

**EXAMEN PROFESSIONNEL DE PROMOTION INTERNE ET  
EXAMEN PROFESSIONNEL D'AVANCEMENT DE GRADE DE  
TECHNICIEN PRINCIPAL TERRITORIAL DE 2<sup>ème</sup> CLASSE**

**SESSION 2017**

**ÉPREUVE DE RAPPORT AVEC PROPOSITIONS**

**ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :**

**Rédaction d'un rapport technique portant sur la spécialité au titre de laquelle le candidat concourt. Ce rapport est assorti de propositions opérationnelles.**

Durée : 3 heures  
Coefficient : 1

**SPÉCIALITÉ : BÂTIMENTS, GÉNIE CIVIL**

**À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET :**

- ♦ Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni initiales, ni votre numéro de convocation, ni le nom de votre collectivité employeur, de la commune où vous résidez ou du lieu de la salle d'examen où vous composez, ni nom de collectivité fictif non indiqué dans le sujet, ni signature ou paraphe.
- ♦ Sauf consignes particulières figurant dans le sujet, vous devez impérativement utiliser une seule et même couleur non effaçable pour écrire et/ou souligner. Seule l'encre noire ou l'encre bleue est autorisée. L'utilisation de plus d'une couleur, d'une couleur non autorisée, d'un surligneur pourra être considérée comme un signe distinctif.
- ♦ L'utilisation d'une calculatrice de fonctionnement autonome et sans imprimante est autorisée.
- ♦ Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- ♦ Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

**Ce sujet comprend 29 pages.**

**Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend  
le nombre de pages indiqué.**

*S'il est incomplet, en avertir le surveillant.*

Vous êtes technicien principal territorial de 2<sup>ème</sup> classe au sein de la commune de Technville qui compte 25 000 habitants.

Depuis de nombreuses années, votre collectivité est confrontée à des phénomènes d'humidité et de moisissures dans l'habitat public (logements) dont vous avez la gestion.

Dans un premier temps, le Directeur des Services Techniques vous demande de rédiger, exclusivement à l'aide des documents joints, un rapport technique sur les phénomènes de moisissures et d'humidité.

**10 points**

Dans un deuxième temps, vous proposerez un plan d'action permettant de réduire ces phénomènes de moisissures et d'humidité dans les logements dont vous avez la gestion.

**10 points**

*Pour traiter cette seconde partie, vous mobiliserez également vos connaissances.*

#### Liste des documents :

- Document 1 :** Traiter l'humidité et les moisissures dans l'habitat : conjuguer l'amélioration du bâti avec la prise en compte de la santé – Anne LE BAIL – Air pur n° 78 – mai 2014 – 2 pages.
- Document 2 :** Maîtrise de l'énergie et énergies renouvelables en Isère – Humidité dans les bâtiments – Origines et solutions – juin 2010 – 7 pages.
- Document 3 :** L'humidité dans votre habitat – Conseils « info travaux- bâtiments » – juin 2011 – 2 pages.
- Document 4 :** Comprendre les risques sanitaires – Risques d'humidité et de moisissures dans l'habitat - extraits - juin 2013 – 12 pages.
- Document 5 :** Effets sanitaires des moisissures dans l'habitat - Observatoire régional de santé (ORS) - Juillet 2010 – 2 pages.
- Document 6 :** Norme BBC 2017 - Définitions et obligations - Décembre 2016 – 1 page.
- Document 7 :** RT 2020 : tout sur la réglementation thermique 2020 - Décembre 2016 – 1 page.

#### **Documents reproduits avec l'autorisation du CFC**

*Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.*

# TRAITER L'HUMIDITÉ ET LES MOISSURES DANS L'HABITAT : CONJUGUER L'AMÉLIORATION DU BÂTI AVEC LA PRISE EN COMPTE DE LA SANTÉ

Anne LE BAIL

Chargée de mission habitat santé, Fédération des PACT  
anne.lebail@pact75.org

Depuis le début des années 60, l'Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique (APPA) est pionnière en matière de prévention des pollutions atmosphériques et des risques associés. Le réseau RSEIN<sup>(1)</sup> constitué pour favoriser les échanges entre chercheurs, évaluateurs et gestionnaires du risque contribue à la diffusion des connaissances scientifiques au moyen de publications, d'organisation des journées scientifiques pour aider à la diffusion des connaissances.

Dès le début des années 80, des études ont été lancées en Europe et en Amérique du Nord sur les liens entre la qualité de l'air respiré, l'humidité, les moisissures et la santé respiratoire.

Au début des années 90, la question des dégradations liées à l'humidité et en particulier aux moisissures apparaît comme importante et vraisemblablement à mettre en relation avec l'augmentation significative des pathologies respiratoires notées par les autorités sanitaires.

Des formations de professionnels effectuant des prestations d'inspection de l'environnement intérieur, avec des mesures à domicile – dans l'objectif d'informer et conseiller les occupants de logements souffrant de problèmes respiratoires – sont créés au début des années 2000 à Strasbourg, Paris, Brest, Toulouse et Montpellier. Une formation de conseil habitat-santé a été créée à Marseille par le Professeur Charpin. A la même période, le Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris (LHVP) mène des audits environnementaux dans l'habitat humide en Ile de France<sup>(2)</sup>.

## I- INTRODUCTION

L'importance de la qualité de l'air extérieur a émergé à la suite d'événements marquants comme Tchernobyl (1986), ou de réflexions sur la pollution liée à la circulation automobile, aux transports aériens et maritimes. Des outils de surveillance ont alors été mis en place pour mesurer l'air extérieur, en prévision d'une surveillance sanitaire et d'une information du public. Des objectifs de qualité ont été fixés au niveau européen et national.

Suite à cette prise de conscience, il a été évalué que nous passons de 70 % à 90 % de notre temps dans des lieux clos. A partir de ce constat la qualité de l'air intérieur a été jugée suffisamment importante pour devenir une question de santé publique. Toutefois l'état de la connaissance sur cette question est encore faible et de nombreuses études visent à l'améliorer. La préoccupation relative à la qualité de l'air intérieur et ses conséquences sur la santé se manifeste par la réalisation d'études et de réflexions aux plans international et national.

L'étude L.A.R.E.S<sup>(3)</sup> a été commandée par l'Organisation Mondiale de la Santé en 2003. Il s'agissait de connaître la qualité du parc de logements et d'identifier les problèmes relevant de l'habitat et de la santé afin de faire émerger les thèmes à traiter en priorité dans le cadre des politiques publiques. Pour cela une enquête a été réalisée dans 8 villes européennes<sup>(4)</sup>, auprès de plus de 8 500 habitants. L'enquête s'est déroulée par entretien à domicile. Cette visite était également l'occasion de relever visuellement certains dysfonctionnements, comme par exemple la présence de moisissures. La parution des résultats a fait l'objet en 2004 et 2005 par l'OMS de communications aux niveaux national<sup>(5)</sup> et international<sup>(6)</sup>.

Les conclusions sont que, si les moisissures et les troubles de santé sont fréquemment associés, les relations de causes à effets ne sont pas clairement établies, notamment dans la littérature scientifique spécialisée d'une part, parce qu'il reste

très malaisé de distinguer l'effet des seules moisissures sur la santé d'une personne soumise à de multiples influences (acariens, tabagisme, alimentation, etc.) et d'autre part, en raison de la difficulté d'évaluer pour chaque type de moisissures, la quantité à partir de laquelle il y a un effet sur la santé, et sa nature.

