

## INTRODUCTION

L'eau est et a probablement toujours été l'ennemi numéro un du bâtiment. Moisissures, pourriture du bois, corrosion des métaux, altération des joints de maçonneries et des enduits, dégradation des revêtements de sol et des peintures, éclatement de canalisations sont parmi les effets courants des liaisons dangereuses qu'entretient l'eau (sous toutes ses formes: liquide, vapeur, solide) avec les matériaux et les ouvrages. (photo 1)

Les lois de la physique et de la chimie permettent d'expliquer ces phénomènes. La codification relative aux ouvrages neufs traduit ces lois en de multiples dispositions destinées à éviter les situations anormales d'humidité excessive, dommageables tant pour les occupants que pour les bâtiments, compte tenu de la destination de ces derniers. Des mesures d'entretien des ouvrages de bâtiment viennent compléter ces dispositions.

Le respect de ces règles de conception, de mise en oeuvre et d'entretien devrait limiter les désordres à de rares situations dans les bâtiments concernés.

Les statistiques établies par l'Agence Qualité Construction ([www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com)) dans le cadre de l'observatoire de la qualité de la construction montrent cependant que des progrès restent à faire. Sur l'échantillon observé, 62% en nombre des manifestations de désordres enregistrées dans la base de données SYCODES sont classées dans la catégorie « défaut d'étanchéité à l'eau » (enveloppe du bâtiment, canalisation, pièces humides, ...).

La codification s'étant structurée depuis les années 1950, il est utile, pour un bâtiment construit au cours de la deuxième moitié du XXème siècle, de se reporter aux règles dont ils relèvent afin de comprendre l'origine d'éventuels désordres.

Les constructeurs des bâtiments plus anciens n'ignoraient pas ces questions comme le montrent l'existence de dispositions constructives destinées à limiter les impacts de l'eau (enduits, techniques de couverture, débords de toitures généreux, choix des pierres ...). L'altération inévitable de ces bâtiments avec le temps a rendu nécessaire des interventions, parfois accompagnées de transformations d'usage. Une méconnaissance des phénomènes régissant les mécanismes d'agression de l'eau a conduit, dans certains cas, à des décisions d'intervention, des réalisations de travaux et des modes d'occupation pathogènes.

Ainsi, des bâtiments les plus anciens se révèlent-ils sans doute plus vulnérables (puisque moins « encadrés ») que des bâtiments récents mais les causes de l'humidité et les mécanismes de dégradation que sa présence entraîne sur l'ensemble de ces patrimoines mettent en jeu les mêmes lois de la nature.

Une différence pourrait cependant être introduite pour les bâtiments historiques (monuments, église, châteaux...) dont l'ancienneté, les conditions d'usage, l'évolution de leur environnement (en particulier le développement de la pollution urbaine), la présence de murs généralement très épais en minéraux naturels pouvant avoir subi de multiples transformations au cours du temps rendent très spécifique le traitement des problèmes d'humidité. Ce domaine intéressant n'est pas abordé dans cet article. Le lecteur intéressé pourra consulter par exemple les travaux du Laboratoire de Recherche des Monuments Historiques ([www.lrmh.fr](http://www.lrmh.fr)) ou du Conseil International des Monuments et des Sites (ICOMOS, [www.international.icomos.org](http://www.international.icomos.org)).

Après avoir rappelé quelques mécanismes de base, nous nous intéressons aux causes fréquentes et aux remèdes envisageables pour les bâtiments courants. Concernant les remèdes, nous développerons des éléments relatifs à l'évaluation de leurs performances.

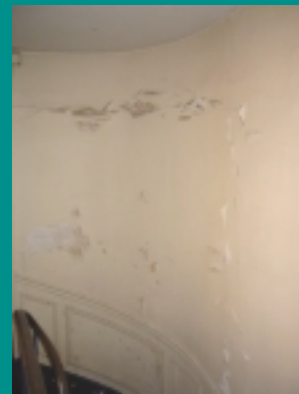


Photo 1  
Peinture écaillée :  
phénomène consécutif  
à une infiltration en toiture

## MÉCANISMES DE BASE

Ne serait-ce que par la seule présence des occupants qui y respirent, y produisent de la vapeur du fait de leur activité (douche ou cuisine dans

un logement, process industriel dans un atelier), l'eau est omniprésente à l'intérieur d'un bâtiment. Elle se trouve également naturellement à

l'extérieur du bâtiment : dans le sol, dans l'atmosphère où elle peut se manifester sous forme de pluie, de neige ou de grêle. (photo 1)

Des accidents à l'intérieur (débordement d'une baignoire, rupture d'une canalisation) ou à l'extérieur des bâtiments (inondation par

exemple) exposent également les ouvrages à un contact direct avec l'eau. Son impact vis-à-vis des matériaux et des ouvrages dépend notamment de son état physique (solide, liquide, vapeur). Les conditions normales d'exploitation des bâtiments exposent les matériaux et ouvrages à l'eau sous ces différents états physiques.

