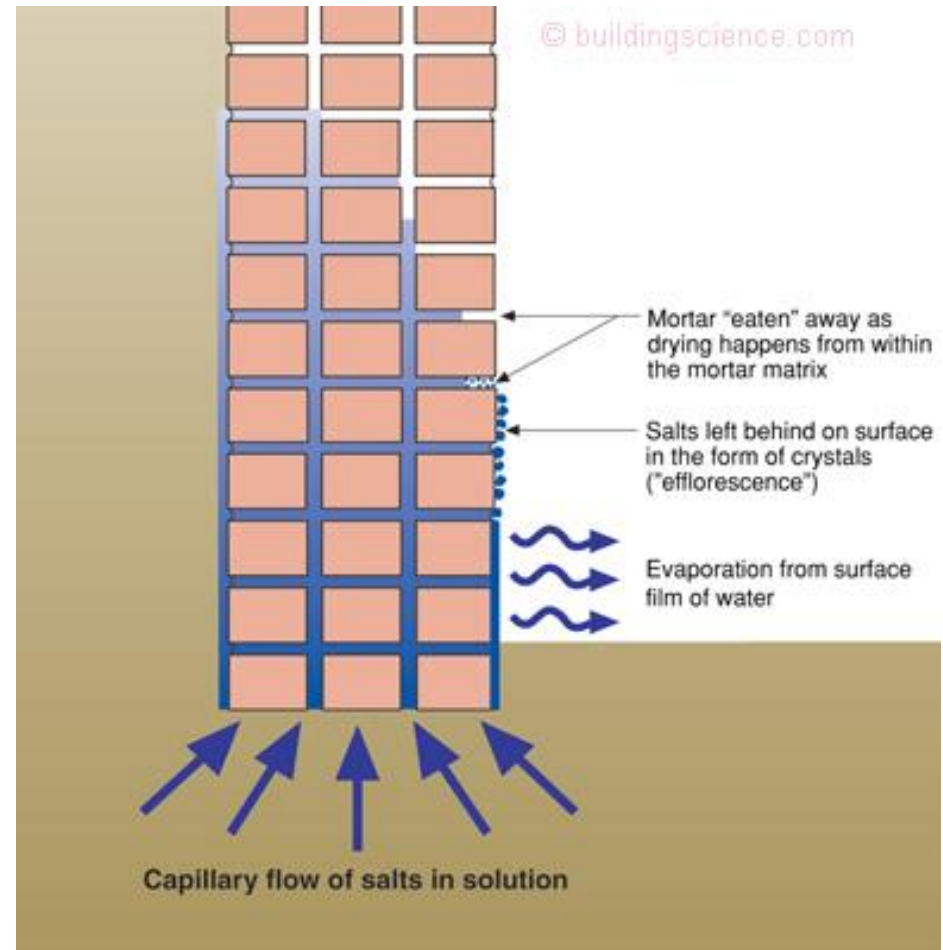
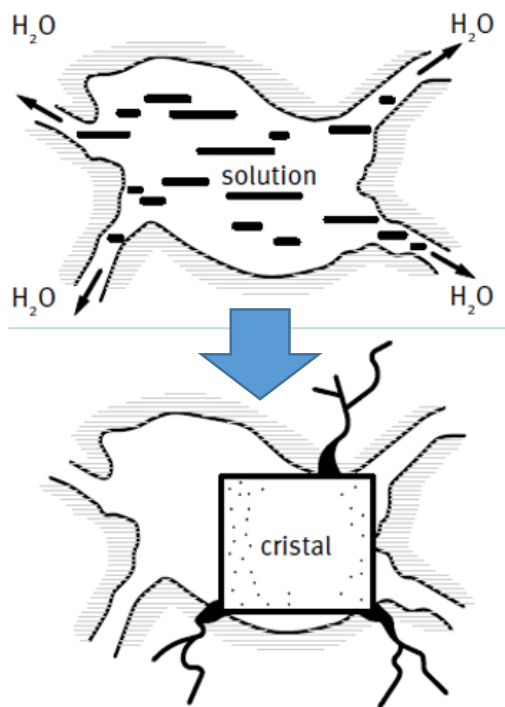
- Attention: un même sel peut occasionner plusieurs types de phénomènes, en fonction des conditions ambiantes.

Phénomènes liés aux sels solubles	Cristallisation	Hydratation	Hygroscopicité
Avant			
Après			
Description	Évaporation d'une solution saline au sein des pores et dégradations dues aux forces de cristallisation	Changement de l'état d'hydratation (et du volume) d'un sel après une phase de dissolution et dégradations dues aux forces de cristallisation	Absorption hygroscopique d'humidité par un sel et humidification du matériau poreux en l'absence d'une source d'eau liquide

Sels solubles

Sels efflorescents

- Sels déposés à l'endroit où l'eau s'évapore
- Support "rongé"