Différentes études vont être engagées avec des objectifs différents et complémentaires :

- savoir quoi et comment mesurer,
- déterminer les effets sur l'environnement de la présence de moisissures,
- établir la corrélation entre insalubrité et moisissures,
- savoir si la présence de moisissures est un phénomène limité à certains types d'habitat,
- maîtriser toutes les conditions de l'apparition et du développement des moisissures...

L'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur<sup>(7)</sup> (OQAI) est créé en 2001 et lance en 2003 une campagne nationale d'analyse de l'air intérieur de 567 logements représentatifs des 24 millions de résidences principales.

La France impliquée dans le déroulement et l'exploitation de l'étude L.A.R.E.S a mis en place pour la période 2004-2008 le 1<sup>er</sup> Plan National Santé Environnement (PNSE) qui aborde la question de la qualité de l'air intérieur parmi les 45 actions prioritaires en particulier celles visant à :

- mieux connaître les déterminants de la qualité de l'air intérieur et renforcer la réglementation
- développer la prévention de l'asthme et des allergies
- améliorer l'information sur la prévention de l'asthme et des allergies

Des actions sur la question des moisissures ont été financées par les programmes régionaux mis en place dans le cadre de l'application du Plan National Santé Environnement. Dans la région Nord - Pas de Calais avec une surveillance des moisissures dans l'air ambiant<sup>(8)</sup> et en région Ile de France avec le programme Esmha<sup>(9)</sup> (Effets sanitaires moisissures dans l'habitat).

En 2006 le Conseil Supérieur d'hygiène publique de France<sup>(10)</sup>, publie le document du groupe de travail « Moisissures dans l'habitat » qui souligne l'intérêt de traiter d'une réalité mal connue du public et du corps médical afin de répondre à un problème qui touche un nombre important de ménages.

Dans la continuité des actions menées sur l'approche habitat santé par des associations PACT avec la mise en place d'un audit sanitaire et social dans les Pays de Loire<sup>(11)</sup>, d'un accompagnement de 20 familles à Roubaix<sup>(12)</sup>, et la mise en place d'un partenariat LHVP-PACT à Paris<sup>(13)</sup>, la Fédération des PACT a conduit une étude sur les relations habitat et santé<sup>(14)</sup> dans laquelle la question des moisissures était prise en compte et identifiée comme facteur récurrent de risques.

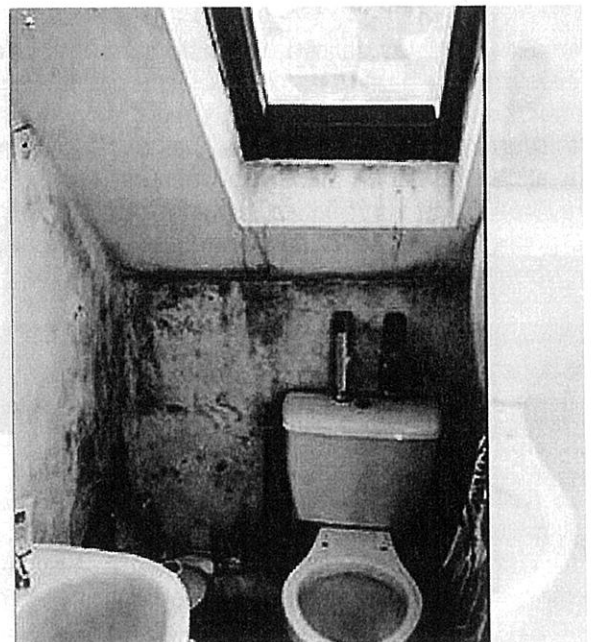
Les objectifs de cette étude étaient les suivants :

- intégrer la dimension sanitaire dans les approches techniques et sociales déjà présentes dans le traitement de l'habitat,
- permettre à tout intervenant PACT, quel que soit son domaine professionnel, d'appréhender la notion de danger (santé et sécurité) pour les occupants, le détecter et orienter les personnes vers les acteurs concernés,
- mettre en place des partenariats répondant aux besoins repérés (prévention, réponse à l'urgence et intervention curative).

Dans le cadre de cette, étude un outil de repérage des risques pour les occupants lors des visites à domicile a été élaboré<sup>(15)</sup>. Les résultats de l'étude confirment (au delà de la question de l'humidité et des moisissures) l'existence de multiples situations de dangers potentiels ou avérés, y compris dans un habitat en bon état et justifient la nécessité d'une détection systématique de tout facteur de risque pour la santé dans l'habitat pour les PACT pour toutes les missions avec visite à domicile.

Afin de compléter cette approche, le mouvement PACT et l'Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique s'engagent dans une étude sur les conditions de développement des moisissures suite à la réalisation de travaux d'efficacité énergétique. Les objectifs de l'étude sont d'identifier les conditions d'une réalisation de travaux ne provoquant aucun désordre ultérieur en prenant en compte tant les aspects techniques que d'usage et gestion des équipements.

L'APPA conduit, par ailleurs, à destination des travailleurs sociaux de Seine-Saint-Denis une formation sur la qualité de l'air intérieur<sup>(16)</sup> dans laquelle le PACT Paris intervient sur le thème de l'humidité et des moisissures.







# HUMIDITE DANS LE BATIMENT

## Origines et solutions

Dans un bâtiment, l'humidité peut être d'origine naturelle, accidentelle ou liée à un défaut d'entretien. Elle cause différents dommages : diminution importante de l'efficacité de l'isolant, dégradation des enduits et peintures, développement des moisissures et des efflorescences, pourrissement des structures en bois, éclatement des pierres ou des briques sous l'effet du gel de l'eau, corrosion des aciers du béton armé. Evaluer l'humidité peut permettre d'éviter ces dégradations. Des testeurs d'humidité (ou humidimètres) permettent de la mesurer. Si elle s'avère trop élevée, des remèdes sont possibles. Selon l'origine du problème, il sera nécessaire de colmater des fuites, poser un drain le long du mur, injecter une barrière étanche contre les remontées capillaires, faire tomber des enduits imperméables ou installer un système d'électro-osmose.

### Les origines de l'humidité

---

► **Condensation** : elle apparaît au niveau des zones dites "froides" (avec des défauts d'isolation), en particulier dans les locaux soumis à une production de vapeur (cuisines, salles d'eau, pièce où sèche le linge) et peu ou non ventilés. Il suffit de quelques degrés de différence entre la température de la paroi et celle de l'air pour que la vapeur d'eau se transforme en eau. Ce phénomène a souvent lieu sur une surface froide (vitre, mur ou plancher mal isolé...) mais peut également survenir à l'intérieur d'un mur puisque la vapeur d'eau traverse la plupart des matériaux de construction. L'isolation et la ventilation permettent une réduction importante de la condensation à la surface des parois. En revanche, les ponts thermiques demeurent un point faible : linteaux, tableaux de fenêtres, coffre de volet roulant...sont autant de zones privilégiées pour la fuite des calories. On peut alors y déceler des traces de condensation.

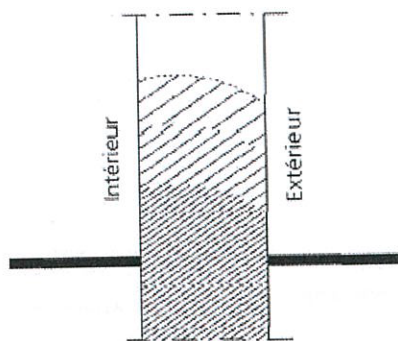
► **Remontées capillaires** (ou humidité ascensionnelle) : ce phénomène se produit dans des matériaux de construction poreux, c'est-à-dire dont la structure présente de nombreuses cavités de faible dimension. Ces cavités sont souvent reliées entre elles et forment de très longs canaux appelés capillaires. La migration de l'eau qui se produit du bas vers le haut, peut atteindre plusieurs mètres. Elle est particulièrement active dans les murs enterrés qui sont en contact avec le sol humide. Les matériaux très peu poreux comme le granit ou qui présentent des cavités importantes comme la pierre meulière ne sont pas sujets à ce phénomène.