## CONDENSATION

Ainsi par exemple, la vapeur d'eau contenue dans l'air ambiant se condensera sous forme liquide sur toute surface dont la température est inférieure à la température de rosée. [encadré]



Photo 2  
Condensation sur vitrage  
(pièce chauffée avec  
un appareil non raccordé  
à pétrole)

Ce phénomène bien connu est facilement perceptible sur une vitre (photo 2) ou sur une plaque métallique. Bien qu'invisible de manière directe sur la plupart des autres matériaux de construction, il n'en reste pas moins actif dès lors que les conditions propices à la



Photo 3  
Développement de  
moisissures

La quantité de vapeur d'eau que peut contenir un volume d'air initialement sec est limitée. Cette limite augmente avec la température. A titre d'exemple, 1 kg d'air (environ 800 litres) peut contenir au maximum 5,5 g de vapeur d'eau à 5 °C et 14,8 g de vapeur d'eau à 20 °C. De l'air humide à 20 °C contenant 7,9 g/kg d'air, soit la moitié de la valeur limite, a une humidité relative (HR) de 50 %. L'humidité relative de l'air saturé de vapeur d'eau est 100%.

Dès lors que cette limite est atteinte, il y a condensation, c'est-à-dire passage de l'état gazeux à l'état liquide de toute vapeur en excès.

La condensation peut ainsi apparaître de deux manières :

- par augmentation de la quantité de vapeur (c'est ce qui se passe en faisant bouillir de l'eau dans une cuisine) dans un local maintenu à température constante,
- par baisse de la température d'une masse d'air, d'humidité relative HR, jusqu'à la température pour laquelle la quantité de vapeur contenue est précisément la limite imposée par la nature (c'est ce qui se passe par exemple lorsque l'air humide est en contact avec une surface froide). Cette température à laquelle se manifeste le phénomène décrit est appelée **température de rosée**.

Pour éviter la condensation dans un local, on peut donc agir dans deux directions :

- évacuer la vapeur en excès au fur et à mesure afin que l'humidité relative soit toujours inférieure à 100% à la température du local (c'est une des fonctions de la ventilation),
- maintenir les parois du local en tout point à une température supérieure à la température de rosée correspondant à l'humidité relative de l'air ambiant (c'est le rôle du système de chauffage).

condensation sont réunies. Sans que l'occupant s'en rende compte, les matériaux concernés se chargent en eau liquide. La persistance du phénomène conduit à une situation favorable au développement de champignons sur les matériaux rendus anormalement humides, dès lors que ces organismes sont susceptibles de trouver de la cellulose pour nourriture (bois, papier peint, carton ...) (photo 3). La présence de telles moisissures devrait être considérée par l'occupant comme une sommation sans frais que lui adresse la nature : il s'agit d'un signal d'un dérèglement de l'équilibre hygrothermique du bâtiment qui peut être annonciateur de désordres ultérieurs plus graves. La condensation n'est pas qu'un phénomène de surface. Elle a lieu en tout endroit (y compris à l'intérieur d'un mur ou d'un ouvrage d'isolation) où la température de rosée est atteinte.

## ADSORPTION

Même en l'absence de condensation, la grande majorité des matériaux de construction sont naturellement humides. Cette propriété, appelée hygroscopici-

té, est plus ou moins marquée suivant les matériaux. Elle est liée notamment à leur nature poreuse. L'air ambiant (plus ou moins chargé d'humidité sous forme de vapeur) circule à travers les pores. Suivant la taille de ceux-ci et l'humidité relative de l'air, de l'eau liquide se dépose au sein du matériau. Mis en relation suffisamment longtemps avec une ambiance contrôlée (par exemple 50%HR, 25 °C), un matériau poreux finit par atteindre une teneur en eau d'équilibre exprimée en pourcentage de la masse sèche ou en kg d'eau par kg de matière sèche. La mise en équilibre est un phénomène lent qui est régi par la structure interne du matériau : taille et distribution spatiale des pores.

A titre d'exemple, le tableau I indique les valeurs d'équi-

libre pour quelques matériaux courants. Cet équilibre est peu sensible à la température dans la gamme des températures courantes d'ambiance dans les bâtiments. On retiendra notamment de ce tableau que le taux d'humidité d'équilibre du bois dans des conditions ambiantes normales d'un bâtiment est inférieur au taux à partir duquel le développement de champignon peut se produire (20 % pour la méréule). En conséquence, il ne devrait pas y avoir de développement de champignon dans des ouvrages contenant du bois (ou des réserves de cellulose) dans un bâtiment présentant ces conditions. Le développement de tels champignons est toujours révélateur d'une humidité anormalement élevée dont il faut chercher la cause.