Sels solubles

Sels efflorescents

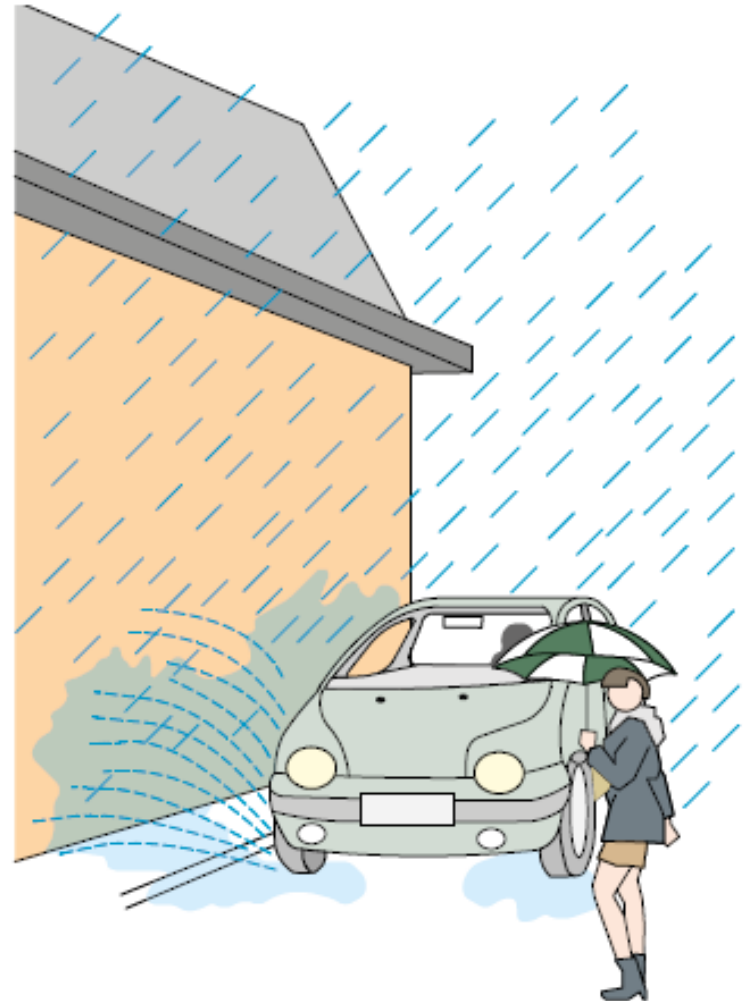
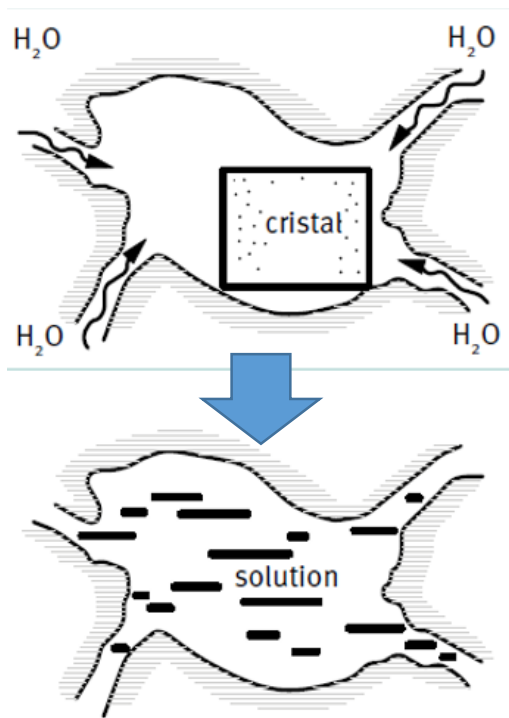


Pulvérisation des briques et du mortier,
suite à la cristallisation des sels et aux
cycles de gel-dégel

Sels solubles

Sels hygroscopiques

- Sels qui interagissent avec l'humidité de l'air ambiant
- Typiquement nitrates/chlorures
- Tâches en surface



Sels solubles

Sels hygroscopiques



Décoloration d'un badigeon à la chaux,
due à la présence de sels hygroscopiques
captant l'humidité de l'air

Sels solubles

Traitements à l'intérieur

- **Si uniquement sels efflorescents** après assèchement: élimination par brossage à sec ou décapage des finitions et application des nouvelles finitions comme d'habitude.
- **Si sels hygroscopiques**, prévoir une protection qui résiste à l'humidité et bloque la migration des sels.
- **Si finition avant assèchement total**: enduit d'assainissement.



Sels solubles

Traitements à l'extérieur

- **Si sels efflorescents** après assèchement: élimination par brossage à sec ou par les pluies.
- **Si sels hygroscopiques**, laisser de préférence la maçonnerie apparente, sinon choisir une finition non filmogène et faire des essais si possible.





Dégâts et traitements :
Condensation superficielle

Condensation superficielle

Rappels

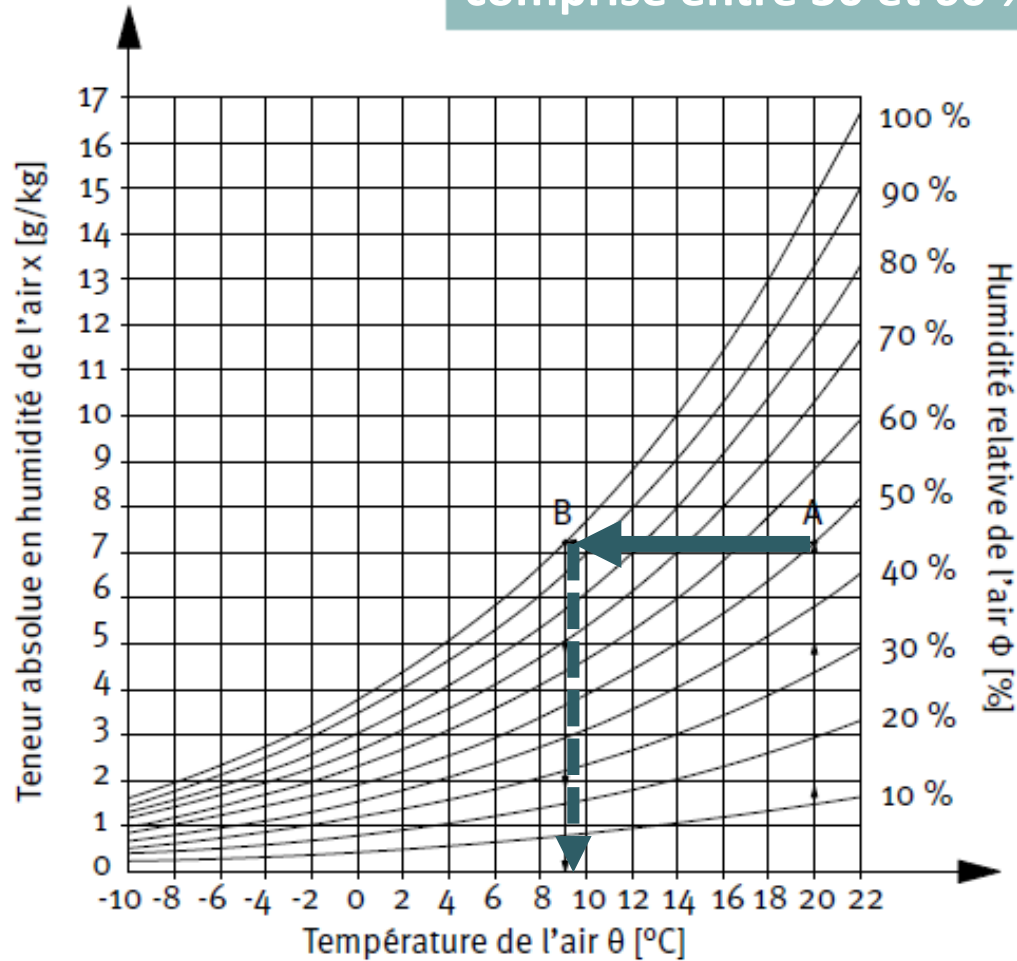
- À l'intérieur des bâtiments, de la **vapeur d'eau est produite** par les activités (cuisine, douches, occupation humaine, ...).
- L'**humidité relative de l'air** est définie comme le rapport entre la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air à une certaine température et la quantité maximale pouvant être contenue dans l'air à la même température.
- La température correspondant à une humidité relative de 100 % est nommée '**point de rosée**'.