► **Infiltrations directes** : elles surviennent sur une façade exposée à la pluie (dont la force de pénétration peut être renforcée par le vent), aux gouttières ou aux descentes d'eau qui fuient, dont le mur est composé de matériaux capillaires et l'enduit dégradé ou fissuré.

**Lorsqu'un mur présente des signes persistants d'humidité (dégradation du plâtre, salpêtre...), il faut proscrire la pose d'un isolant avant d'avoir identifié les causes des désordres et procédé aux travaux nécessaires. Posée sans précautions, une isolation sur un mur humide est peu efficace et sa durée de vie limitée. L'isolation ne doit jamais être utilisée pour maquiller un mur à problèmes.**

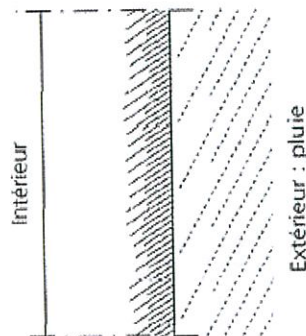
### Origines de l'humidité

Repérage schématique sur des murs vus en coupe



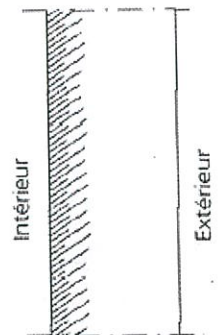
①

1. Humidité ascensionnelle



②

2. Infiltrations directes



③

3. Condensation

Source : « La maison ancienne » - J. et L. Coignet - Editions Eyrolles 2006



# Les solutions pour réparer et améliorer

La réussite des solutions qui suivent est variable. Si possible, il est toujours préférable d'intervenir à la source des désordres, sur les causes simples.

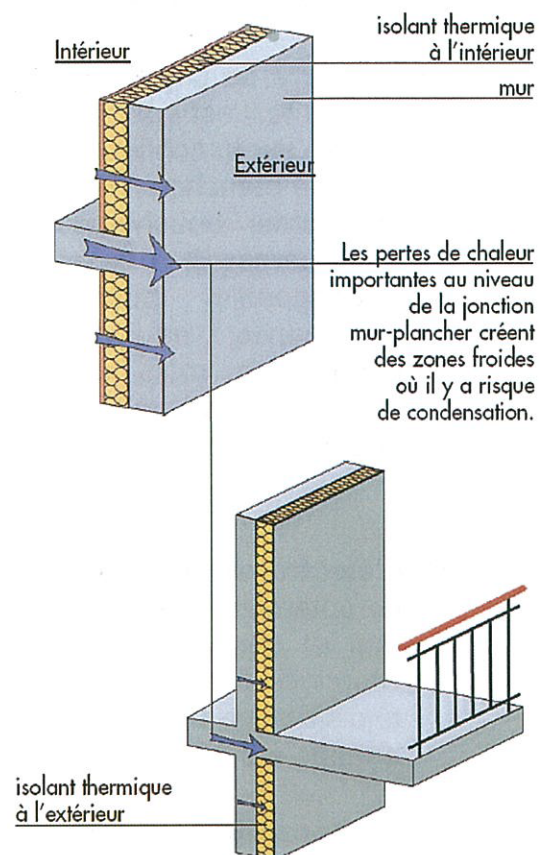
## ▶ Contre la condensation :

→ **Réduire la production de vapeur** : en particulier si les douches sont très chaudes et en cas de recours intensif à la cuisson à la vapeur. Si possible, faire sécher le linge à l'extérieur.

→ **Supprimer les zones froides** : L'isolation thermique par l'extérieur est la plus efficace pour traiter les ponts thermiques (zones froides de déperditions de chaleur, qui peuvent entraîner la formation de condensation). Le remplacement des simples vitrages par des doubles aura pour effet de relever la température de la face vitrée en contact avec la pièce et de changer les conditions de condensation.

→ **La ventilation et le chauffage du logement** : une ventilation générale et permanente permet d'évacuer une grande partie de la vapeur d'eau. L'air extérieur est généralement moins humide que l'air intérieur, il se charge de vapeur et l'évacue en continu. Le réchauffement de l'air extérieur pénétrant à l'intérieur augmente sa capacité à contenir de la vapeur d'eau sans que celle-ci ne condense. En hiver, il est donc nécessaire de chauffer de manière régulière.

## Ponts thermiques

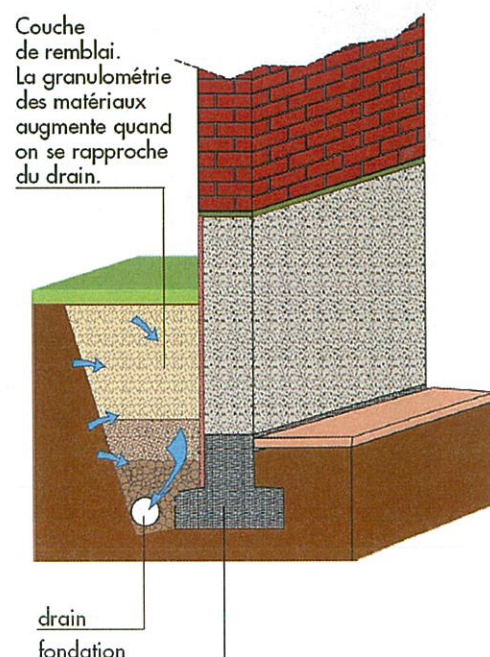


Source : ANAH

## ▶ Contre les remontées capillaires :

→ **Le drainage** : destiné à lutter contre les remontées capillaires, il consiste à créer un chemin préférentiel pour l'écoulement des eaux d'infiltrations qui imprègnent les terrains en contact avec les parties enterrées des bâtiments (fondations, caves). Les drains évacuent une partie de l'eau et limitent leur contact avec les ouvrages enterrés. Cette solution est à envisager dans un terrain peu perméable : l'eau suivra la pente de la fouille et rejoindra le drain. Les drains sont reliés à un réseau conçu pour évacuer les eaux collectées vers un point bas assurant ainsi leur écoulement.

## Principe du drain





→ **Dégagement de la base des murs** : Les murs des constructions anciennes comportaient à leur base un assemblage de pierres très peu poreuses (granit, silex) destinées à empêcher les remontées capillaires. Les murs étaient ensuite élevés avec des pierres plus poreuses (calcaire par exemple) sans risque de remontée d'humidité. Avec le temps, par apports progressifs de terre autour du bâtiment (jardinage, cultures...), le niveau du sol a pu être remonté jusqu'à venir recouvrir les premiers rangs de pierres calcaires. Par infiltration, cette partie du mur s'est trouvée en contact avec l'eau et l'humidité ascensionnelle a pu se développer. Le remède à la situation consiste dans ce cas à simplement dégager la terre pour retrouver le niveau initial et redonner son efficacité à la coupure de capillarité.