Matériau	Ordre de grandeur de la teneur en eau à l'équilibre (% masse sèche), (50 %HR)
Bois	13 à 17
Béton	3 à 4
Plâtre	< 1
Brique	< 1

Tableau I : teneur en eau de quelques matériaux  
(sources : CNDB [www.bois-construction.org](http://www.bois-construction.org), CNRC [www.nrc-cnrc.gc.ca](http://www.nrc-cnrc.gc.ca))

## CAPILLARITÉ

La structure poreuse de nombreux matériaux de construction explique le phénomène de capillarité qui se manifeste par le cheminement naturel de l'eau liquide dans des pores de petit diamètre (inférieurs à 2 mm environ). La loi célèbre établie par James Jurin, médecin anglais du XVIIIème siècle, relie l'importance du phénomène au diamètre des pores : plus les capillaires sont fins, plus le cheminement est important. A titre d'exemple, l'ascension théorique de l'eau dans un capillaire de 10 microns de diamètre (taille couramment atteinte pour de nombreux matériaux) est d'environ 1,4 mètre.

Si l'ascension est d'autant plus importante que le diamètre est fin, le phénomène est cependant d'autant plus lent que le diamètre est faible. Une conséquence pratique de cette loi de la nature est que l'eau présente au sein d'un matériau aura

beaucoup plus de difficulté à en sortir si les pores sont fins que si les pores sont importants. La présence d'eau au sein d'un matériau de revêtement peu capillaire (enduit à base de ciment par exemple) contribuera à limiter l'évaporation de l'eau contenue dans le mur. Une limitation de l'évaporation serait également constatée en cas de revêtement organique (revêtement plastique épais par exemple) appliqué sur un mur devenu humide. Précisons que la fonction attendue des matériaux cités en exemple (enduit, RPE) est avant tout de participer à la protection des murs en évitant la pénétration de l'eau de pluie. Le rôle « négatif » qu'ils jouent dans les exemples mentionnés, en limitant l'évaporation, résulte principalement d'une anomalie (mur humide) qui a une cause à déterminer (fuite de canalisation encastrée, condensation interne par exemple). Ce ne sont donc pas les matériaux en eux-

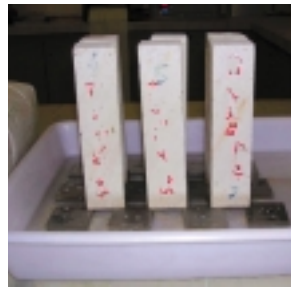


Photo 4  
Test de capillarité sur éprouvettes

mêmes qui sont à mettre en cause mais l'usage qui en est parfois fait sans maîtrise de la compréhension des phénomènes physiques en jeu. La seule indication de la porosité d'un matériau (exprimée en pourcentage de volume de « vide ») est insuffisante pour caractériser sa capillarité. Cette grandeur, exprimée par un coefficient mesuré à partir de la variation en fonction du temps de la masse d'éprouvettes dont une des faces trempe dans l'eau (photo 4), dépend surtout en effet de la répartition de ces

« vides » au sein du matériau et de la manière dont ils sont reliés entre eux.

La capillarité est bien un phénomène dynamique : il faut un "certain temps" pour que la hauteur d'équilibre soit atteinte. Cette hauteur dépend en particulier du matériau et des conditions d'évaporation de l'eau à la surface de l'ouvrage. Toutes choses égales par ailleurs, la hauteur sera d'autant plus élevée que l'évaporation est difficile (figure 1). On comprend dès lors que l'application sur un mur humide de tout matériau freinant l'éva-

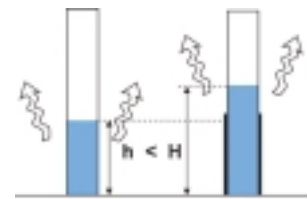


Figure 1  
Effet de l'évaporation en surface sur les remontées capillaires : limiter l'évaporation relève la hauteur d'équilibre



Photo 5  
Efflorescences sur enduit

lieu à la surface d'un mur humide ou au sein du matériau, les sels laissent des traces colorées ou peuvent faire éclater le matériau sous l'effet de l'expansion liée à leur cristallisation. Certains sels très hygroscopiques rendront très difficile l'assèchement des murs car leur seule présence retient l'eau au niveau du front d'évaporation. (photo 5)

La capillarité des matériaux exposés directement à la pluie joue un rôle important dans leur aptitude à assurer leur fonction de protection des ouvrages contre cet élément climatique. Les conditions de surface qui gouvernent le phénomène peuvent être modifiées par des produits (dits hydrofuges de surface) qui limitent la pénétration de l'eau de pluie touchant le mur. L'effet de ces produits est de « repousser » l'eau qui a alors tendance à ruisseler le long du mur plutôt que de pénétrer au sein de l'ouvrage. Comme toute solu-

tion technique, l'utilisation d'hydrofuge a son domaine d'excellence et ne saurait être la panacée [1].

