

# ASSECHEMENT DES MURS RENDUS HUMIDES PAR ASCENSION CAPILLAIRE

## 1 Introduction

Les terrains avoisinant les constructions sont toujours plus ou moins humides, du fait de la rétention des eaux pluviales ou de la présence de nappes phréatiques proches de la surface du sol. Les maçonneries en contact avec le sol ont tendance, par leur porosité, à absorber cette eau, et à être le siège d'une montée d'eau par capillarité jusqu'à un niveau supérieur à celui du sol environnant.

L'importance de cette ascension dépend de nombreux facteurs tels que la porosité totale et la répartition porométrique des matériaux du mur, l'humidité du sol, les types de sels et leurs concentrations dans l'eau du sol et dans la maçonnerie, la perméabilité à la vapeur d'eau et l'épaisseur du mur.

Il est à remarquer que la hauteur atteinte par l'eau « capillaire » dépasse rarement 1,5 m dans la majorité des cas rencontrés en pratique. Pour éviter le phénomène précité, le placement, lors de la construction, d'une membrane étanche s'est généralisé dans notre pays depuis quelques dizaines d'années. Dans le cas contraire, ou pour des bâtiments anciens, différentes méthodes de réparation existent et sont traitées dans le présent document.

## 2. Dégâts liés à l'humidité ascensionnelle

Les effets de l'humidité ascensionnelle sont nombreux, et nuisent en particulier à :

- l'aspect esthétique : différences de couleurs, écaillage de la peinture (fig. 1), souillure plus importante par dépôt de poussière,
- la durabilité : détérioration des matériaux sensibles à l'humidité tels que les papiers peints, les enduits et maçonneries gélives. Le déplacement de l'humidité peut également par lessivage, affaiblir les matériaux de fondation et des murs,
- l'hygiène : formation de champignons et de mousses diverses, taux d'humidité inacceptable dans les locaux (phénomènes d'hygroscopicité des sels),
- l'isolation thermique (consommation d'énergie plus importante).

Une autre conséquence de l'humidité ascensionnelle est liée aux sels dissous dans l'eau du sol qui pénètrent

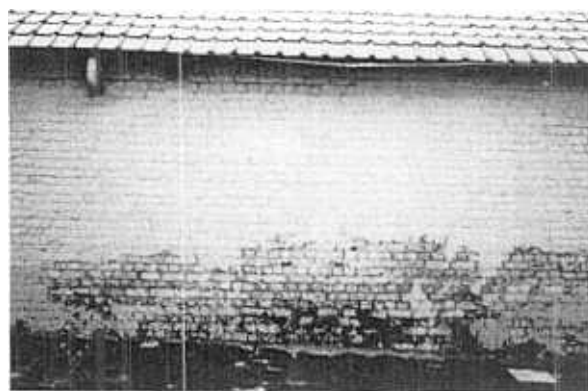


Fig Ecaillage de la peinture sur un mur humide

dans la maçonnerie. Par évaporation à la surface du matériau, les sels cristallisent et provoquent des efflorescences sous forme de dépôts blancs inesthétiques. Ce phénomène s'accompagne de contraintes susceptibles de détériorer les matériaux, et peut être accentué par des réactions chimiques entre les sels en provenance du sol et ceux contenus dans les matériaux de construction (mortier, briques, ...).

Ces différents effets pathologiques montrent en suffisance la nécessité de préserver les constructions contre l'humidité ascensionnelle.

## 3. Méthodes d'assèchement

Dans le cas de maçonneries soumises aux remontées capillaires, il est possible d'adopter différentes techniques de réparation, basées sur des principes de fonctionnement :

- mécaniques : par le placement de membranes étanches à l'eau,
- physiques : par le placement de drains,
- chimiques : par l'injection de produits assurant l'étanchéité à l'eau,
- électriques : par l'électrokinèse (électro-osmose).

Dans la mesure du possible, et préalablement à ces traitements, il est souhaitable et parfois suffisant de

limiter l'ascension capillaire en drainant le sol de fondation et en appliquant un enduit imperméable à l'eau sur la maçonnerie enterrée.