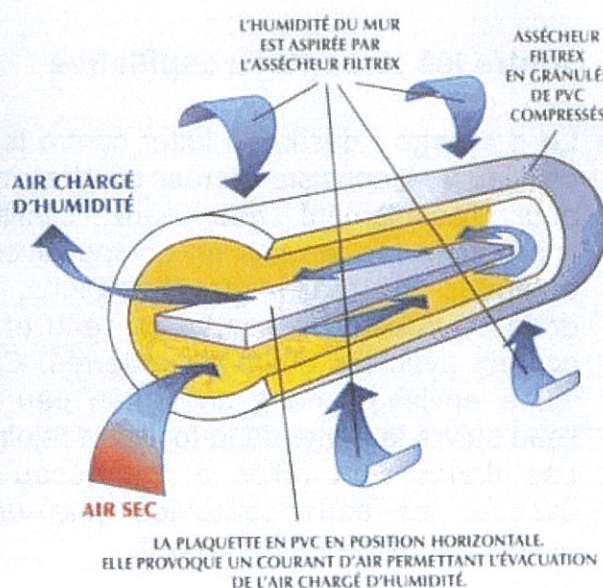
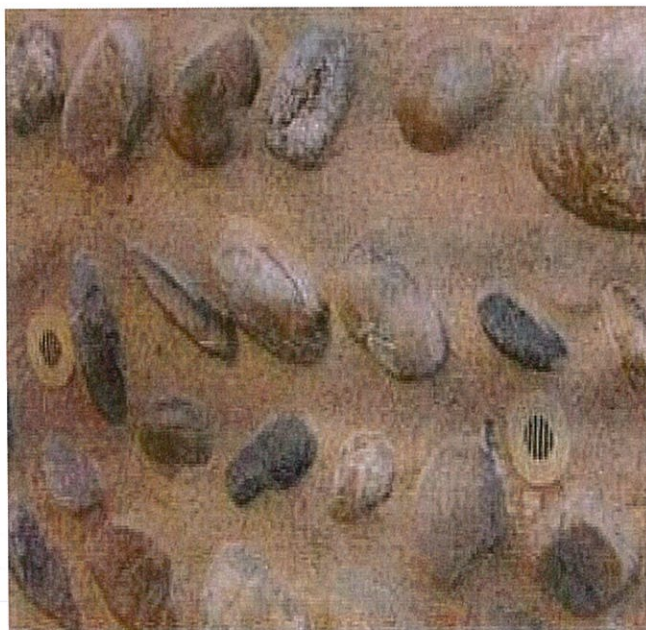
→ **Coupure de capillarité** : dans les murs non conçus à l'origine avec une coupure de capillarité il est possible de créer un tel dispositif par différents moyens. Leur efficacité repose sur la continuité de la barrière réalisée. Un des moyens consiste à réaliser une barrière étanche à l'eau ascensionnelle par l'injection de mortier bouche-pores ou hydrofuge dans des trous percés à la base du mur. Cette technique est envisageable pour des murs relativement homogènes ne présentant pas de cavités importantes mais est inefficace pour des murs maçonnés avec des éléments creux comme des briques ou des blocs en béton.



Source : Hydrothan

→ **L'électro-osmose inverse** : l'humidité ascensionnelle s'accompagne d'une différence de potentiel électrique entre le mur et le sol. En plaçant une électrode positive dans le mur et des électrodes négatives dans le sol, le champ électrique est inversé et l'humidité dirigée vers le sol. Cette opposition est créée soit en utilisant des métaux choisis pour engendrer une pile électrique entre le mur et le sol, soit en ajoutant une batterie électrique. Cette technique au résultat aléatoire est peu employée.

→ **Siphons atmosphériques** : ce procédé favorise l'évaporation de l'eau contenue dans un mur humide. Pour que cette méthode fonctionne correctement, l'air doit être contraint de circuler dans ces dispositifs afin d'évacuer la vapeur d'eau qui arrive à la surface interne des tubes.



Source : Filtrex



## ► Contre les infiltrations directes :

→ **Dispositifs de protection** : un bâtiment doit être doté de dispositifs de protection destinés à empêcher les agressions prévisibles de l'eau. L'eau de pluie tombant sur la couverture doit être canalisée vers les chéneaux reliés aux descentes d'eaux pluviales. La couverture doit déborder de la façade de manière à limiter l'impact direct de la pluie sur le mur. Afin que l'eau de pluie ne pénètre profondément dans les matériaux, la façade peut être traitée à l'aide de produits hydrofuges qui forment une pellicule sur laquelle l'eau « glisse » sans imprégner le matériau. Les appuis de fenêtres peuvent aussi être protégés par des feuilles de zinc par exemple.

## ► Les fausses solutions :

Les **autres solutions** tels les revêtements étanches pour recouvrir la zone humide d'un mur, les sels absorbants, les doublages (lambris sur un mur où se sont développées des moisissures, papiers peints...) mêmes aérés sont à **éviter** car elles ne sont pas efficaces, elles risquent même d'aggraver la situation.

## **Cas particulier : le bâti traditionnel (ou ancien)**

Le bâti traditionnel ou ancien est celui construit avant la première guerre mondiale. Celui construit de manière classique porte abusivement le même nom, il convient plutôt de parler de bâti conventionnel lorsqu'il s'agit de désigner les constructions d'après la première guerre mondiale. Ce bâti conventionnel a répondu à des besoins dans l'urgence de logements liés aux reconstructions d'après guerres, fondées sur la préfabrication, essentiellement avec du béton armé et du parpaing. Dans cette industrialisation des constructions, le concept d'isolation n'existe quasiment pas, de même que la prise en compte du climat.

Au contraire, le bâti traditionnel est souvent basé sur une démarche bioclimatique (pas de grandes ouvertures au nord), une recherche des apports gratuits, un bon sens qui consistait par exemple pour les fermes, à stocker le foin dans les greniers, ce qui constituait une bonne isolation pour la saison froide ou encore à bénéficier de la présence d'animaux dans les étables. Parmi les constructions traditionnelles, on compte notamment la terre crue (pisé, torchis, bauge, adobe, brique crue) et la pierre.

**Si dans les murs modernes (dès les années 1970), la stratégie consiste tant bien que mal à faire barrage à la migration de la vapeur d'eau (pare vapeur pour éviter de détériorer les murs et les isolants), les murs anciens sont quant à eux conçus pour contenir et supporter une certaine quantité d'eau qui participe au maintien de leur cohésion. Un drainage radical qui créerait une lame d'air entre la partie enterrée d'un mur ancien et le sol risquerait d'entraîner un assèchement brutal qui se traduirait par des fissures et des retraits.**



Les parois des constructions anciennes, à condition qu'elles n'aient pas subi de travaux inopportuns, possèdent souvent un **équilibre hygrothermique\*** (relatif à l'humidité et à la chaleur), qui doit être préservé au risque de les dégrader. C'est une grave erreur constructive que de stopper les transferts d'humidité dans les parois des bâtiments anciens. Les **surfaces étanches** (enduits ciments, trottoirs ou dallages extérieurs en ciment) **sont donc à proscrire**. Dans le cadre d'une amélioration thermique de murs perspirants (c'est-à-dire permettant le passage de la vapeur d'eau, comme la terre crue ou certains types de pierre), la compatibilité des matériaux devra être recherchée. La plupart des isolants d'origine végétale ou animale\*\* présentent cette capacité de perspiration, ce qui n'est pas le cas de la laine de verre associée à son pare-vapeur ni du polystyrène ou du polyuréthane.