### L'AIR HUMIDE EST UN GAZ

L'air humide est un mélange de gaz : ceux que contient l'air sec (principalement oxygène et azote) et la vapeur d'eau. Comme tout gaz, l'air humide a une tendance naturelle à occuper le volume qui lui est offert. Aussi, en l'absence de disposition qui s'oppose à ce phénomène d'expansion, la vapeur produite dans une pièce (la cuisine par exemple) se retrouve inéluctablement dans les autres pièces (les chambres par exemple). La conséquence est une augmentation de l'humidité relative de l'air et un risque accru de condensation. Une des fonctions de la ventilation des locaux sera de limiter cette propension de l'air humide à se ré-

pandre en dehors des pièces où la vapeur est produite. En tant que gaz, l'air humide traverse, avec plus ou moins de facilité, de nombreux matériaux : il suffit qu'il y ait une différence de pression (liée par exemple à un mouvement d'air, à une différence de température) pour que l'air humide traverse ces matériaux. Ce faisant, l'air humide peut cheminer jusqu'à rencontrer des zones dont la température est inférieure à la température de rosée : la condensation (y compris en des endroits cachés, non visibles de l'occupant) a alors lieu. L'eau peut dès lors s'accumuler là où la condensation a lieu et entraîner des désordres (corrosion, champignons...). Le rôle d'un pare vapeur est précisément de s'opposer à un tel cheminement : il s'agit généralement d'une feuille (plastique, feuille d'aluminium, papier...) qui présente naturellement un obstacle important au passage de la vapeur.

## PATHOLOGIES VRAIES

Les ouvrages sont soumis à l'usure du temps. Les performances initiales se dégradent inéluctablement. Des ouvrages essentiels dans la protection du bâtiment contre l'eau finissent par ne plus jouer correctement leur rôle : les enduits dégradés n'assurent plus la protection des murs contre la pluie, les joints des maçonneries abîmés deviennent des chemins privilégiés d'infiltration, la toiture présente des défauts d'étanchéi-

té, des chéneaux ne garantissent plus l'étanchéité et une partie des eaux collectées s'infiltrer dans les murs, des joints périphériques de bac à douche ou de baignoire sont défectueux, des étanchéités de toiture terrasse présentent des défauts. La liste est longue et pourrait en particulier être complétée par les situations accidentelles (rupture de canalisation, débordement, ...). Tout lecteur confronté à des situations

d'humidité dans le bâtiment saura la compléter par sa propre expérience.

Il n'y a là rien d'anormal en soi si ce n'est que la plupart de ces situations critiques peuvent être détectées et résolues par un entretien régulier des principaux ouvrages ; entretien qui souvent fait défaut.

Le maître d'ouvrage soucieux de son patrimoine pourra par exemple utiliser des fascicules documentaires

spécifiques de l'AFNOR pour établir un plan d'entretien adapté à son cas : logement individuel [2] ou immeuble de logements collectifs ou de bureaux [3]. Engagées à temps, c'est-à-dire avant que des phénomènes de dégradation soient amorcés, ces actions d'entretien coûtent peu au regard des travaux de réparation. La durée de vie des ouvrages s'en trouve normalement prolongée.

## TRAVAUX « PATHOGÈNES »

Le bon fonctionnement des ouvrages de bâtiment repose sur un équilibre hygrothermique des parties qui les constituent. Toute décision et exécution de travaux qui déplace cet équilibre et favorise la mise en contact des matériaux et ouvrages avec un excès d'eau (par rapport à ce pour

quoi lesdits ouvrages sont conçus) peut être à l'origine de désordres. En ce sens, ces travaux sont « pathogènes ».

Des situations malheureusement courantes sont présentées dans le tableau 2. La liste est loin d'être exhaustive mais l'existence de tels cas révèle une faiblesse dans

la chaîne de décision et, a minima, l'escamotage d'étapes dont les plus patentes sont signalées dans le même tableau. (photo 6)

Ces situations ne relèvent pas toutes de la codification et il peut manquer d'outils pour dimensionner correctement les ouvrages.



Photo 6  
Infiltration d'eau consécutive à un montage défectueux d'une fenêtre réhabilitation

Travaux	Conséquences possibles	Etape escamotée	Ce qu'il aurait fallu faire
Remplacement de fenêtres anciennes (contribuant à l'aération du bâtiment) par des fenêtres récentes présentant une bonne étanchéité à l'air.	Augmentation de l'humidité relative par suite de l'évacuation insuffisante de la vapeur d'eau Augmentation des risques de condensation	Réflexion sur le mode d'évacuation de la vapeur en fonction du niveau de production.	Evaluer les conditions de ventilation avant travaux et intégrer dans le projet de changement de fenêtres la mise en place d'un dispositif assurant l'évacuation de la vapeur d'eau.
Pose de fenêtres « réhabilitation » avec conservation du dormant existant	Pourriture du dormant en bois existant Pourriture des solives suite au ruissellement de l'eau le long de l'allège.	Respect des règles d'évacuation de l'eau propres à ces produits [4]	Respecter les prescriptions de montage des fenêtres réhabilitation [4] [5]
Application sur un mur humide d'un revêtement limitant l'évaporation	Aggravation de la situation par extension de la zone humide du mur	Diagnostic de la situation	Rechercher de la cause de l'humidité du mur. Traiter la cause avant toute autre intervention.

Tableau 2 : quelques travaux « pathogènes »

Peut-être une réflexion sur ces éventuelles carences devrait-elle être amorcée afin de pallier des situations

dommageables tant pour les occupants que pour les ouvrages ?  
Pour ce qui est de la ventila-

tion des logements collectifs, on pourra se reporter par exemple au guide établi par le CSTB en collabora-

tion avec l'USH [6] afin de dimensionner les systèmes de ventilation dans des bâtiments existants.