### 3.1. Pose d'une barrière étanche à l'eau

**Principe :** intercaler horizontalement dans le mur et sur toute sa section une membrane étanche qui évite l'ascension capillaire.

**Exécution :** l'interposition d'une membrane horizontale étanche dans l'épaisseur du mur peut être réalisée soit manuellement pour de petits travaux ou pour des profils de murs compliqués, ou mécaniquement notamment pour des travaux plus importants. La méthode manuelle consiste, après élimination d'une rangée de briques, à intercaler une feuille étanche dans l'espace obtenu, et à reboucher le vide restant par une maçonnerie rapportée. Afin d'assurer la stabilité de l'ouvrage pendant les travaux, on réalise le découpage du mur en gardant des zones intermédiaires intactes qui seront traitées ultérieurement, c'est-à-dire après durcissement de la maçonnerie rapportée (Fig. 2). Dans le cas de découpage mécanique, le travail s'exécute en continu en intercalant la membrane et les coins, ceux-ci assurant la stabilité au fur et à mesure de l'avancement de l'outil de troncage.

Cette protection peut également être réalisée par la « technique Massari », où on fore en deux phases une rangée de trous ( $\emptyset \pm 35$  mm) qui se recoupent et qu'on remplit avec un mortier de résine hydrofuge et insensible au retrait.

**Domaine d'application :** il s'agit d'une bonne méthode, mais elle exige un travail intensif et onéreux.

Si l'on entaille (ou que l'on scie) un mur, la stabilité du bâtiment est, du moins temporairement, amoindrie, de sorte que ce traitement ne peut convenir qu'à des constructions suffisamment stables.

La méthode est difficilement applicable à des murs épais ou percés de nombreuses conduites, à de lourdes

Fig. 2. - Pose d'une membrane imperméable.



cheminées ou à des colonnes et des murs ne pouvant être atteints que d'un seul côté. Ce traitement ne peut être utilisé dans le cas de maçonnerie en moellons « durs ».

### 3.2. Placement de drains dans le mur

**Principe :** faciliter l'évaporation de l'humidité du mur.

**Exécution :** on ménage des trous dans les murs du côté interne ou externe, jusqu'aux 2/3 de l'épaisseur de la paroi, et aussi près que possible du plancher. On maçonne ensuite dans ces cavités des tuyaux en terre cuite, en matière plastique ou en métal perforé dans le but d'aérer le mur (Fig. 3).

La distance entre les drains est comprise entre 0,35 m et 0,40 m et l'inclinaison des tubes est fixée à environ 10°, la partie basse orientée vers le côté traité du mur.

Après élimination de l'enduit existant, la face interne est généralement enduite d'un mortier hydrofuge jusqu'à  $\approx 0,70$  m au-dessus du plancher.

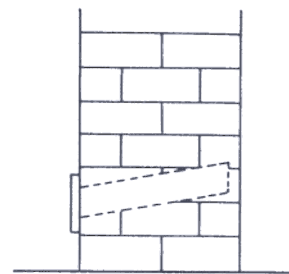


Fig. 3. - Evacuation de l'humidité du mur par des drains.

**Domaine d'application :** ce procédé n'assèche pas complètement les murs humides, mais il contribue à accélérer la migration de l'humidité et des sels dans le mur en-dessous des tuyaux. Quand le sol contient des sels nocifs, le système ne peut certainement pas être appliqué.

Dans certains cas (drains du côté intérieur, air intérieur humide, mur froid), le principe de fonctionnement est inversé, puisque l'humidité peut se condenser dans les tuyaux, et faire monter le taux d'humidité dans la maçonnerie.

### 3.3. Introduction de produits hydrofuges ou bouche-pores

**Principe :** introduire sous forme liquide des produits hydrofuges ou bouche-pores dans les capillaires de la maçonnerie pour créer une zone susceptible de bloquer la remontée de l'eau.