Lorsqu'un volume d'air humide entre en contact avec une zone dont la température est inférieure à son point de rosée, de la condensation apparaît.

Condensation superficielle

Rappels

Conditions "normales": température avoisinant 20°C et humidité relative comprise entre 30 et 60 %



Condensation superficielle

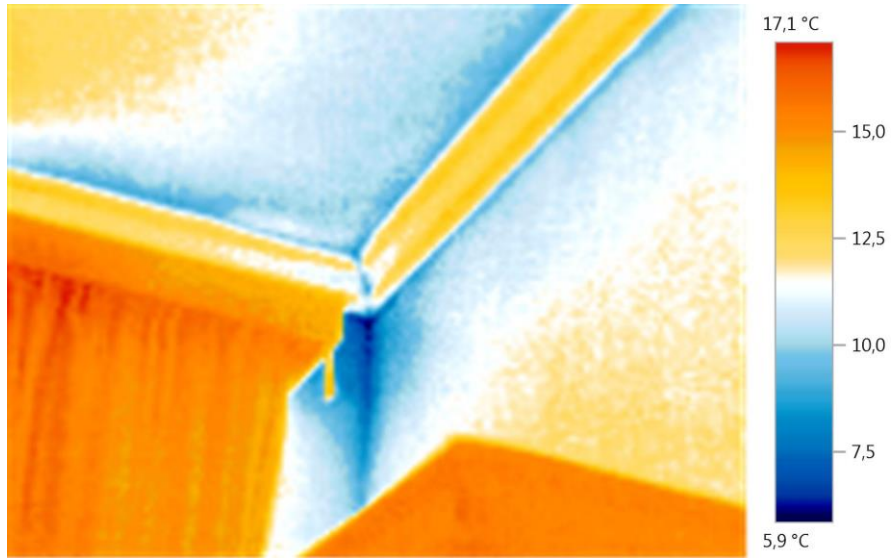
Origine et dégâts

- La formation de condensation et/ou de moisissures a ici lieu sur des surface dont la température est inférieure au point de rosée de l'air ambiant. Il s'agit typiquement de:
 - simples vitrages,
 - ponts thermiques, angles des pièces,
 - zones confinées derrière des meubles
- Phénomène accentué si la ventilation est insuffisante



Condensation superficielle

Illustrations



Formation de moisissures au droit d'un angle

Condensation superficielle

Illustrations

Formation de moisissure aux endroits les plus froids



10/08/2011

Condensation superficielle

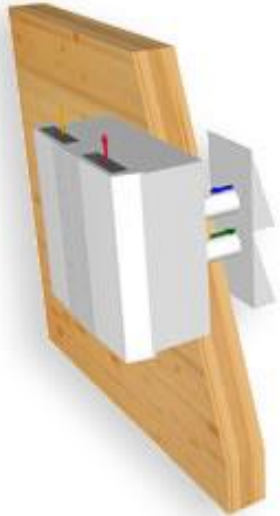
Traitement

- Action curative: éliminer les éléments concernés, nettoyer les surfaces (pas de nettoyage à sec afin de ne pas éparpiller les spores).
- Assurer un chauffage de base / augmenter localement la température.
- Installer (et utiliser!) des extracteurs d'air humide pour la production de pic dans les salles de bain et cuisines (hotte à extraction), et éviter les transferts d'air depuis les pièces chaudes et humides vers les pièces d'habitation.
- Augmenter la ventilation globale si nécessaire. Ceci peut former une intervention préventive lorsque l'on augmente l'étanchéité à l'air par des interventions énergétiques (isolation de la toiture, nouveaux châssis, etc.).
- Augmenter l'isolation thermique globale si nécessaire, de préférence par l'extérieur – sinon être très prudent!