## USAGES PATHOGÈNES

Comme tout objet fabriqué, un bâtiment « fonctionne » bien si les conditions d'usage sont « normales ». Le mode d'emploi d'un bâtiment est rarement disponible mais on conçoit assez bien cependant qu'un logement courant n'est par exemple pas conçu pour y faire pousser des plantes tropicales nécessitant une humidité importante. S'écarter notablement de ces conditions de bon fonctionnement peut conduire à créer des situations où une humidité excessive engendrera des désordres.

Le tableau 3 présente quelques situations courantes, caractéristiques d'usages pathogènes, qui méritent quelques commentaires. En logement, la production de vapeur en excès provient fréquemment des modes de cuisson, du séchage du linge, de l'usage d'appareils de chauffage non raccordés, de la suroccupation voire d'un cumul de toutes ces causes, directement liées aux conditions d'usage. Si on ajoute au contexte un déficit de chauffage qui entraîne une augmentation des risques de condensation du fait que des surfaces importantes risquent de se trouver à une

température inférieure à celle du point de rosée, alors le caractère pathogène peut être renforcé. Certaines activités non domestiques produisent par nature de grande quantité de vapeur (pressing par exemple). Avant que ces situations ne deviennent pathogènes pour les occupants et le bâtiment, on peut essayer d'y pallier en activant deux leviers : limiter la production de vapeur en modifiant les usages (ou les process dans le cas d'ateliers) et extraire l'air humide

à l'aide d'une ventilation adaptée. Rappelons qu'en hiver, l'air extérieur, plus froid que l'air intérieur, est susceptible, lorsqu'il est introduit dans le bâtiment, de se « charger » naturellement d'humidité contenue dans l'ambiance intérieure des pièces. Le fait de faire circuler dans le bâtiment de l'air pris à l'extérieur avant de le rejeter vers l'atmosphère est un moyen économique d'extraire l'humidité présente dans les locaux. Ces dispositions techniques,

simples dans leur principe, peuvent être difficiles à mettre en œuvre dans des situations concrètes tant pour des raisons pratiques (faisabilité et coût des travaux) que pour des raisons liées aux conditions d'usage (habitude de vie des occupants, perception de leur propre intérêt économique). Ces situations sont difficiles à traiter car relevant directement des comportements. S'appuyer sur les impacts pour la santé des occupants du fait des moisissures est

Usage	Exemple de situation	Phénomène pathogène
Production excessive de vapeur	Utilisation régulière d'appareil de chauffage à gaz ou à pétrole non raccordé	Production excessive de vapeur due à la combustion. Risques liés à l'émission des gaz de combustion dans les pièces.
Modification du fonctionnement des systèmes de ventilation	Obstruction des orifices d'extraction d'air	Augmentation de l'humidité de l'air intérieur qui augmente les risques de condensation
Chauffage insuffisant	Arrêt du chauffage pendant les périodes d'absence	Condensation entretenue du fait du maintien d'ouvrages (et de mobilier) à une température inférieure à la température de rosée
Accumulation de papiers, cartons, bois dans les pièces humides	Stockage important dans des caves humides	Rétention d'humidité dans des matériaux naturellement hygroscopiques. Développement de champignons

Tableau 3 : quelques usages pathogènes

peut-être un levier supplémentaire pour faire évoluer les choses. Il faudrait ajouter, dans ce registre, les risques

encourus par l'émission dans les pièces d'habitation des gaz de combustion par les appareils non raccordés. Ce

dernier risque est bien sûr fonction du niveau de respect par l'utilisateur des préconisations du construc-

teur des appareils vis-à-vis du choix des combustibles et des consignes d'usage et d'entretien.

## PRINCIPES DE RÉPARATION

Que la pathologie soit « vraie », générée par des travaux ou par l'usage du bâtiment, la première étape de traitement d'une situation installée d'humidité est, avant toute autre intervention, le **diagnostic**. Il s'agit d'une véritable enquête qui doit être menée en recoupant des informations obtenues par tout moyen :

- observation visuelle de l'état des matériaux et ouvrages (zones où le développement de moisissure est avancé, éléments porteurs dégradés, ...), de la présence de sources notoires de vapeur d'eau (chauffage non raccordé à combustible par exemple), d'anomalies dans les systèmes de ventilation (entrées d'air ou bouches d'extraction obstruées, absence d'aspiration), ...
- renseignements sur la perception du phénomène par les occupants (gêne visuelle, problèmes de santé, ...), sur le mode d'occupation des locaux (utilisation du chauffage, ouverture des fenêtres, ...), sur les conditions d'apparition du phénomène (permanent, intermittent), ...
- mesures à l'aide d'appareils appropriés en retenant que la détection d'une zone plus humide ou plus froide n'est qu'une indication parmi d'autres et qu'il peut être hasardeux de bâtir une conclu-

sion définitive sur la base de telles informations, d'autant que les appareils ont leurs limites propres.