**Exécution :** l'introduction des produits dans les murs est réalisée par injection ou par diffusion.

Dans le traitement par injection, les produits sont in-

roduits sous pression dans des trous préalablement forés jusqu'au 2/3 de l'épaisseur des murs. En fonction de la porosité relative des matériaux constitutifs de l'ouvrage (mortier, blocs ou briques), les trous sont forés dans les joints ou dans le matériau suivant un alignement horizontal aussi proche du sol que possible. Pour la diffusion, le principe reste semblable dans les limites où l'on se base uniquement sur la gravité (pas de pression) pour obtenir l'imprégnation des matériaux. Il est à remarquer que les trous de diffusion sont d'un diamètre nettement supérieur à ceux utilisés pour l'injection et que leur intervalle est plus faible. Dans les deux cas, il s'agit d'obtenir une saturation des matériaux et de terminer le travail par un bouchage des trous au mortier.

Les produits bouche-pores utilisés actuellement sont du type résines époxy, silicates, produits bitumineux et gels d'acrylamides. Les produits d'hydrofugation sont en général des siliconates, des silicones, des silanes ou organo-métalliques.

*Domaine d'application :* l'efficacité de ces systèmes dépend, entre autres, de la pénétration du produit hydrofuge dans la maçonnerie. Dans cet ordre d'idée, les murs fissurés ou présentant des vides se prêtent mal à cette technique. Dans certains cas, on peut remplir ces vides à l'avance, par exemple avec un mortier de ciment. Accessoirement, certains produits imperméabilisants peuvent provoquer des efflorescences par réaction avec les sels contenus dans les murs.

Il s'agit d'une méthode de traitement peu destructive quant à la stabilité et à l'aspect esthétique des bâtiments, et qui peut être aisément appliquée quels que soient le profil (également utilisable pour les murs creux), l'épaisseur (traitement en plusieurs phases) et les matériaux constitutifs de la maçonnerie.

### 3.4. Electro-kinèse

*Principe :* l'électro-kinèse se fonde sur le fait qu'il existe une différence de potentiel (inférieure à 1 V)

entre un mur humide et le sol. Si l'on place des conducteurs dans le mur et dans le sol et qu'on annule cette différence de potentiel ou qu'on applique une tension inverse, l'eau sera, suivant le cas, « bloquée » ou « repoussée » vers le bas.

*Exécution :* l'électro-kinèse se réalise par placement de sondes conductrices continues ou reliées entre elles, et raccordées à des prises de terre. En pratique, une série de trous sont forés au niveau d'un joint horizontal de mortier (au-dessus du niveau du sol et à partir de la face interne ou externe du mur humide) et reliés entre eux par une saignée en surface.

Suivant le procédé, un ruban conducteur continu parcourt la saignée et les trous, ou des sondes séparées sont introduites dans les cavités et reliées entre elles par un conducteur placé dans la saignée. Suivant la nature du terrain et le profil des murs, l'ensemble est raccordé à une série de prises de terre, après avoir intercalé ou non une source de courant indépendante.

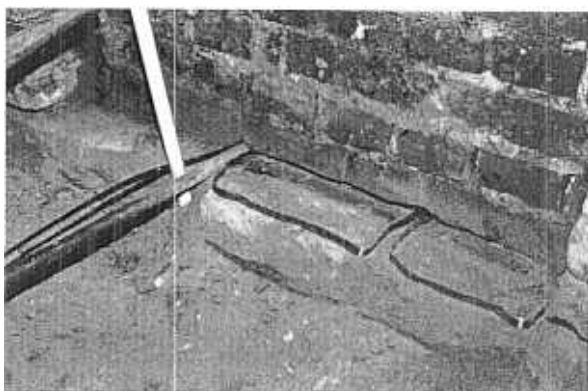
*Remarques :* les conducteurs placés dans le mur et la prise de terre peuvent être choisis en un matériau de même nature ou en matériaux différents (par exemple cuivre pour les conducteurs et acier galvanisé pour la prise de terre). Dans le premier cas, on vise simplement à annuler la différence de potentiel existante. Dans le second cas, le conducteur et la prise de terre en matériaux différents créent une différence de potentiel inverse qui va tendre à repousser l'eau du mur vers le sol. La différence de potentiel obtenue dépend de la nature des conducteurs mis en présence (potentiels d'oxydo-réduction). Le bon fonctionnement du système implique une transformation de surface (oxydation) du matériau à potentiel le plus faible (en général le matériau de la prise de terre), ce qui provoque une diminution progressive de l'efficacité du processus et la nécessité d'un contrôle ou d'éventuels remplacements.