Les murs en terre crue sont particulièrement sensibles à l'eau, ils doivent donc en être convenablement protégés. Les toits des maisons en terre sont généralement débordants pour repousser au maximum la pluie. Les soubassements quant à eux sont réalisés avec d'autres matériaux et les murs peuvent être enduits. Les murs et les soubassements supportent l'humidité à condition qu'elle puisse s'évaporer.



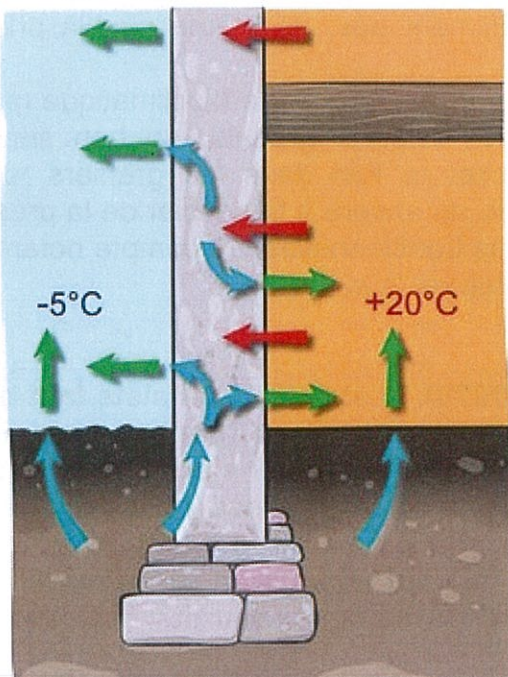
Source : Craterre

\* Consulter le document AGEDEN « hygrométrie et isolation », disponible sur le site internet.

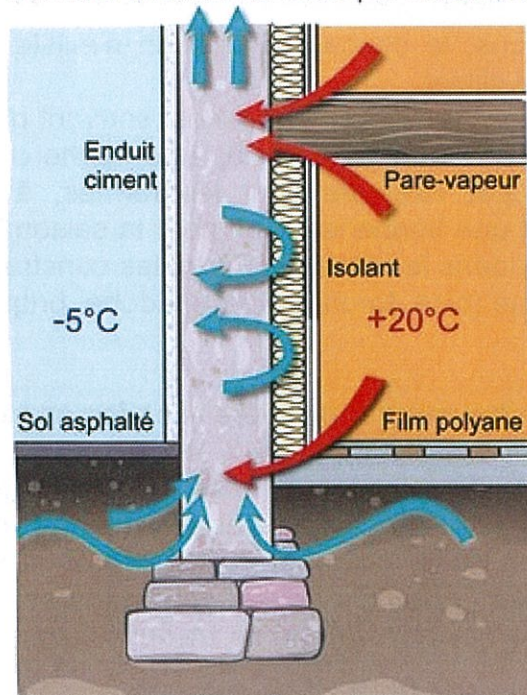
\*\* Consulter les documents AGEDEN "L'isolation écologique" et "Propriétés et performances thermiques des matériaux", disponibles sur le site internet.

### ► Un pare-vapeur améliore-t-il la situation ?

- Fonctionnement hygrothermique d'un mur traditionnel.



Fonctionnement hygrothermique d'un mur traditionnel isolé par l'intérieur.



Source : D. Klecka

A gauche, l'évaporation (flèche verte) se fait par l'intérieur et par l'extérieur. A droite, l'humidité s'accumule dans le mur.



Un pare-vapeur est nécessaire chaque fois que de la vapeur d'eau risque de se transformer en eau à l'intérieur même d'un mur. On dit alors que le point de rosée (point de condensation pour cause de refroidissement) est dans le mur. Cette situation se produit quand la succession des matériaux du mur de l'intérieur vers l'extérieur n'est pas favorable à la dispersion de l'humidité, c'est-à-dire quand ils ne présentent pas une perméabilité suffisamment croissante à la vapeur d'eau de l'intérieur vers l'extérieur. Dans ces circonstances, seul un pare-vapeur est censé éviter que le mur ne se sature d'eau de condensation.

Beaucoup plus que par l'extérieur, la pose d'un isolant par l'intérieur sur un mur ancien favorise des condensations importantes dans l'isolant. L'utilisation d'un film **pare-vapeur ne résout qu'en partie ce problème car sa parfaite étanchéité n'est que théorique**. En effet, agissant comme un entonnoir il a pour effet de concentrer la vapeur d'eau qui migre de l'intérieur vers l'extérieur ainsi que la condensation dans les zones où il est discontinu comme les liaisons entre lés, les passages de gaines électriques, les liaisons entre les planchers d'étage et les murs ou encore les pourtours des fenêtres. Dans un mur ancien, l'humidité arrive aussi par le sol. La présence d'un pare-vapeur empêche son évaporation par l'intérieur, ce qui a pour conséquence de l'entraîner plus haut dans le mur avec le risque de provoquer de graves dommages (pourrissement des pièces de bois du mur, chutes des performances des isolants, moisissures).

**Contrairement au pare-vapeur, un freine-vapeur permet la migration de la vapeur d'eau, en assurant une répartition homogène de celle-ci sur l'ensemble de la paroi (et une bonne étanchéité à l'air s'il est correctement posé). Son utilisation n'est toutefois pas nécessaire avec les murs massifs traditionnels ou les monomurs en terre cuite, qui gèrent bien l'hygrométrie.**

**Attention, il ne faut pas confondre étanchéité à la vapeur d'eau et étanchéité à l'air. L'étanchéité à l'air d'un bâtiment est indispensable pour réduire les pertes de chaleur et atteindre une basse consommation énergétique, d'autant plus si la ventilation est de type double-flux à récupération d'énergie.**



## DOCUMENT 3

[Accueil](#) | [Annuaire](#) | [Contact](#) | [plan du site](#) | [Envoyer à un ami](#) | [Accès pro](#)

Vous êtes ici : [Accueil](#) > [Ventilation](#) > [Humidité](#)

Chauffage
Électricité
Énergie
Équipement
Fiscalité
Garantie
Immobilier
Jardin
Plomberie
Qualification
Santé
Télé-vidéo
Ventilation
Vie pratique
Offres d'emplois

### L'humidité dans votre habitat

[Origines](#), [Dégâts](#), [Prévention](#), [Traitements](#), [Diagnostics](#), [Experts](#), [Conseils](#).

#### Origines :

Les origines d'un excès d'humidité dans votre habitation sont variées :

- **les fuites provenant de l'extérieur**

c'est souvent l'eau de pluie qui pénètre dans la maison par le toit ou un ruissellement sur les façades.

- **les fuites intérieures**

les appareils électroménagers, les canalisations d'apport et d'évacuation d'eau sont parfois défectueux.

- **Par capillarité**

l'eau remonte à l'intérieur des murs en utilisant les matériaux de construction comme transporteurs. Les manifestations de l'humidité sont situées alors dans la partie basse des pièces en rez-de-chaussée (a fortiori enterrées), entre 0 et 1m. du sol (environ).

- **Par stagnation de vapeur d'eau**

(salle d'eau, cuisine, chambre, lingerie, lavage des sols,...) si une grande quantité de vapeur d'eau est produite dans une pièce cela entraînera une condensation venant aggraver le bilan humidité de votre habitation. Il faut alors aérer naturellement ou mécaniquement vos pièces (par notre respiration, nous produisons entre 3 et 5 litres de vapeur d'eau par jour et par personne).

- **Par condensation**

cette vapeur d'eau contenue dans l'air se transforme en eau quand la température de l'air baisse pour atteindre le point de rosée.  
1m. cube d'air à 0°C contient 4g de vapeur d'eau et 16 g à 20°C.