Cette enquête peut conduire à identifier rapidement des causes évidentes (joint défectueux, toiture « fuyarde », système de ventilation hors d'usage, ...). Dans d'autres cas, les causes peuvent être multiples et plus difficiles à confirmer : capillarité, condensation, infiltration, ... Existe-t-il une méthode de diagnostic « codifiée » ? Pas à notre connaissance mais plusieurs ouvrages de librairie (ou de bibliothèque) proposent des éléments qui, assemblés, permettent de bâtir une méthode d'approche que seule l'expérience peut réellement enrichir.

Faut-il séparer la mission de diagnostic de la mission de travaux ? Agir ainsi est pour le maître d'ouvrage une garantie que le diagnostic est indépendant de l'offre de prestation. Cette possibilité est d'ailleurs expressément identifiée dans le référentiel de qualification d'entreprise QUALIBAT 1542 concernant « le traitement des remontées capillaires » ([www.qualibat.com](http://www.qualibat.com)).

La ou les sources d'humidité étant identifiées, l'étape suivante consiste idéalement à "fermer le robinet", c'est-à-dire à remédier à la (aux) cause(s) identifiées lors du diagnostic. Idéalement car cela peut être difficile, notamment pour les ouvra-

ges enterrés en contact avec des sols saturés d'eau. Ces situations ne sont toutefois pas désespérées et, suivant les cas, la création d'ouvrages d'interposition entre les murs enterrés et le sol environnant permet soit de drainer l'eau et/ou de favoriser l'évaporation de l'eau. On peut également parfois agir sur les causes de la saturation du sol en eau en modifiant par exemple l'écoulement des eaux de ruissellement. Travaux qui peuvent être importants et onéreux auxquels il convient de bien réfléchir avant de les engager.

Une fois le robinet fermé, le séchage peut normalement commencer. Il pourra être facilité par l'élimination des revêtements, et plus généralement des matériaux, contaminés par l'humidité. Ces matériaux pourront être remplacés « à l'identique » dès lors que les causes de l'humidité auront été effectivement traitées. Cette quête de l'authenticité peut parfois être vaine car les conditions de production et l'accès aux matériaux utilisés par les constructeurs des bâtiments les plus anciens ont changé. Pour ce qui est par exemple des enduits, une solution est d'utiliser des formulations de mortiers proposées par les fabricants de mortiers. Ces produits présentent une gamme de performances adaptées aux exigences (transfert de vapeur notam-

ment) des techniques constructives de ces bâtiments. Par ailleurs, ils présentent des garanties liées aux modes et aux contrôles de production industriels.

Le séchage est un processus lent par nature. Il dure couramment plusieurs mois. Il peut être accéléré au moyen d'un apport d'énergie (bien sûr pas à l'aide d'appareils à combustion qui apporte des quantités massives d'eau) ou de déshumidificateurs, dispositifs qui abaissent l'humidité relative de l'air.

Il est essentiel d'attendre un séchage complet avant d'engager des travaux d'embellissement sous peine de dégradation rapide de ces derniers au cas où les ouvrages supports (murs, plafonds notamment) sont encore trop humides au moment de ces travaux. Ce message de bon sens est parfois difficile à faire passer en situation d'inondation car les sinistrés souhaitent légitimement retourner rapidement à « la normale » mais il faut faire en sorte qu'il soit entendu [7].

Doit-on encore insister sur la nécessité d'une surveillance et d'un entretien des ouvrages sensibles après travaux ? L'expérience montre que oui. Une situation d'humidité bien traitée doit impérativement être suivie d'un entretien régulier des ouvrages concernés et pus généralement du bâtiment dans son ensemble.

## EVALUATION DES TECHNIQUES

Dans le cas des condensations ou des infiltrations, les techniques mobilisées pour traiter ces situations d'humidité relèvent du bon usage des dispositions constructives. Le respect des règles de dimensionnement,

de mise en œuvre et d'entretien des ouvrages permet de revenir à une situation saine et de s'y maintenir. Les travaux à engager peuvent parfois être conséquents mais le résultat est normalement au bout du chemin, y com-

pris dans le cas de pourriture localisée des ouvrages en bois, qu'il convient de remplacer après avoir remédié à la (aux) cause(s) identifiée(s) à la suite du diagnostic. Des situations difficiles se rencontrent en cas d'infesta-

tion par la mûre, dont le développement sournois peut être très avancé lorsque le phénomène est découvert. La plus grande vigilance est alors de mise pour bâtir un "plan de bataille" qui apporte de bonnes garanties d'élimina-



*Photo 7*  
Barrière anticapillaire  
(plaques de plastique insérées  
à l'emplacement des joints de  
maçonnerie)

tion de champignons et un retour généralisé dans tout l'immeuble (pas seulement dans un logement ou un local) à un état normal de teneur en eau des ouvrages. Un traitement seulement partiel exposerait à risque de nouveau développement de la mèche. Ces pratiques font, entre autres, partie des exigences du référentiel de certification CTBA+ des entreprises de traitements curatifs et préventifs des bois en œuvre et autres matériaux ([www.ctba.fr](http://www.ctba.fr)).