En plus, il est possible d'insérer une source de courant

Fig. 4. - Injection d'un produit hydrofuge.



Fig. 5. - Mise en place du conducteur dans le mur.



avec une différence de potentiel inverse et un peu plus grande que celle existant dans le mur. Cette tension ne peut pas dépasser 2 V, pour éviter une perte d'énergie par hydrolyse de l'eau.

*Domaine d'application:* il s'agit d'un système qui peut, théoriquement, bien fonctionner. Dans la méthode dite « passive » c'est-à-dire sans source de courant indépendante, l'énergie nécessaire est fournie par la corrosion électrochimique des électrodes, si bien que l'action est limitée dans le temps.

Dans la méthode « active », la combinaison des électrodes résistantes et d'une source d'énergie de tension inférieure à 2 V peut donner un bon résultat.

Quelques facteurs tels que des courants vagabonds, l'humidité, l'air et les sels hygroscopiques peuvent perturber le fonctionnement du système.

#### 4. Recherche relative aux méthodes d'assèchement

Pour déterminer l'efficacité des méthodes de réfection décrites ci-avant, le CSTC effectue, avec l'appui financier de l'Institut pour l'encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (IRSIA), des études en laboratoire et in situ. Dans les deux cas, le taux d'humidité des murs est suivi avant et après l'application des systèmes d'assèchement.

##### 4.1. En laboratoire

Douze murets d'essai ont été construits, comme schématisé à la figure 6, dans un local abrité. Après avoir été soumis à la remontée d'eau respectivement pendant un et deux ans, ces murets ont fait l'objet de réparation à l'aide des techniques décrites plus haut.

L'efficacité des réparations est appréciée par l'évolution du taux d'humidité des murs avant et après la réfection.

Le déroulement des essais peut être résumé comme suit:

début juin 1977 - construction des murs d'essais,  
mi-juillet 1977 - début de la remontée d'eau,  
fin mai 1978 - traitement des six premiers murs,  
fin avril 1979 - traitement de cinq autres murs; il reste un mur non traité comme témoin.

L'évolution du taux d'humidité du mur est suivie à cinq hauteurs différentes en mesurant la résistance électrique entre deux électrodes enfoncées prenant contact au milieu du mur dans deux briques voisines. Ce type de mesure par résistivité permet de contrôler aisément les variations d'humidité dans les murs, sans toutefois donner une valeur chiffrée précise de la teneur en eau (mesures comparatives mais non absolues).

Le graphique (fig. 7) schématise les résultats obtenus et montre que les murs traités par injection et diffusion de produits hydrofuges et par une membrane étaient