Et puis, il y a des causes contre lesquelles on ne peut pas grand-chose, comme par exemple, la situation et l'exposition de votre habitation. Préférer pour votre construction, des expositions SUD et/ou Ouest car le soleil est plus efficace que sur les versants Nord et Est (le soleil du matin est moins chaud, donc assèche moins l'atmosphère).

#### Dégâts :

##### Sur vous-même

altération de votre bonne santé par dégradation de la qualité de l'air ambiant, et chez les personnes sensibles, des maladies liées à l'O.R.L.(otite, sinusite,...), ou aux voies respiratoires bronchites asthmes, ...

##### Sur votre intérieur

décollage des peintures, papiers peints ou / et des enduits, moisissures, tâches



sur de multiples supports, salpêtre, décollement des papiers peints et enduits, mauvaises odeurs, ...

#### Prévention :

- Lors d'une construction de maison individuelle, il est important de prêter une attention particulière aux **dispositifs d'étanchéité** afin d'éviter les risques d'humidité par infiltration ou capillarité.
- La meilleure des préventions est une bonne aération quotidienne de vos locaux d'habitation (5 minutes suffisent), elle a en outre d'autres effets positifs sur la qualité de l'air que vous respirez (débaras de bons nombre de polluants).
- Ne pas obstruer les grilles d'aération, en réaliser dans chaque pièce si possible.
- **L'installation d'une VMC** (ventilation mécanique contrôlée) est aujourd'hui bien souvent un élément suffisant pour ne pas rencontrer de problème même dans les situations à risques.



#### Traitements :

Vous devez bien sûr, traiter le problème en fonction de son origine, réalisez l'étanchéité de la toiture, des conduits de cheminées, des vérandas... Colmatez les fissures à l'aide de produits spécifiques. Les professionnels disposent aujourd'hui de produits performants pour lutter efficacement contre ces sources importantes d'humidité.

Après le traitement de la source si l'humidité résiduelle est encore trop importante, l'installation d'une VMC s'impose. Vous pouvez également vous doter de produits hydrophiles à base de chlorure de calcium pour piéger l'humidité.

Si les problèmes persistent, les extracteurs motorisés pourront vous apporter une amélioration certaine.

Moins lourdes sont les solutions utilisant des produits hydrofuges afin de repousser l'humidité vers l'extérieur de la pièce (ils l'empêchent de pénétrer), elles sont également utilisées dans les cas de capillarité (injection de produits spécifiques dans les murs).

Une bonne **isolation thermique** permettra d'éviter une condensation excessive qui se réalise dans un air chaud mis en contact avec un élément froid (mur donnant sur l'extérieur...)

Un **double vitrage** réduira ainsi la condensation aux fenêtres.

**La rapidité sera votre alliée**, plus vous agirez rapidement plus vos interventions seront minimales et efficaces.

### **Ne laissez pas trainer un problème d'humidité !**

#### Diagnostiques / Experts :

Enfin pour plus de précisions sachez que des **experts** dotés de matériels spécifiques peuvent établir des diagnostics complets sur les origines de l'excès d'humidité chez vous.

Des spécialistes agissent sur : les murs, dans les caves, la condensation, les moisissures, les champignons, le salpêtre, les mousses, ... en utilisant des produits spécifiques et adaptés à votre situation.

## DOCUMENT 4

(...)

L'eau liquide contenue dans un capillaire très fin peut difficilement s'en échapper du fait de forces importantes qui la retiennent « prisonnière ». La porosité d'un matériau est la proportion de « vide » présenté par ces réseaux. Pour une même porosité, le comportement du matériau vis-à-vis de l'eau liquide dépend essentiellement de la taille des capillaires :

- plus les pores sont fins, inférieurs à une fraction de micron, plus l'eau liquide résultant de la condensation a du mal à s'en échapper (cas du ciment, des argiles; de certains bois),
- plus les pores ont une taille élevée, plus l'eau liquide peut librement circuler et être facilement évacuée lors du séchage (cas des briques, du plâtre, de certains mortiers, de certaines pierres).

La diffusion de la vapeur d'eau à travers les matériaux se manifeste dès lors qu'il existe une différence d'humidité relative de part et d'autre des surfaces d'un échantillon de ce matériau (parois d'un mur par exemple). Il s'agit d'un phénomène lent, dépendant de la nature du matériau. Pour une même porosité:

- la vapeur d'eau traverse difficilement les matériaux à pores fins: la transmission de la vapeur d'eau est très faible en présence de faibles différences d'humidité relative et augmente pour de fortes différences humidité relative,
- pour les matériaux à pores plus gros, la perméabilité à la vapeur varie peu selon la différence d'humidité relative et reste modérée.

### 2. les conséquences de l'humidité sur l'homme

Un air trop sec irrite les muqueuses et les yeux, un air trop humide empêche l'évaporation de la sueur à la surface de la peau, phénomène physiologique naturel régulateur de la température du corps. Le taux d'humidité conseillé pour une pièce dont la température est de 20°C est compris entre 40% à 60 %.

#### Les acariens

Les acariens sont des arthropodes minuscules dont la taille est de l'ordre du demi millimètre. Les espèces présentes dans les habitations ont besoin d'un milieu chaud et humide pour se développer. Ils se nourrissent de squames (débris de peau), de fragments de nourriture et de moisissures. Les acariens peuplent les matelas, les sommiers, les coussins, les couvertures, les oreillers, les moquettes, les canapés. L'acarien est connu pour être une des principales causes des maladies allergiques. Les allergènes d'acariens ne sont pas uniquement présents dans leurs déjections mais également, en grandes quantités, sur leurs corps et dans leurs exuvies (peaux perdues après la mue). Les effets sur la santé sont de plusieurs ordres: dermatites (maladie de la peau), rhinites (inflammation des muqueuses de la cavité nasale) ou asthme. Il peut y avoir un risque de réactions allergiques aiguës, tels des gonflements, en cas d'ingestion accidentelle d'acariens par les aliments.

#### Les moisissures

Les moisissures sont des champignons microscopiques qui regroupent des milliers d'espèces. Les moisissures ont besoin de cellulose et d'oxygène pour se développer. Ces champignons produisent des spores qui sont invisibles à l'œil nu et qui peuvent se retrouver en suspension dans l'air.

Les populations à risque sont les personnes souffrant de certains cancers, de problèmes respiratoires, telles que l'asthme et les maladies pulmonaires obstructives chroniques, les nourrissons et les jeunes enfants, les personnes âgées et les personnes immunodéprimées.

## **L'asthme**

L'humidité et la moisissure contribuent à l'apparition de l'asthme chez l'enfant ou son exacerbation. L'asthme est un trouble inflammatoire chronique des voies aériennes. L'inflammation chronique est associée à une hyperréactivité bronchique qui mène à des épisodes récurrents de respiration sifflante, d'essoufflement, d'oppression thoracique et la toux, surtout la nuit et tôt le matin. Ces épisodes sont habituellement associés à une obstruction des voies aériennes qui est souvent réversible, soit spontanément, soit par traitement.

### **3. La ventilation**

La ventilation, qu'elle soit réalisée de façon naturelle ou mécanique, est indispensable à l'obtention d'un air ambiant de bonne qualité. Elle vise en particulier à :

- apporter de l'air neuf, afin notamment d'éviter les situations de confinement et permettre le bon fonctionnement des appareils à combustion ;
- évacuer l'air présentant divers polluants ;
- lutter contre l'humidité et les condensations.