Condensation superficielle

Traitement

- Exemple de solution de ventilation décentralisée avec récupération de chaleur



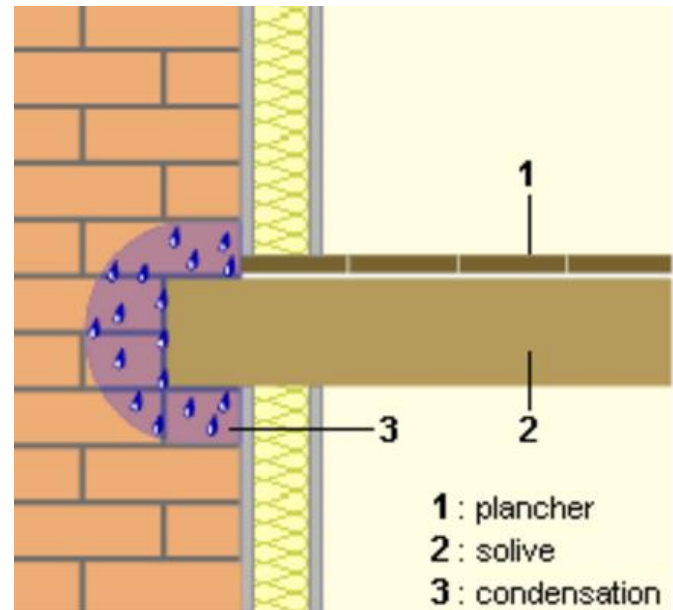
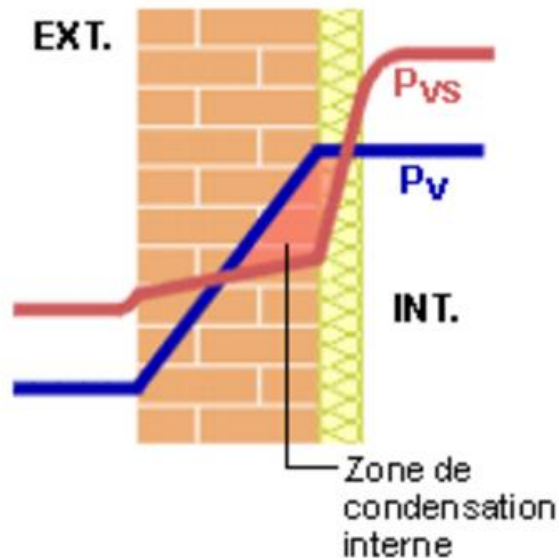
The background is a grayscale image of a brick wall. The bricks are arranged in a standard pattern, and the mortar is visible. There are some faint graffiti markings on the wall, particularly in the upper left and lower left areas. A spiderweb is visible in the lower right corner. The overall texture is rough and aged.

Dégâts et traitements :
Condensation interstitielle

Condensation interne

Origine et dégâts

- La vapeur d'eau diffuse à travers les éléments de construction sous l'influence d'une différence de pression (de vapeur) entre les ambiances intérieure et extérieure.
- Lorsque l'air humide rencontre une surface froide au sein de l'élément de construction, de la condensation interne risque d'apparaître.
- Peut apparaître suite à des travaux de rénovation