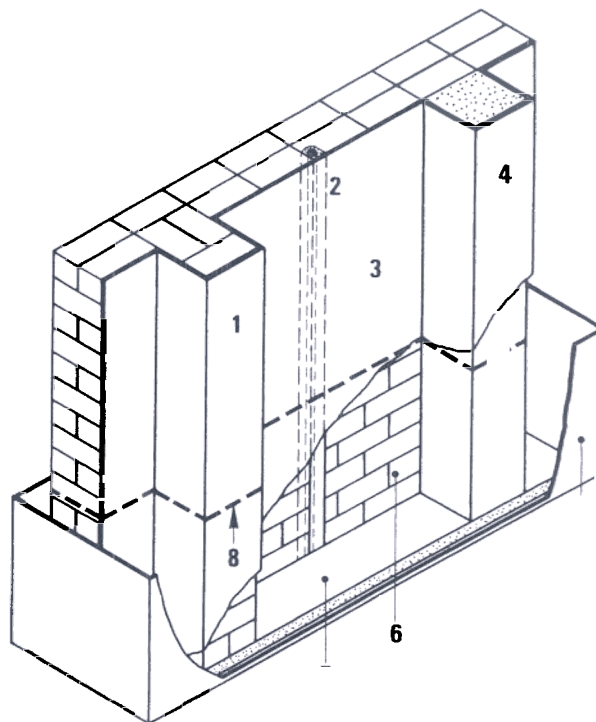


Fig. 6. - Dispositif d'essai,

1,4 - colonnes en maçonnerie et en béton.

2 - tuyau galvanisé.

3 - enduit.

5 - bac en asbeste-ciment (H = 0,45 m) rempli ultérieurement avec du sable fin propre (0,2 - 0,5 mm) et jusqu'à 0,16 m de hauteur avec une solution saline (0,5 % NaCl).

6 - maçonnerie composée de « Boerkens » et de mortier bâtard (C175 - H175).

7 - semelle de fondation (épaisseur 40 mm) en mortier de ciment.

secs trois à quatre mois après l'emploi de ces techniques.