Un bon système de ventilation comprend:

l'entrée permanente d'air neuf venant de l'extérieur dans chaque pièce principale,  
l'extraction de l'air facile et efficace  
un mouvement d'air des pièces les moins polluées vers les pièces les plus polluées.

Différents modes d'aération et systèmes de ventilation sont présents dans les bâtiments existants, selon le type de bâtiments et l'évolution des réglementations applicables.

Le renouvellement de l'air intérieur peut être assuré, selon les cas, par les défauts d'étanchéité, des grilles de ventilation et l'ouverture des fenêtres (ou portes ou fenêtres de toit) ou par des systèmes de ventilation naturelle ou mécanique contrôlée (VMC) dans les bâtiments plus récents.

#### **L'aération par ouverture des fenêtres**

L'aération est assurée par pièce par l'ouverture des fenêtres.

fenêtres reste une ventilation complémentaire à tout autre ventilation.

### **La ventilation naturelle**

La ventilation se fait naturellement par des entrées et sorties d'air spécifiques (grilles et/ou conduits à tirage naturel).

### **La ventilation naturelle assistée**

La ventilation naturelle assistée privilégie les forces motrices naturelles pour assurer la ventilation du local. Lorsque les conditions extérieures (température, vitesse du vent) ne permettent pas un tirage suffisant, une assistance mécanique est mise automatiquement en fonctionnement.

### **La ventilation mécanique contrôlée (VMC) simple flux autoréglable par extraction**

L'air neuf est admis par des entrées d'air dans les pièces principales des logements (ou les locaux à pollution non spécifique dans les bâtiments à usage autre que d'habitation), puis mis en mouvement par l'action d'un ventilateur (qui peut être installé par exemple en toiture) jusqu'à des bouches d'extraction situées en cuisine, salles d'eau et toilettes des logements (ou dans les locaux dits à pollution spécifique dans les bâtiments à usage autre que d'habitation). L'air doit pouvoir circuler librement entre les pièces où s'effectue l'entrée d'air et les pièces où l'air est repris : aussi est-il nécessaire de prévoir que les portes intérieures soient détalonnées (espace en partie basse) ou équipées de grilles de transfert. Il y a ainsi une mise en dépression des zones à pollution spécifique par extraction de l'air vicié.

### **La ventilation mécanique contrôlée simple flux hygroréglable par extraction**

Le principe d'aération est le même que pour le système simple flux autoréglable, mais avec une régulation de débit en fonction de l'hygrométrie ambiante du local. La ventilation est dite hygroréglable de type A lorsqu'elle associe des bouches d'extraction hygroréglables et des entrées d'air autoréglables et de type B lorsqu'elle associe des bouches d'extraction et des entrées d'air toutes deux hygroréglables, la modulation des débits s'effectuant dans ce dernier cas aussi bien en extraction qu'en entrée d'air neuf.

### **Ventilation mécanique contrôlée double flux**

Ce type de système prévoit un réseau d'extraction de l'air comme sur une ventilation simple flux, et un réseau destiné à l'insufflation d'air. Une installation double flux comporte donc deux ventilateurs. Dans ce type d'installation, il est possible de mettre en place un système de récupération de chaleur ainsi qu'un dispositif de filtration.

## **4. La température**

La température réglementaire recherchée dans un logement est de 19°C.



## **Les effets sanitaires des excès de température**

Même si le corps humain a de grandes capacités d'adaptation (vasodilatation, sudation, etc.), des atmosphères trop chaudes, trop froides sont des facteurs aggravants pour les maladies respiratoires et cardiovasculaires. Des températures extrêmes peuvent entraîner la mort. Par ailleurs, les températures élevées favorisent les émissions de polluants (composés organiques volatils en particulier) engendrant ainsi une dégradation de la qualité sanitaire des espaces.

Les populations les plus vulnérables sont :

les personnes âgées qui ont des capacités d'adaptation plus faibles,  
les enfants dont l'organisme contrôle moins bien les changements de température.

## **Les basses températures**

Les mécanismes physiologiques déclenchés par le froid mettent en jeu les systèmes nerveux, endocrinien, cardiovasculaire et respiratoire. La baisse de la température soudaine entraîne une vasoconstriction ainsi qu'une augmentation du cholestérol, du fibrinogène et de la viscosité sanguine. Le froid provoque de façon directe des crises d'angine de poitrine chez les patients, des crises d'asthmes liés au froid, des gelures ou des engelures et des hypothermies. Par ailleurs, les pathologies favorisées par une exposition chronique au froid sont les infections respiratoires, les accidents vasculaires cérébraux, les maladies endocriniennes et la dépression nerveuse.

## **Les températures élevées**

L'exposition d'un individu à une température environnementale élevée peut entraîner des réactions directes de l'organisme en raison d'une réponse inadéquate ou insuffisante des mécanismes de thermorégulation. La chaleur peut provoquer le coup de chaleur qui devient une urgence médicale en l'absence de traitement. Mais aussi, elle peut aggraver une maladie déjà installée ou contribuer à la déclencher (antécédents de maladie cardiovasculaire, respiratoire, neurologique ou rénale).

## **II. Les points de vigilance de l'habitat**

### **1. l'humidité**

La présence d'humidité apparaît bien souvent à la suite d'erreurs de conception ou de défauts d'entretien ou lors de réhabilitations (blocage des transferts de vapeur avec l'environnement par des enduits étanches, obturations des ventilations, non-respect de l'équilibre originel de la construction). D'autres facteurs non liés au bâti, comme la sur-occupation ou le mode d'occupation du bâtiment, peuvent également être à l'origine de surproduction de vapeur d'eau. Les manifestations de la dégradation des revêtements par l'humidité excessive sont:

des auréoles (tâches d'humidité) brunes sur les murs ;  
un plafond humide par endroits ;  
l'odeur de terre,  
la peinture qui s'écaille.

## Les condensations

La vapeur d'eau présente dans l'air intérieur est susceptible de se condenser en surface des parois les plus froides (murs, baies vitrées, planchers bas) ou à l'intérieur des matériaux constitutifs de ces parois. Les « ponts thermiques », sont des zones particulièrement propices à la manifestation de la condensation. La condensation temporaire suivie d'un séchage est un mode de fonctionnement normal de tout bâtiment. Les problèmes apparaissent lorsque le phénomène dure et conduit à l'accumulation d'eau liquide.

La condensation dans la masse peut apparaître :

- en hiver, lorsque la vapeur d'eau migre à travers les murs, de l'intérieur chauffé vers l'extérieur,
- en été, dans les parois des locaux rafraichis, lorsque la vapeur d'eau migre à travers les murs, de l'extérieur vers l'intérieur.

## Les infiltrations dues au manque d'étanchéité

Le manque d'étanchéité à l'eau des différentes composantes du bâtiment est à évaluer pour les conséquences qu'il peut avoir comme cause directe d'humidité dans les locaux et comme cause indirecte dans la mesure où la qualité isolante initiale des matériaux peut s'en trouver altérée.

Les différentes situations rencontrées :

- de fissures dans les murs ;
- enduits effrités offrant les façades aux pluies battantes qui imprègnent les murs dans leur masse;
- ardoises ou tuiles manquantes laissant pénétrer l'eau dans les combles et étages inférieurs,
- accessoires dégradés (descentes d'eaux pluviales, gouttières, chénaux);
- menuiseries détériorées, laissant pénétrer l'air et l'eau;
- menuiseries gonflées ou pourries devenues impossibles à ouvrir en raison de peintures dégradées;
- de problèmes de vieillissement des joints (fenêtres, pierres de façade, baignoires...);
- des problèmes de porosité des matériaux de construction.

