



# TERRE CUITE ET CONSTRUCTION



**TEXTURES ET APPAREILLAGES**

# Efflorescences primaires et tardives

## Introduction

Les six premiers mois de 2016 ont été les mois les plus humides jamais enregistrés depuis le début des mesures météorologiques. Le mois de juin, juste avant les congés du bâtiment, a été particulièrement humide. Si l'on n'a pas pris suffisamment de mesures de protection lors de l'exécution de la maçonnerie, des efflorescences blanches apparaîtront inévitablement sur les maçonneries de parement. Protéger la maçonnerie fraîche contre toute pénétration d'eau est essentiel pour limiter au maximum le risque d'efflorescences (voir également notre article «Protection de la maçonnerie» dans TCC nr146, 2/2014).

Par ailleurs, notre secteur est de plus en plus confronté au phénomène «d'efflorescences tardives» ou «gypsification», qui peut apparaître plusieurs mois voire des années après la mise en œuvre de la maçonnerie de parement.

Les deux phénomènes sont expliqués ci-après et ce, du point de vue des substances qui «migrent» dans la maçonnerie.

## Efflorescences primaires

### Définition d'efflorescences

Les efflorescences sont des dépôts salins qui peuvent apparaître sous forme de pellicules, flocons ou croûtes résistantes. Lorsque l'eau se déplace par capillarité dans les pores de la maçonnerie, des sels solubles sont transportés dans l'eau. Ceux-ci se déposent à la surface de la maçonnerie, où ils cristallisent après évaporation de l'eau. Les composés de sels les plus fréquents sont les alcalins (sodium et potassium) et les sulfates de magnésium.

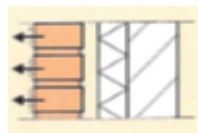
### Mécanisme



Lors de la mise en œuvre, la maçonnerie absorbe l'eau du mortier et l'eau de pluie.



L'eau dissout les sels et les transporte dans la maçonnerie.



L'eau s'évapore et les sels deviennent des dépôts blancs apparents à la surface de la maçonnerie.

## Causes potentielles d'efflorescences

### Sels présents dans le sous-sol

De nombreux types de sols contiennent des sulfates et des nitrates. Les efflorescences occasionnées par l'humidité ascensionnelle du sol peuvent parfois être très dommageables car elles peuvent écailler les briques.

A éviter en :

- posant parfaitement une étanchéité à l'eau sous les murs;
- prévoyant une feuille de protection imperméable à l'eau pour les murs en contact avec le sol (murs de cave, murs de fondations et murs de soutènement).

### Sels présents dans la brique

Des sels très solubles sont présents dans la matière première avec laquelle sont faites les briques. Ceux-ci se dissolvent en grande partie lors de la cuisson. Une brique bien cuite ne contient généralement plus que du  $\text{CaSO}_4$ . Par sa faible dissolubilité, celui-ci n'occasionne pas d'efflorescences. Les briques ne contiennent que de très faibles quantités de sels solubles et ne montrent pas d'efflorescences lors de l'essai selon la NBN B 24-209.

### Sels présents dans le mortier

Le ciment à la base du mortier contient toujours des substances qui peuvent réagir avec les briques (voir ci-après).

Utiliser un ciment contenant des sulfates alcalins (ex. ciment portland) peut entraîner de fortes efflorescences dans les joints, qui peuvent persister parfois durant des années. Celles-ci ne peuvent être éliminées avec l'eau, le rinçage renforçant même le phénomène.

### Réaction du mortier sur la brique

La brique est mise en œuvre avec du mortier dans lequel se trouvent des sels libres solubles dans l'eau. Le ciment contient en effet toujours des oxydes de sodium et de potassium qui, lors de la préparation du mortier, mènent aux hydroxydes correspondants. Lors de l'hydratation ou la prise d'un mortier frais (ou de béton), surtout lors des premiers jours, le mortier est pratiquement dépourvu de capillarité, au contraire de la brique. Dès lors, l'eau peut amener les sels solubles et les hydroxydes vers les briques. Les hydroxydes réagissent avec le sulfate de calcium des briques et forment des sulfates alcalins ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$  et  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ). Ceux-ci, contrairement au  $\text{CaSO}_4$ , sont particulièrement solubles dans l'eau. Lorsque la maçonnerie sèche, on assiste alors à une

migration des sulfates alcalins formés vers la surface d'évaporation des briques (où ils cristallisent). Un mortier correctement dosé a cependant une structure capillaire plus fine que celle de la brique. Vu que l'eau se déplace des gros capillaires vers les petits, peu de composants du mortier atteignent en principe la terre cuite, hormis dans le premier stade de la prise, et ce car la structure des pores de la pâte de ciment est encore trop peu formée pour empêcher qu'avec des quantités d'eau suffisamment importantes, une partie de cette eau disparaisse dans les capillaires de la brique. La quantité d'eau absorbée par la brique sèche lors du contact avec le mortier frais, est acceptable. Par contre, lorsque la maçonnerie est soumise à une grande quantité d'eau (ex: pluie) peu après la prise du mortier, les réseaux capillaires communicants de la brique et du mortier sont saturés. Les éléments solubles se dispersent alors dans toutes les directions au travers de la maçonnerie. En séchant, ces substances - à ce moment généralement transformées en sulfates - cristallisent à la surface de la brique.