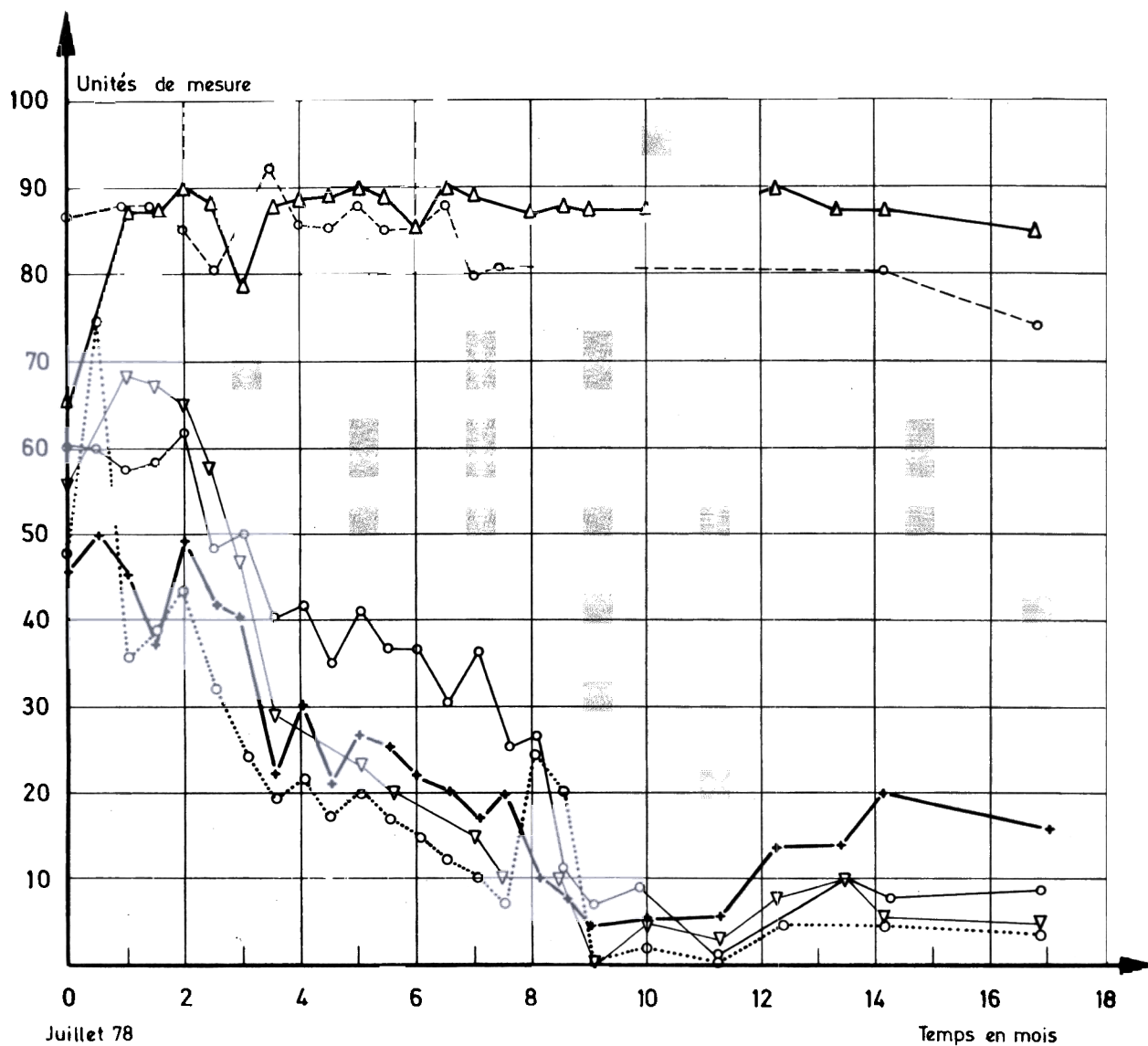
##### 4.2. In situ

Pour compléter les enseignements des essais en laboratoire, une habitation âgée d'une quarantaine d'années a été traitée en 1977 dans la région anversoise. Les murs considérés pour les essais présentaient une humidité ascensionnelle qui s'élevait à une hauteur de 1,20 m pour le mur orienté au sud et de respectivement 0,90 m et 0,60 m pour ceux exposés à l'est et au nord.

Le principe de mesure de l'humidité et les procédés d'assèchement étudiés sont les mêmes que ceux appliqués en laboratoire.

Les résultats obtenus confirment d'une manière fidèle les courbes d'efficacité obtenues en laboratoire (§ 4.1.). Des essais analogues, en collaboration avec la ville de Bruges et le Collège d'Europe, sont prévus pour une deuxième maison.

# LABO -



Verluuchtingsbuizen	△—△—△	Tuyaux d'aération
Elektro-osmose I	○—○—○	Electro-osmose I
Elektro-osmose II	○- - -○- - -○	Electro-osmose II
Injectie I	+—+—+—+	Injection I
Membraan	▽—▽—▽	Membrane
Diffusie	○- - -○- - -○	Diffusion

Fig. 7. - Recherche sur les techniques d'assèchement des murs rendus humides par ascension capillaire. Résultats des essais effectués en laboratoire.

La description détaillée et l'entièreté des résultats seront publiés ultérieurement, tant pour les essais en laboratoire que ceux in situ.

## 5. Conclusions

### 5.1. Nécessité d'un diagnostic

Avant de réaliser des travaux d'assèchement, il est indispensable de déterminer avec précision les causes d'humidité par un examen des maçonneries (avec prélèvement et analyse des sels éventuels) et la localisation des zones humides. Il est évident qu'un mur humide à cause d'une aération insuffisante, d'une mauvaise isolation thermique ou d'une fuite locale, ne séchera pas à la suite d'une réparation effectuée pour supprimer l'humidité ascensionnelle.

### 5.2. Techniques d'assèchement

5.21. Il est possible de limiter l'humidité ascensionnelle en drainant le sol de fondation et en appliquant un enduit imperméable sur la maçonnerie en-dessous du niveau du sol.

5.22. Dans le cas de réparations proprement dites, il s'agit de créer une zone étanche à l'humidité dans l'épaisseur du mur, soit :

- par une mise en place d'une membrane filmogène (un placement correct entraîne une garantie de bon fonctionnement),
- par introduction de produits hydrofuges ou « bouche-pores » (méthode la plus polyvalente),
- par électro-kinèse (système agissant dans des conditions bien déterminées).

5.23. On peut s'attendre à un développement croissant des techniques utilisant des produits hydrofuges dans la masse, vu la simplicité de l'intervention et les résultats favorables généralement obtenus. Une étude comparative de l'efficacité des différents produits utilisables pour ces traitements est en cours au CSTC.

