

MISE EN ŒUVRE D'UNE BARRIÈRE ÉTANCHE CONTRE LES REMONTÉES CAPILLAIRES PAR INJECTION D'UN PRODUIT HYDROPHOBE

FICHE D'AIDE À LA RÉDACTION DE CAHIERS DES CHARGES

FARCC / 03.06

Avertissement : Cette fiche conseil est une approche synthétique de la thématique. Elle ne peut donc, en aucun cas, être considérée comme exhaustive et doit être lue avec la prudence qui s'impose. Dans tous les cas, celle-ci doit être confrontée à la réalité de l'intervention in situ et à la philosophie de la conservation des biens archéologiques. L'AWaP ne peut être considérée comme responsable des interprétations liées à cette fiche.

MOTS CLÉS

Injection, maçonnerie, humidité ascensionnelle, eau, capillaire, chaux, brique, pierre, siloxane, silicate, silane.

FARCC ASSOCIÉES

3.1 Consolidation des maçonneries par injection de coulis minéral naturel, 3.2 Dessalement des maçonneries.

HISTORIQUE

DOCUMENTS TECHNIQUES ASSOCIÉS

- NIT 252, L'humidité dans les constructions, particularités de l'humidité ascensionnelle (remplace la NIT 210). CSTC. Déc.2014.
- Humidité, diagnostic, remontées d'eau, infiltrations, condensation. Coll. Concevoir et Construire. Éd. Alternatives. 1995.
- Annexe 1 aux contrats entre les Services fédéraux des affaires scientifiques, techniques et culturelles, le Centre scientifique et technique de la construction et l'Institut royal du patrimoine artistique – NM/G2/04 et 99/05.

BREF APERÇU DES CONNAISSANCES ACTUELLES

- Les remontées capillaires, ou humidité ascensionnelle, sont le résultat d'un phénomène physique basé sur le principe de la tension superficielle des liquides. Elles sont fonction des caractéristiques des pores (les capillaires) des matériaux. Ce sont essentiellement les maçonneries anciennes, de par leur procédé de mise en œuvre et l'absence de membrane étanche, qui sont concernées. Ces maçonneries ont tendance à absorber l'humidité présente dans les sols avec lequel elles sont en contact. Les origines de cette humidité sont diverses : nappe phréatique, proximité de plans d'eau (douve, étangs, ...), eaux pluviales, rupture de canalisation ou citerne enterrée,...

- En général, on observe une hauteur moyenne des remontées capillaires dans les maçonneries de l'ordre de 50 à 150 cm, elles sont souvent matérialisées par des vagues plus sombres à la surface des matériaux. Il peut arriver, exceptionnellement, que la hauteur soit nettement supérieure dans des ambiances très confinées. À noter que l'humidité ascensionnelle est un vecteur important de l'apport de sels au cœur des maçonneries, surtout les nitrates issus de la décomposition des matières organiques azotées qui se trouvent dans le sol.

- La présence d'eau et de sels dans le pied des murs et les désagréments liés à celle-ci, étaient déjà connus par les anciens même si, probablement, la compréhension du phénomène était très limitée. On a retrouvé sur certains chantiers de restauration diverses interventions techniques sur les parties inférieures des murs comme la pose d'ardoises naturelles, de feuilles de verre, de membranes de zinc ou de plomb ou encore l'application d'une couche épaisse de goudron ou de mortier de ciment sur laquelle on venait fixer l'enduit de finition. Inutile de préciser que ces techniques, au mieux, étaient inefficaces, au pire, accentuaient les problèmes sur le long terme en isolant l'humidité au cœur de la maçonnerie voire, dans certains, en relevant le niveau des remontées capillaires.

Il existe plusieurs moyens de combattre les remontées capillaires :

- 1.** mécanique, via l'insertion par petits tronçons successifs d'une membrane étanche horizontale dans la maçonnerie, très difficile à mettre en œuvre et beaucoup trop invasive, à éviter en matière de patrimoine ;
- 2.** physique, soit grâce à la pose d'un drain au pied des fondations couplée à l'installation d'une membrane alvéolée contre la face extérieure des murs de fondation pour supprimer la pression hydraulique sur les murs enterrés. Solution idéale quand elle est possible. Soit à l'aide de siphons atmosphériques sensés favoriser l'évaporation de l'humidité présente dans la maçonnerie (tube de knapen) mais ils se révèlent être inefficaces et sont particulièrement inesthétiques, donc à proscrire ;
- 3.** électrique, basé sur le principe d'électrophorèse-osmose et de la différence de potentiel entre le mur concerné et le sol. Cette technique ne fait pas l'unanimité et ne semble pas devoir être retenue.

4. physico-chimique, qui consiste en l'injection d'un liquide hydrophobe qui, en réagissant avec l'humidité du support, polymérise et modifie les caractéristiques des pores des matériaux traités ce qui empêchera les remontées capillaires. C'est le sujet de la présente FARCC.