Condensation interne

Illustrations



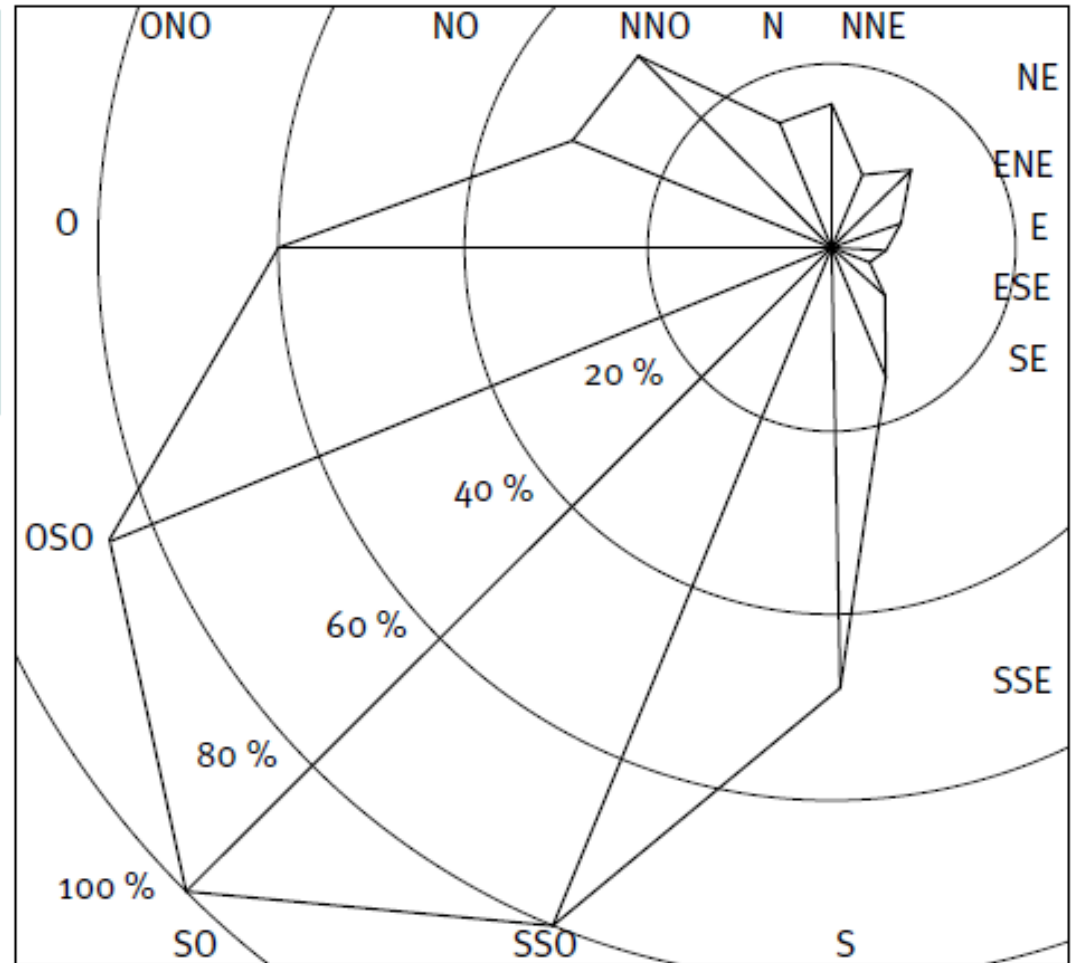


Dégâts et traitements :
Infiltrations

Infiltrations

Origine et dégâts

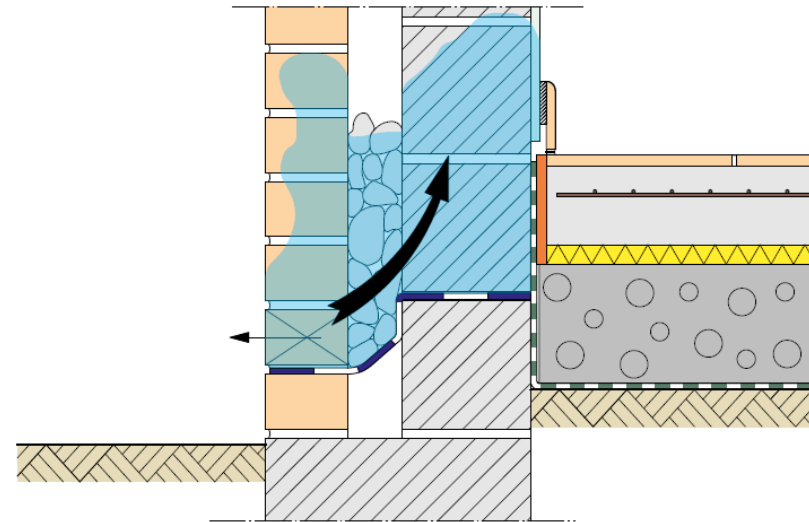
Importance relative des pluies battantes au cours d'une année en fonction de l'orientation (sur la base du produit de leur intensité et de leur durée moyenne).



Infiltrations

Origine et dégâts

- Infiltrations par la façade :
 - **Principalement murs massifs:** en mauvais état, dont l'épaisseur ne dépasse pas une brique.
 - **Murs creux:** défaut de pose de la membrane, orifices d'évacuation de l'eau insuffisants, accumulation de débris dans la coulisse, défaut d'étanchéité à l'air.
- Aussi au niveau des menuiseries, toitures, ...



Infiltrations

Illustrations



Infiltrations

Illustrations



Petites fissures...

Infiltrations Illustrations



Infiltrations

Traitements

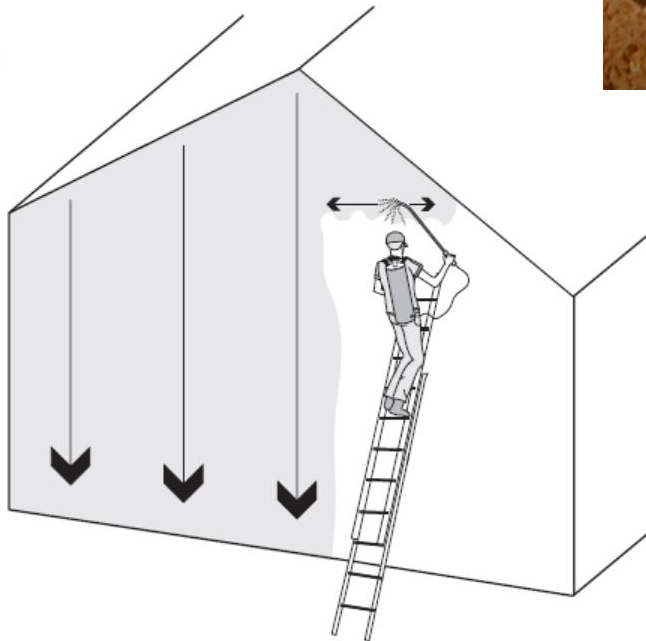
- Remise en état de la maçonnerie (joints!);
- Enduisage /mise en peinture des façades (peinture hydrophobe et respirante);
- Application d'un traitement hydrofuge (invisible);
- Mise en place d'un bardage.

N.B. Seule la dernière solution peut être considérée comme un remède total, les trois autres n'offrant qu'une amélioration.

Application d'un hydrofuge de surface



A. REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE



The background is a close-up, slightly faded image of a brick wall. The bricks are arranged in a standard running bond pattern. There are some signs of wear and tear, including a small hole in one of the bricks and some faint graffiti in the upper left corner. A spiderweb is visible in the lower right corner, partially obscuring the bricks.

Autres sources de dégâts

Autres sources de dégâts

Humidité de construction

- 5000 L pour une maison unifamiliale traditionnelle!
- + les apports involontaires!



Autres sources de dégâts

Mauvaises interventions

- Une intervention mal réfléchie peut empirer la situation!



Délitement de la surface des briques sous l'influence de cycles de gel-dégel et d'humidité accumulée derrière une surface hydrofugée

Autres sources de dégâts

Mauvaises interventions

- Une intervention mal réfléchie peut empirer la situation!



Pulvérulence des briques due à la cristallisation des sels après rejointoyage au ciment

The background is a close-up, slightly faded image of a brick wall. The bricks are arranged in a standard pattern, and there are some faint graffiti markings on the wall, particularly in the upper left and lower left areas. The overall tone is muted and textured.

L'importance du diagnostic

L'importance du diagnostic

Dialogue, constatations et mesures!