Une palette de solutions techniques est à disposition pour lutter contre les remontées capillaires. Des campagnes d'essais relatives à plusieurs de ces techniques d'intervention ont été menées il y a une trentaine d'années notamment par le CEBTP en France et par le Centre Scientifique et Technique de la Construction (CSTC) en Belgique ([8], [9]). Les résultats de ces essais sont relativement convergents et permettent d'orienter vers quelques techniques potentiellement les plus performantes parmi une offre abondamment décrite dans les ouvrages de librairie et de bibliothèque ([10] à [13]). Toutefois, il est à noter que les appréciations portées concernent l'efficacité initiale, ou à brève échéance (quelques mois), et ne concernent pas leur durabilité, c'est-à-dire leur efficacité à long terme.

Si la mise en place d'une barrière physique étanche (feuille de matériau plastique, de métal ...) est un principe dont l'efficacité est jugée excellente, son application reste délicate (dans le cas des murs épais et/ou peu stables, des maçonneries de moellons, ...). (photo 7)

Les différents types d'aérateurs (photo 8) sont quant à

eux jugés peu efficaces dans la mesure où ils n'agissent pas sur la cause de l'humidité ascensionnelle. Ils peuvent certes éventuellement contribuer à évacuer par évaporation une partie de l'eau contenue dans le mur mais leur pénétration relativement profonde dans la maçonnerie crée des ponts thermiques importants au droit des parties amincies du mur qui sont autant de lieux possibles de condensation à l'intérieur du bâtiment. Par ailleurs, pour autant que l'évaporation soit effective, elle favorise des concentrations localisées de sels au niveau des aérateurs qui peuvent générer des phénomènes d'hygroscopicité susceptibles d'affecter la durabilité des performances. Des tubes dotés d'une turbine mue par un moteur électrique ont été récemment mis sur le marché. En forçant la circulation de l'air extérieur dans le tube, l'évaporation est probablement mieux assurée que dans les aérateurs traditionnels mais ces matériels n'ont pas fait l'objet actuellement d'évaluation de performance. Par ailleurs, ces dispositifs n'apportent pas de réponse aux faiblesses signalées qui sont liées au principe même de fonctionnement.

L'ascension capillaire s'accompagne de phénomènes électrochimiques (polarisation). Plusieurs dispositifs ont été proposés dont le principe est de s'opposer à ces phénomènes avec comme résultat escompté une limitation, voire une inversion de l'ascension capillaire. Selon les procédés, une source d'énergie peut être ou non adjointe



*Photo 8*  
Tubes aérateurs en  
soubassement de mur

de manière à participer au résultat. Les essais des procédés testés sur des bâtiments font état de résultats aléatoires, positifs dans certains cas, sans effets dans d'autres.

Le procédé d'injection de produits hydrophobes peut donner de bons résultats en créant une barrière étanche à l'eau pour autant qu'elle soit continue. Compte tenu de sa relative simplicité de mise en œuvre, cette technique a fait l'objet d'investigations complémentaires notamment de la part du CSTC et du British Board of Agreement (BBA).

Ce dernier organisme propose depuis 1974 des "Agrément certificate" de ce type de procédé, dont le nom anglais est "damp-proof course" (www.bbacerts.co.uk). Comme tout document de cette nature, la portée des "Agrément certificate" est strictement limitée aux conditions expressément stipulées, notamment pour ce qui concerne les conditions de mise en œuvre (type de mur, nature du produit, procédure). Toute extrapolation à d'autres conditions, mêmes "voisines" sortirait du cadre de ces documents.

Le CSTC (www.bbri.be) a, quant à lui, réalisé des études en laboratoire afin de mettre au point des méthodes d'éva-

luation de l'efficacité initiale des différents produits injectés. Ces travaux ont fait l'objet de comptes rendus portant mention des produits d'injection utilisés mais ces documents ne sauraient en aucun cas être considérés comme des procès verbaux d'essais suivant un référentiel stabilisé. Pour faire face à une réelle demande du marché et à l'instigation de l'organisme belge d'agrément technique (UBAtc) dont il est membre, le CSTC propose actuellement un protocole d'essais simplifié par rapport aux essais longs de laboratoire. La mise en œuvre de ce protocole devrait conduire d'ici à quelques mois à la publication de premiers agréments techniques des produits d'injection. Ces agréments seront limités à l'efficacité initiale.

Précisons également que les travaux de lutte contre les remontées capillaires, quel que soit le procédé mis en œuvre, ne relèvent pas de la garantie décennale au titre de la loi Spinetta. La garantie des travaux est contractuelle : le contrat les définit, précise les performances visées ainsi que les moyens de les vérifier, indique les dispositions envisagées si les performances ne sont pas atteintes.