- Suite à la mise en œuvre de la barrière étanche, le mur va pouvoir enfin sécher. Il est malheureusement courant de vouloir intervenir rapidement sur l'aménagement intérieur du mur sans attendre que celui-ci soit parfaitement sec, ce qui peut engendrer toute une série de pathologies, notamment des décollements des enduits liés à des efflorescences des sels qui cristallisent lors du séchage et/ou l'apparition de moisissures sur les nouveaux enduits.

- La durée de séchage d'un mur varie selon plusieurs facteurs : le taux d'humidité initial du mur, la nature des matériaux constituant le mur, notamment la perméabilité et la porosité des composants, les conditions climatiques, la ventilation des locaux concernés, l'épaisseur du mur et son orientation, etc. En général, on considère qu'il faut approximativement un an pour qu'un mur de brique de 60 cm d'épaisseur atteigne l'équilibre hydrique souhaité.

- Il est communément admis que le taux d'humidité moyen acceptable au cœur d'un mur est de l'ordre de 3% en masse et ne nécessite pas de traitement particulier. Au-delà de 5 % un traitement est nécessaire.

AIDE À LA PRESCRIPTION

- Préalablement à l'injection, faire des mesures du taux d'humidité à l'aide d'une bombe à carbure, particulièrement aux endroits les plus sensibles. Un relevé précis sur plan sera réalisé et approuvé par la direction de chantier. Vérifier une différence éventuelle du niveau du sol extérieur et intérieur afin d'adapter la ligne de forage au niveau le plus adéquat. La méthode par pesées comparatives est également possible mais nécessite plus de manipulations et l'accès à un laboratoire.

- Un contrôle de l'état de compacité du mur peut être utile afin de s'assurer que l'injection d'un coulis minéral naturel, obturant les cavités et creux les plus importants, est nécessaire. Cette intervention permettra d'économiser le produit de traitement en évitant de remplir, inutilement, des cavités parfois importantes et ainsi d'assurer une continuité dans la barrière étanche.

- Préalablement à toute injection, installer une protection efficace des différents éléments en périphérie de l'intervention : sol, éléments de décor, boiserie, etc.

- La variété des produits présents sur le marché est très importante. La nature du principe actif et la concentration de celui-ci sont fondamentales pour la réussite de l'intervention. C'est pourquoi, l'entreprise fournira la fiche de sécurité du produit qui sera mis en œuvre afin d'être validée par la direction de chantier. Le produit utilisé sera couvert soit par un agrément issu d'un laboratoire indépendant reconnu, soit d'une fiche Atg ou équivalent.

- De récentes études ont montré que les produits à base de silicate, type méthylsilicate de potassium, de résines synthétiques ou d'acrylamides, ne se révélaient pas très efficaces. Il faut privilégier les produits à base de silanes/siloxanes, ou copolymères fluorés de classe A ou A+.

- Dans la plupart des cas, les trous d'injection, Ø12, se feront tous les 8 à 12 cm dans les joints à une T° > à 5°C. Chaque trou sera ensuite nettoyé « dépolvérisé » à l'aide d'un jet d'air comprimé. Afin d'éviter de contaminer les zones voisines de l'opération, surtout en présence de décors, la zone de travail sera confinée efficacement. L'angle de forage sera le plus proche possible de l'horizontale. Quand le contexte le permet, p.ex. absence de décors, les forages se feront de l'intérieur vers l'extérieur au niveau le plus proche possible du niveau zéro intérieur mais toujours au-dessus du niveau fini extérieur. La barrière devra donc être continue à un niveau supérieur du niveau fini extérieur. Pour certaines configurations particulières, se conformer au chapitre 4 de la NIT 252. Dans le cas où les maçonneries sont en très mauvais état, un rejointoiement préalable, voire un ragréage dans les situations les plus critiques, sera indispensable à la bonne conduite de l'opération d'injection.

- L'injection doit être réalisée jusqu'à 5 cm de la face opposée au trou d'injection lorsqu'il s'agit d'un produit liquide et 2 cm lorsqu'il s'agit d'un produit sous forme de crème ou de gel. Un débitmètre sera installé sur la tête d'injection et un relevé des quantités injectées, trou par trou, sera indiqué sur le plan qui fera partie du D.I.U. Les angles feront l'objet d'une attention particulière, aucun trou ne pouvant en croiser un autre. Chaque trou sera ensuite rebouché à l'aide de mortier.

- L'injection se fera à refus, soit par gravité, soit sous très faible pression : 0,5 bar. Les pressions plus élevées, de 2 jusqu'à 6 bars maximum, étant réservées aux maçonneries plus compactes.

- Afin de vérifier l'efficacité de la barrière étanche, idéalement après un délai de 6 à 12 mois (en fonction de la configuration des lieux), refaire des mesures du taux d'humidité à l'aide de la bombe à carbure, aux mêmes endroits qu'avant l'intervention, au-dessus du niveau d'injection, sur base du relevé établi avant l'opération. Une analyse de la présence de sels, ainsi que de leur concentration, dans la maçonnerie sera également effectuée.

- Si le contexte le permet, et avec l'accord de la direction de chantier, les enduits concernés par les remontées capillaires peuvent être décapés afin d'améliorer le séchage du mur.