5.24. Chaque système a ses avantages et ses inconvénients ou ses phénomènes secondaires (voir § 3). Le domaine d'application des différents systèmes dépend de nombreux facteurs tels que le genre de maçonnerie (épaisseur, composition, stabilité, porosité, taux d'humidité, salinité), la nappe phréatique (salinité), l'importance du bâtiment.

5.25. Les travaux d'assèchement doivent être exécutés de préférence par des entrepreneurs expérimentés sur base d'un bon diagnostic, de manière à permettre un choix judicieux de la technique de réfection et une exécution soignée. Le « bricolage » est à proscrire pour ce type de travaux.

5.26. Il y a relativement peu de contestations au sujet des systèmes de réparation. Ceci peut s'expliquer, entre autres, par le fait que lorsqu'il s'agit de restauration de bâtiments, on effectue souvent en même

temps différents autres travaux : réparation, révision des gouttières, installation du chauffage central, enlèvement d'enduits freinant la diffusion de la vapeur d'eau, placement d'un enduit spécial, aménagement des abords extérieurs des murs, qui interviennent en parallèle dans l'assèchement des maçonneries considérées.

5.27. Il peut arriver qu'une bonne application d'un traitement soit mise en doute à cause de la présence d'autres sources d'humidité (condensations, fuites locales, pluie battante...), qu'un mauvais diagnostic n'a pu déceler ou à cause de nouvelles conditions d'exploitation ou d'accidents localisés.

5.28. Dans certains cas (par exemple logements dont la démolition est projetée après un certain délai), il peut suffire de « dissimuler » l'humidité au moyen de plaques imperméables ou l'application d'un crépis. Toutefois, en limitant l'évaporation, on favorisera l'ascension capillaire dans les murs.

5.29. La protection contre la remontée de l'eau souterraine doit être effectuée dès le début des travaux de rénovation car son efficacité est différée (temps de séchage : de quatre, six... mois) et, pendant le processus de séchage, la stabilité des murs traités peut évoluer favorablement ou défavorablement (par exemple : le mortier pourra durcir ou se pulvériser).

5.30. Il est également à conseiller d'effectuer le traitement à un stade très précoce, pour éviter de retarder les travaux de parachèvement, par exemple l'application des enduits avant que les sels présents dans le mur soient cristallisés.

5.31. La firme réalisant l'assèchement doit prévenir le client des délais de séchage (dépendant de l'épaisseur du mur, du taux d'humidité à l'intérieur et à l'extérieur, de l'aération, ...) pour éviter une réalisation prématurée des travaux de finition.

5.32. En présence de dégâts visibles dus aux efflorescences, il faut éviter les « systèmes de protection contre l'humidité » contribuant à favoriser la montée des sels dans les murs.

5.33. Les sels hygroscopiques concentrés à la surface du mur, et plus précisément dans les enduits, provoquent des efflorescences, et des dégâts divers. L'enduit doit donc, sauf s'il présente une cohésion parfaite, être enlevé et, après séchage et élimination manuelle répétée des efflorescences être remplacé par un enduit conventionnel de plafonnage du type poreux. L'élimination de l'enduit est souvent réalisée d'office lors du traitement pour faciliter le repérage des joints et l'application des systèmes.

5.34. Pour éviter la détérioration par les sels restant dans les maçonneries, il peut être nécessaire de les transformer en sels peu solubles ou insolubles. Dans cette optique, des produits sont actuellement à l'étude.