#### **Autres causes**

Le risque d'efflorescences est plus important:

- lorsqu'on utilise de l'eau ou du sable contenant des impuretés;
- lorsqu'on utilise certains adjuvants dans le mortier;
- avec la proximité de produits contenant des sels, nitrates et nitrites.



#### **Efflorescences: conclusion**

Bien que peu esthétiques, les efflorescences les plus courantes n'occasionnent pas de dommage à la maçonnerie et sont éliminées par l'eau au bout de quelques mois. Lorsque la maçonnerie est réalisée dans les règles de l'art (principalement en protégeant / couvrant la maçonnerie fraîche), le risque d'efflorescences est extrêmement limité:

- par temps de pluie, ne pas maçonner sans mesures de protection;
- couvrir la maçonnerie fraîche jusqu'à ce que le mortier ait pu développer une structure capillaire suffisante;
- éviter que l'eau, de toute origine, ne ruisselle sur la maçonnerie;
- protéger la maçonnerie de l'humidité ascensionnelle.

#### **Efflorescences tardives ou gypsification**

Ces dernières années, notre secteur a été de plus en plus souvent confronté au phénomène de «gypsification». La «**gypsification de la maçonnerie de parement**» est un phénomène où dans les années qui suivent la mise en œuvre de la maçonnerie, du gypse ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) se dépose en quantité de plus en plus significative à la surface de la maçonnerie.

Cela ressemble à un fin voile blanc-gris qui peut s'intensifier au fil du temps, et qui n'est que peu soluble dans l'eau. Ces «efflorescences tardives» ne disparaissent donc pas d'elles-mêmes avec la pluie et le vent. Elles sont également appelées «gypsification».

On constate que cette gypsification se produit sur les parties de maçonnerie exposées à la pluie et au soleil et sont donc surtout présentes sur les façades (sud)-ouest. La délimitation entre la partie de façade exposée au soleil, à la pluie et au vent et la partie protégée, est fortement marquée.



Vu que la gypsification apparaît essentiellement sur les briques de parement, ce sont les fabricants de briques qui sont contactés lorsque le phénomène se produit.

Pour mieux appréhender le phénomène et proposer une solution, notre secteur a tout d'abord mené, entre 2008 et 2011, deux projets de recherches avec le CSTC (Centre Scientifique et Technique de la Construction).

Pour maîtriser le temps de prise, du gypse ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ou sulfate de calcium) est ajouté au ciment qui réagit ensuite avec l'aluminat tricalcique pour former de l'ettringite primaire et du monosulfate. Au contact du  $\text{CO}_2$  de l'air et de l'eau, l'ettringite et le monosulfate réagissent en gypse, carbonate de calcium, gel aluminium et eau.

L'hypothèse est que cette réaction de carbonatation conduit à la formation de gypse dans le mortier qui diffuse alors lentement vers la surface et y cristallise.

L'étude de la littérature conclut que la **problématique de gypsification** peut être en grande partie attribuée au **mortier utilisé**, même s'il est nécessaire de **poursuivre les recherches** pour évaluer dans quelle mesure la distribution des dimensions des pores ou une autre propriété de la brique, pourrait conduire à ce que les problèmes apparaissent pour certains mortiers et pas pour d'autres et ce en combinaison avec certains types de briques.

La seconde étude confirme l'hypothèse que le gypse dans le ciment du mortier est la source principale pour l'apparition de gypsification. Ceci sur base des résultats de recherche en laboratoire auprès de la KU-Leuven et d'essais sur petits éléments et murets par le CSTC. Le transport des substances qui causent la gypsification, varie selon la brique (quantité, vitesse). Tant la porosité de la brique que celle du mortier semblent jouer un rôle important. Certaines briques à la surface plus dense, et donc avec une structure de pores différentes, peuvent par exemple présenter un moindre risque d'apparition de gypsification. Il est par ailleurs apparu que le choix de mortiers spécifiques peut fortement limiter le phénomène, et ce même si une vue complète sur le mécanisme de migration du mortier vers la brique et sur les divers paramètres d'influence n'a pas encore été menée.

Vu la complexité du phénomène et la nécessité de comprendre complètement le mécanisme pour proposer une solution durable, le secteur a décidé en 2011 de faire réaliser une vaste étude scientifique sur le sujet. Ceci s'est concrétisé via un projet IWT Baekeland auprès de la *KULeuven, Faculteit Wetenschappen, Dept Aard-en omgevingswetenschappen, Afd. Geologie/Toegepaste Geologie en Mineralogie*. L'étude a débuté fin 2011 et sera finalisée très prochainement. La recherche a développé une méthode de test (accélééré) qui permet de déterminer les effets de différents facteurs d'influence. Vu que le projet de recherche fait l'objet d'un doctorat, la publication des conclusions doit attendre la présentation de la thèse.

Au vu de la nécessité de continuer les recherches pour comprendre entièrement le phénomène, des démarches ont débuté pour poursuivre le projet scientifique sur base des conclusions du projet IWT-baekeland et arriver à une solution.



### **Gypsification: conclusion**

Le phénomène de gypsification concerne un phénomène très complexe aux divers facteurs d'influence, pour lequel il ressort de plus en plus clairement que le choix et la composition du mortier est un facteur particulièrement important.