Dialogue

- ancienneté, durée et fréquence des problèmes
- conditions d'occupation (densité, chauffage, ventilation, etc.)
- modifications récentes (châssis, isolation thermique, etc.)
- historique du bâtiment



Constatations

- type, localisation et ampleur des dégâts
- présence d'enduits, de bardages, ...
- traces d'interventions antérieures
- état, configuration et détails

Mesures

- humidité des matériaux: localisation et intensité, en surface et en profondeur
- HR et T° de l'air ambiant
- en période hivernale: T° de surface
- sels: Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻

L'importance du diagnostic

Humidité des matériaux : mesure qualitative



Mesures résistives ou capacitives : localisation rapide des zones potentiellement "à risque", par comparaison entre zones d'un même matériau

L'importance du diagnostic

Humidité des matériaux : mesure quantitative

- **Bombe à carbure**: prélèvement d'un échantillon, formation de gaz d'acétylène par réaction entre le carbure de calcium et l'humidité présente, lecture de la pression de gaz engendrée
- **Gravimétrie**: prélèvement d'un échantillon, pesage avant et après séchage
- Ne pas comparer les résultats obtenus à l'aide des deux méthodes: la teneur en humidité obtenue par gravimétrie est supérieure

L'importance du diagnostic

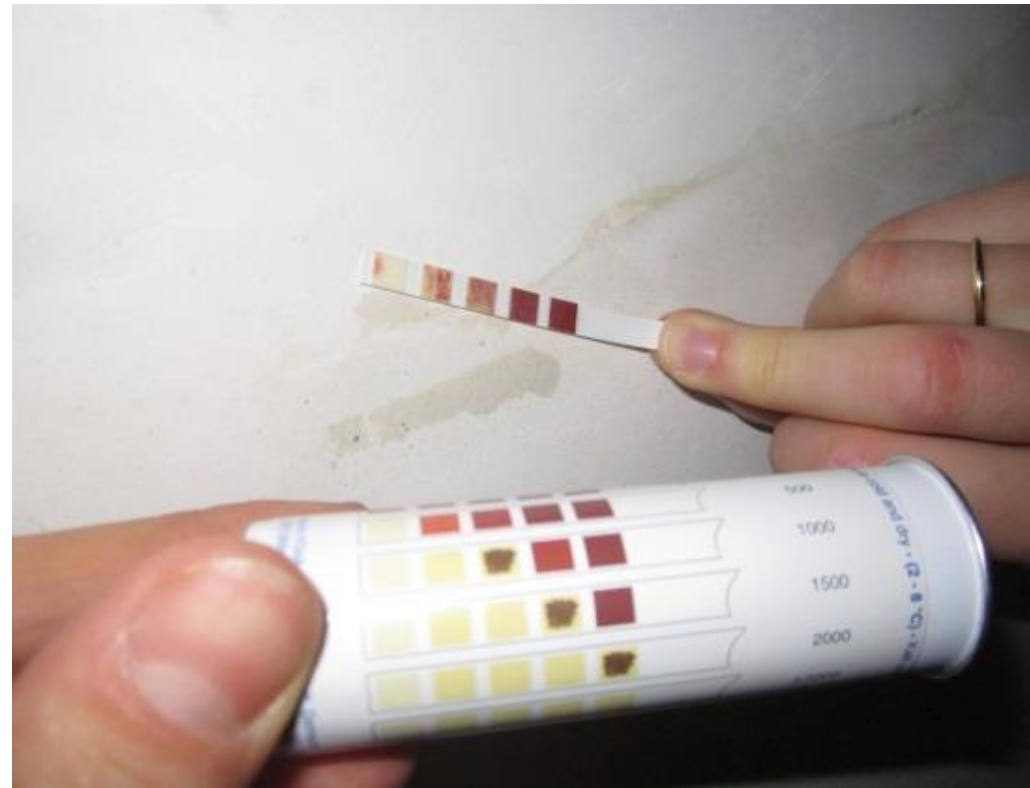
Humidité des matériaux : mesure quantitative



Mesures par bombe à carbure: confirmation de la teneur en humidité des matériaux dans les zones identifiées “à risque”

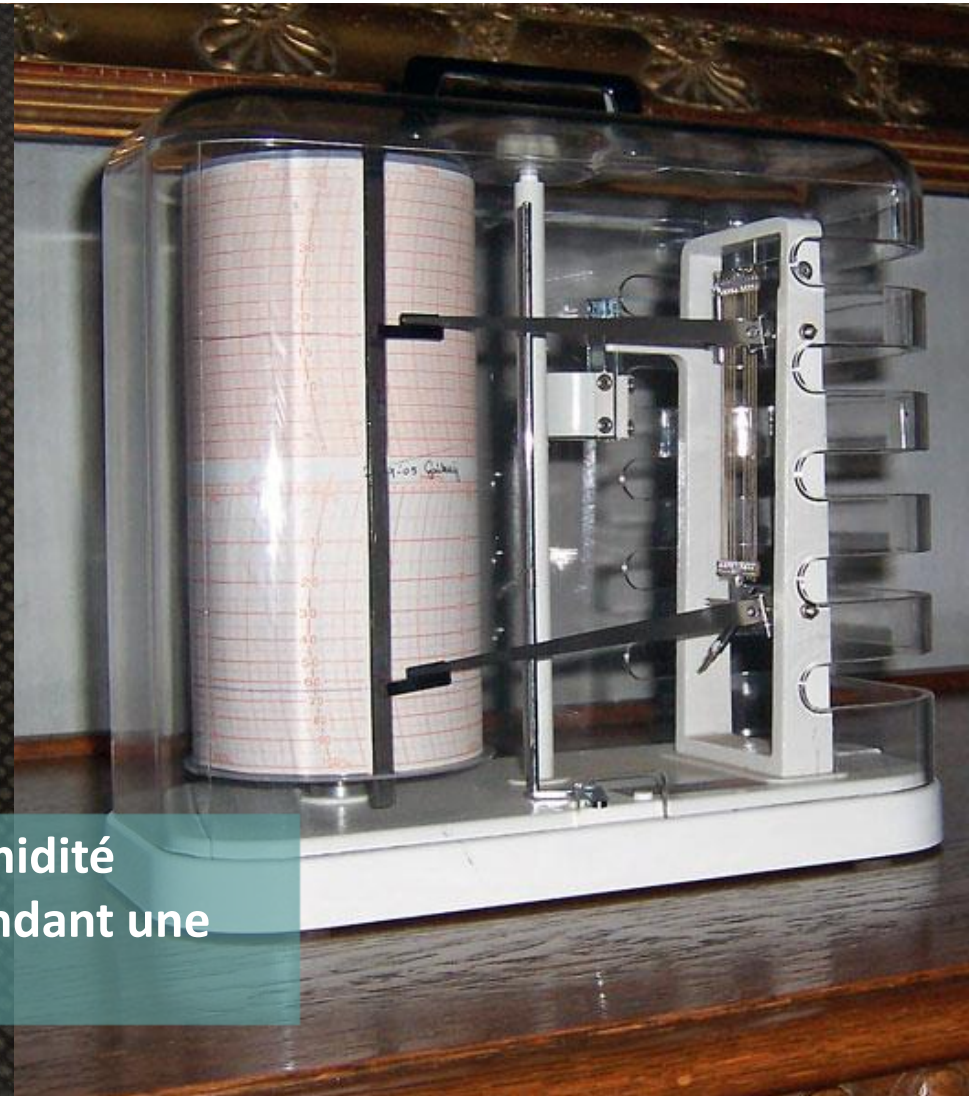
Le traitement de l'humidité ascensionnelle