Faut-il enfin mentionner des

## RÉFÉRENCES

- [1] CSTC - Hydrofugation de surface : note d'information technique 224 - CSTC, juin 2002
- [2] AFNOR - guide pour l'élaboration de notices de surveillance et d'entretien d'une maison individuelle ou d'une construction assimilable, Fascicule documentaire FD P 05-102, septembre 2003, P 05-102
- [3] AFNOR - guide pour l'élaboration de notices de surveillance et d'entretien des immeubles collectifs de logements ou de bureaux, Fascicule documentaire FD P 05-101, septembre 2003, P 05-101
- [4] Groupe spécialisé n° 6 - Menuiseries en PVC faisant l'objet d'un Avis Technique : conditions générales de mise en œuvre en travaux neufs et sur dormants existants - e-Cahiers du CSTB n° 3521, Juillet 2005 (www.cstb.fr)
- [5] AQC - MÉMO CHANTIER® : Remplacement des menuiseries extérieures - www.qualiteconstruction.com
- [6] BROGAT (B.) et al. - Ventilation dans les bâtiments collectifs d'habitation existants : guide à l'usage des acteurs de la réhabilitation - Cahiers du CSTB n° 3248, septembre 2000
- [7] DGUHC - Collection « les outils », Inondation : guide de remise en état des bâtiments - DGUHC, septembre 2002, www.logement.gouv.fr
- [8] MAMILLAN (M.) - L'humidité dans les constructions : Causes et remèdes. - Revue technique du bâtiment et des constructions industrielles n° 166 janvier-février 1995
- [9] CSTC - L'humidité dans les constructions : particularités de l'humidité ascensionnelle, note d'information technique 210 - CSTC, décembre 1998
- [10] COLLOMBET (R.) - L'humidité des bâtiments anciens : cause et effets, diagnostic, remèdes - Le MONITEUR, 1985
- [11] LOUVIGNE (M.) - Vaincre l'humidité dans la maison - EYROLLES, 1986
- [12] COQUILLAT (A.), GRELAT (A.) - Prévention des sinistres dus à l'humidité dans les bâtiments anciens - SEBTP, 2002, 75 p
- [13] MASSARI (G.) - Bâtiments humides et insalubres Pratique de leur assainissement - EYROLLES, 1971

pratiques peu recommandables comme les « cache-misère » de toute nature (lambris notamment) qui consistent à recouvrir les zones les plus visiblement humides ? Elles sont évidemment à éviter.

Les appareils contenant des sels hygroscopiques, quant à eux, sont un excellent moyen pour contribuer au séchage

des ouvrages après un dégât des eaux ou participer au séchage après traitement d'une situation d'humidité. Les utiliser comme principal remède à une situation installée d'humidité n'est pas recommandable car, faute d'avoir fermé le robinet, le renouvellement des recharges de sels est sans fin.

## CONCLUSION

Pour conclure, convoquons un expert. Pour Giovanni Massari, dont l'ouvrage déjà ancien [13] fait toujours référence : « L'humidité est un phénomène trompeur ». Proposons d'ajouter « certes mais l'humidité n'est pas une fatalité ! ». Nombre de pathologies courantes peuvent être évitées grâce à la mobilisation au bon moment de moyens couramment disponibles (textes codifiés, Avis techniques, plan d'entretien...). Des progrès dans la diffusion des règles, des savoir-faire sont bien entendus toujours à faire. De nombreux acteurs professionnels, parmi lesquels le CSTB, y contribuent par exemple par le biais de sessions de formation spécialisées sur le thème « humidité et bâtiment » ou de guides pra-

tiques expliquant le fondement des règles (www.cstb.fr).

Les travaux « pathogènes » révèlent une maîtrise insuffisante des bonnes pratiques dont la diffusion est peut-être plus difficile que dans la construction neuve faute de référentiels largement diffusés. Cependant, là encore, il existe des règles écrites pour la réalisation d'ouvrages notoirement pathogènes comme ceux que nous avons cités. S'il s'avérait que l'accès à ces règles soit insuffisant ou que des outils méthodologiques, des outils de dimensionnement fassent défaut, alors les professionnels peuvent ouvrir des chantiers pour progresser dans ces domaines.

L'existence d'évaluation de produits et procédés a prouvé

son intérêt au service de la qualité des constructions, encore faut-il veiller à la bonne utilisation des différents documents et inciter tous les acteurs concernés à "revenir aux sources" pour bien apprécier la portée et les limites de chacune de ces informations.

La question des usages pathogènes est délicate à régler. Il ne suffit pas de dire aux occupants « faites ceci et ne faites pas cela » pour assainir une situation d'humidité installée. Il ne faut pas sous-estimer le caractère abstrait de considérants qui paraissent évidents à un technicien. La vapeur d'eau est « invisible », des croyances sont à l'œuvre qui peuvent s'opposer à la mise en œuvre de solutions pourtant ration-

nelles, des comportements pathogènes peuvent aussi être argumentés rationnellement par les intéressés.

Un levier possible est de s'appuyer sur les conséquences de l'humidité sur la santé des occupants. La nature a le bon goût de nous envoyer des signaux d'alerte, notamment sous la forme de moisissures. Il y a tout un champ d'investigation qui pourrait mobiliser notamment des outils pédagogiques utilisés par le biais de canaux multiples (école, mairie, CAUE, ...). La mise en ligne par l'Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat (ANAH) sur son site internet (www.anah.fr) de fiches techniques dont une porte sur l'humidité participe de cette démarche. ■

J. L.-S.