## BIBLIOGRAPHIE

- COOTE, A.T. - Rising Damp: Remedial Measures. BRE-Seminar B 475/75, Garston (GB).  
MAMILLAN, M. et BOUINEAU, A. : Etude de l'assèchement des murs soumis à des remontées capillaires. Symposium Conservation of stones. Bologna 1975.  
MASSARI, G. et I. : Bâtiments humides et insalubres. Ed. Eyrolles 1971, Paris.  
WEBER, H. : Aufsteigende Mauerfeuchtigkeit - Ursache - Wirkung

- und Gegenmassnahmen - Das Deutsche Malerblatt 5/77, Stuttgart.  
VAN DER SCHUIT, P.K. : Vochtwerking - Informatieblad PC-20 Rijksdienst voor Monumentenzorg - Zeist (NI) 1977.  
Die aufsteigende Mauerfeuchtigkeit - Ursachen - Wirkung - Gegenmassnahmen. Technische Akademie Esslingen (D). Fort- und Weiterbildungszentrum - Lehrgang Nr. 3393/79.68 - 1977.  
Rising damp in walls. BRS Digest 27 - 1962 and 1969 (revised), Garston (GB).

## SUMMARY

*Rising moisture in walls as a result of capillarity may render living conditions unpleasant and cause actual damage to a building. Its effects are disfiguring and insanitary and lead to wastages of energy and shortened life for the building materials. Further, the moisture generally carries salts with it, and these have unpleasant and harmful effects of their own.*

*If the harm is to be restricted the moisture must be prevented from rising, and the main methods for this are as follows: draining, insertion of waterproof membranes or drainage pipes, grouting with water-repellents and/or fillers, and electrokinetics. The article*

*describes each of these techniques with its advantages and disadvantages and gives its field of application.*

*The effectiveness of each method is tried out on specimen walls in the laboratory as well as on walls of actual buildings. The laboratory test walls are left for a year in a solution of salts before the treatment is applied.*

*On both types of wall the development of the moisture conditions and the gradual drying out of the brick or stonework are tested by measuring the electrical resistivity on the inside surface.*

*Fig. 1. - Paint flaking off through dampness in a wall.*

*Fig. 2. - Placing a waterproof membrane.*

*Fig. 3. - Draining a damp wall.*

*Fig. 4. - Grouting with a water-repellent.*

*Fig. 5. - Insertion of a conductor into the wall.*

*Fig. 6. - Test set-up.*

*Fig. 7. - Research on techniques for drying out walls which have become moist through capillarity. Results of laboratory tests.*

## RESUMEN

*La humedad ascensional de las paredes debida a la acción capilar constituyen molestias que pueden llegar a ser la causa de alteraciones en los edificios.*

*Esto tiene efectos destructores en el plano estético, higiénico y energético tanto como en la duración de los materiales. Por demás, la transferencia del agua se acompaña de la transferencia de sales, lo que es, a su vez, el origen de dificultades y de disturbios.*

*Para corregir esos inconvenientes es necesario interrumpir la subida de la humedad por medio de los métodos siguientes: avenamiento, colocación de membranas hermeticas al agua o de tubos de desaguado, inyección de productos hidrófugos, y tambien cierra poros así como la electroquinesis.*

*Para cada técnica se recogen la descripción; las ventajas, los inconvenientes y los dominios de la aplicación.*

*La verificación de lo que tienen de eficaz esos métodos se les aplica sobre muros de ensayo en laboratorio y sobre muros de casas existentes.*

*En laboratorio, las paredes de ensayo son emplazadas en una solución de sales durante un año antes de ser tratadas.*

*Se sigue la evolución de la humedad y del secamiento de la mampostería, tanto en laboratorio como sobre las casas existentes, por medio de la mensuración de la resistencia eléctrica al interior de la pared.*

*Fig. 1. - Desconchadura de la pintura sobre un muro humedo.*

*Fig. 2. - Colocación de una membrana impermeable.*

*Fig. 3. - Evacuación de la humedad de un muro por medio de un tubo de desagüe.*

*Fig. 4. - Inyección de un producto hidrófugo.*

*Fig. 5. - Colocación del conductor en el muro.*

*Fig. 6. - Dispositivo de puesta a prueba.*

*Fig. 7. - Investigaciones sobre las técnicas de enjugamiento de los muros humedecidos por ascensión capilar. Resultado de las pruebas efectuadas en laboratorio.*