Détection de la présence de sels solubles



Le traitement de l'humidité ascensionnelle

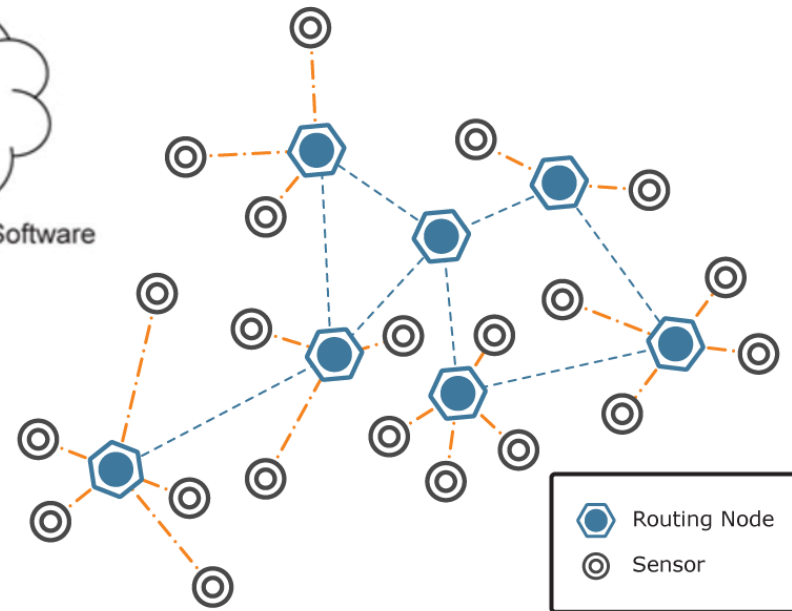
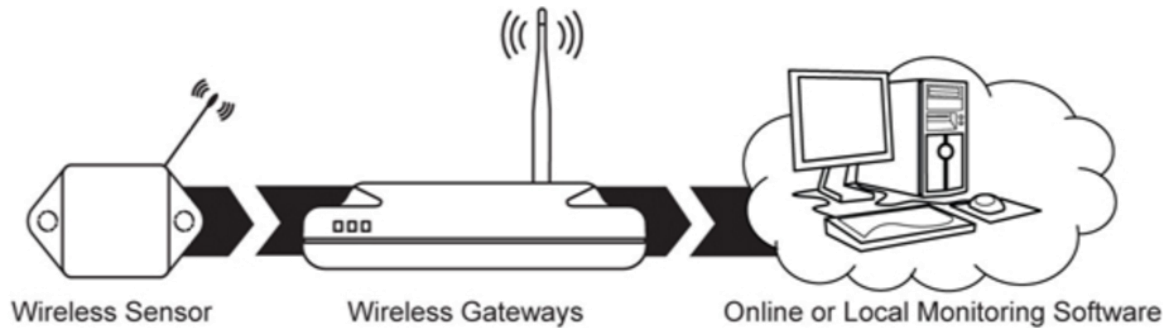
Conditions hygrothermiques ambiantes



Mesure de la température et de l'humidité relative ambiantes, de préférence pendant une certaine période de temps

Le traitement de l'humidité ascensionnelle

Conditions hygrothermiques ambiantes

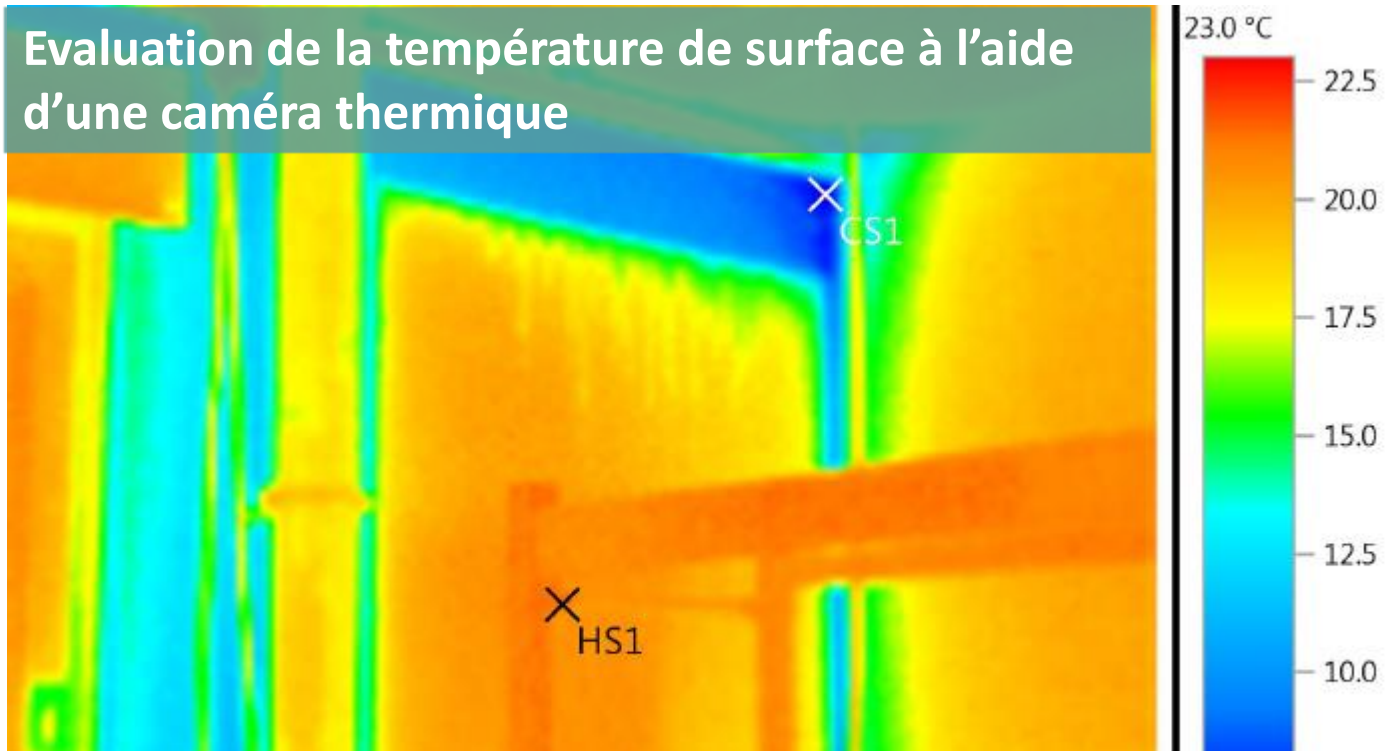


Mesure de la température et de l'humidité relative ambiantes, de préférence pendant une certaine période de temps (réseau de capteurs)

Le traitement de l'humidité ascensionnelle

Température de surface

Evaluation de la température de surface à l'aide d'une caméra thermique



L'importance du diagnostic

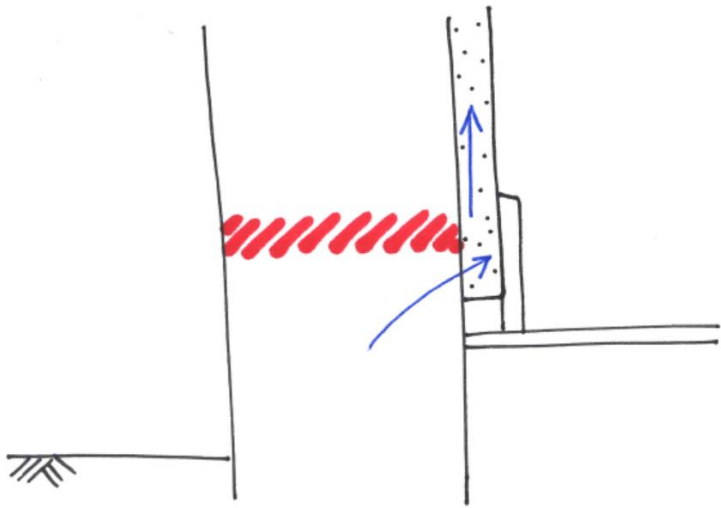
Attention aux interprétations!



Projections d'eau au bas de murs
dépourvus de gouttières...

L'importance du diagnostic

Attention aux interprétations!



Pontage au niveau de l'enduit après injection



L'importance du diagnostic

Attention aux surimpositions de problèmes!



Sels hygroscopiques persistants après le traitement contre l'humidité ascensionnelle

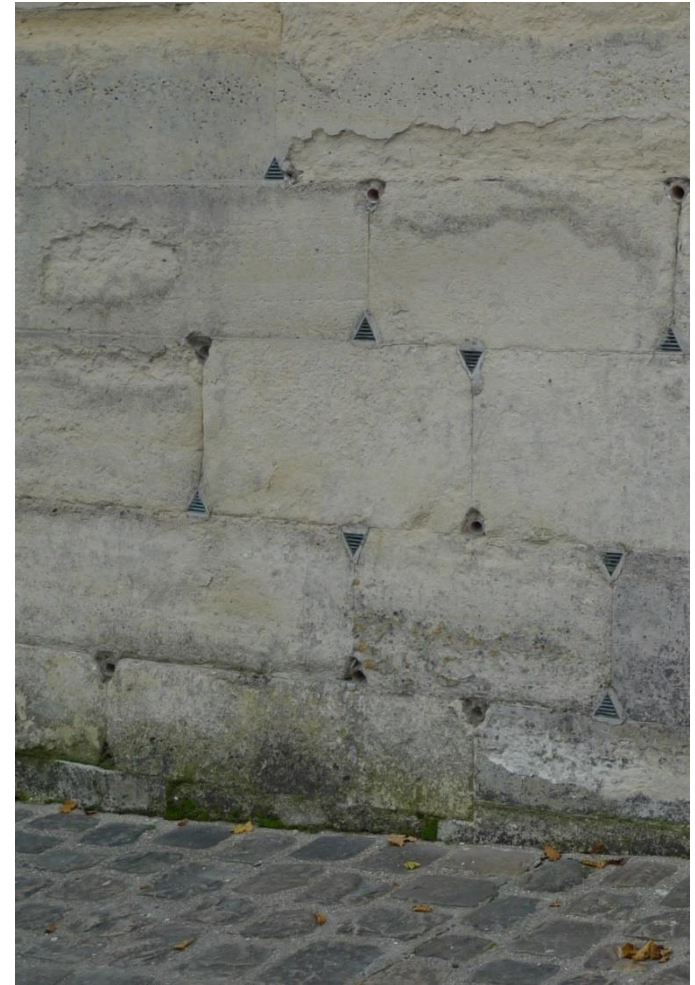


L'importance du diagnostic

Attention aux solutions inefficaces!



Boitier électromagnétique pour lutter contre les remontées capillaires...



Placement de tubes/drains dans la maçonnerie : efficacité aléatoire!



Merci pour votre attention!

sdu@bbri.be