## Les remontées par capillarité

Lorsqu'un bâtiment présente des manifestations d'humidité par capillarité, c'est que ses fondations, ou la base de ses murs à défaut de fondations, se trouvent au contact de l'eau:

- soit que ces murs aient été fondés dans la nappe phréatique,
  - soit que ceux-ci aient été fondés au-dessus de la nappe mais dans un terrain capillaire lui-même siège d'humidité par capillarité en provenance de la nappe phréatique,
  - soit que ces murs aient été fondés dans un terrain peu perméable ralentissant la vitesse d'infiltration, dans le sol des eaux de pluie et favorisant, de surcroît, leur ruissellement en surface
- Les remontées capillaires seront encore plus graves si le sol extérieur, après avoir été exhaussé, a été recouvert d'un matériau étanche empêchant toute évaporation, ou si l'on a procédé au pied de la construction, privant le mur d'ensoleillement et limitant par conséquent l'évaporation.

Dans un bâtiment, les traces d'humidité présentent une hauteur à peu près uniforme dans les différents murs. Une différence peut néanmoins être constatée entre les façades ensoleillées et les façades à l'ombre. Les murs ne sont pas le siège unique des remontées capillaires; les planchers anciens des rez-de-chaussée, généralement en contact avec le sol dans les bâtiments anciens, peuvent aussi subir l'agression de l'humidité ascensionnelle.

## **2. La pollution biologique**

### **Les moisissures**

Certains signes peuvent alerter sur la présence de moisissures:

La décoloration indique la présence de moisissures, mais elle peut aussi être attribuable à d'autres causes. La moisissure peut se présenter sous diverses couleurs: noir, blanc, rouge, orange, jaune, bleu ou violet.

Leur présence se manifeste souvent par une odeur de moisi ou de terre, mais les moisissures ne dégagent pas toutes une odeur.

Les spores des moisissures peuvent se retrouver dans l'air, sur les surfaces et dans les poussières. Elles sont surtout présentes dans les endroits où l'humidité est élevée et aux endroits où elles trouvent à se « nourrir ». La chaleur et l'humidité favorisent leur prolifération. Dans une habitation, les pièces à risque sont la salle de bain, la cuisine, la cave ou dans toute autre pièce où l'humidité est mal contrôlée. Pour le moment, la détection de moisissure par des prélèvements n'est pas effectuée en routine. L'analyse de matériaux moisis ou d'un échantillon d'air permet d'identifier le type de moisissure qui pourrait s'y trouver. Généralement, il est nécessaire d'effectuer plusieurs échantillons d'air et des prélèvements de moisissures.

### **Les mérules**

Les mérules sont des champignons qui infestent le bois notamment dans les habitations. Elles n'ont pas besoin de beaucoup d'eau pour se développer. Elles sont capables de transporter cette eau au travers des murs grâce aux rizhomorphes (filaments racinaires - seules les mérules en possèdent), ce qui leur permet d'agir plus vite et de façon plus étendue.

Les boiseries attaquées par les mérules deviennent molles. Les dégâts occasionnés par la mérérule sont divers:

la mérérule traverse les maçonneries sans les détériorer pour attaquer les boiseries d'une autre pièce;

le bois fragilisé continue de pourrir jusqu'à la rupture complète;

dans le cas d'un plancher touché, les risques de passer au travers sont réels;

dans le cas d'une charpente, le risque d'effondrement complet est possible.

### **Les acariens**

La présence de poussière peut indiquer la présence d'acariens.

### 3. la ventilation

Les défauts de l'habitat ne favorisant pas une bonne circulation d'air dans le logement sont:

- Absence totale de système d'aération dans les pièces;
- absence de soupirail en cave;
- présence de grilles non reliées à l'extérieur;
- Portes non détalonnées, ne favorisant pas la circulation de l'air;
- présence de grilles reliées à l'extérieur mais obturées, encrassées;
- absence de prises d'air dans les pièces principales;
- encrassement des filtres;
- lorsque les portes ou les fenêtres sont équipées de prise d'air: présence d'obstacles à la circulation de l'air coté intérieur ou coté extérieur, par l'accumulation de saleté;
- mauvais fonctionnement du moteur du groupe d'extraction, encrassement de la bouche d'extraction.

### 4. La température

La température de l'habitat varie beaucoup en fonction de son exposition, de l'importance et des caractéristiques de parois vitrées, de l'isolation thermique des parois opaques, des équipements de chauffage et de leur régulation. De façon plus ou moins variable, les déperditions de chaleur d'une habitation non isolée se font essentiellement par la toiture (environ 30%), mais aussi par les murs, portes, fenêtres et sol.

- L'absence d'isolation ou isolation insatisfaisante de l'habitat
- L'absence de chauffage ou un chauffage défectueux ne permet pas d'équilibrer les variations de basses températures.
- La température est trop basse et ne permet pas l'assèchement de l'air ni celui des matériaux poreux (papier, carton, plâtre, isolant) ou semi poreux (bois) présents dans le local;

## III – Les mesures pour y remédier

### A/ Les mesures d'action

La présence d'humidité et de moisissures dans un bâtiment n'est intrinsèque ni à un climat, ni à un type constructif. C'est donc aux propriétaires, maîtres d'ouvrages et maîtres d'œuvre qu'il appartient d'être vigilants notamment lors des travaux de réhabilitation. Il convient pour cela de respecter le bon fonctionnement du bâti vis-à-vis de l'humidité, d'une part en adaptant les éventuels travaux au mode de fonctionnement particulier du bâtiment et au comportement des occupants, et d'autre part en surveillant et entretenant régulièrement le bâtiment. Dans les conditions "normales" d'occupation, où le clos et le couvert du bâtiment sont assurés, deux facteurs principaux, l'aération et le chauffage, permettent de maîtriser le taux d'humidité.

## **Le traitement des moisissures et des champignons**

La moisissure réapparaîtra tant que la source d'humidité n'est pas éliminée. S'ils ne sont pas corrigés, les niveaux élevés d'humidité peuvent favoriser la réapparition rapide de la moisissure. L'application de la peinture sur la moisissure ne fait que masquer le problème. La peinture ne détruit pas la moisissure et elle ne l'empêche pas de croître. Les surfaces lavables doivent d'abord être nettoyées, puis asséchées. Le nettoyage de la moisissure par de l'eau de javel est une solution temporaire. Lors du nettoyage, il est nécessaire d'utiliser des moyens de protection (gants, masque) en limitant le plus possible les projections de spores. Il est conseillé de mettre les personnes sensibles (enfants, femmes enceintes, personnes asthmatiques et allergiques) à l'abri.

## **B/ Conseils aux occupants**

Les occupants ont tendance à chauffer d'avantage dans le but de limiter les problèmes d'humidité. Mais la solution consiste à aérer afin de baisser le taux d'hygrométrie et d'assécher l'air qui sera donc plus facile à chauffer.

Les conseils aux occupants sont:

prévenir toute source d'humidité et assécher rapidement tout dégât d'eau,  
adopter des habitudes de vie qui contribuent à réduire l'humidité,  
porter des éléments de protection (gants et masque) lors du nettoyage,  
entretenir les systèmes de chauffage et de ventilation,

L'éloignement des personnes « à risque » des zones de moisissures (personnes âgées - enfants de moins de 12 mois – personnes greffées, immunodéprimées – malades respiratoires et allergiques chroniques) est indispensable.

## **C/ Les obligations et la réglementation**

### **1. Obligation du propriétaire dans le cadre des rapports locatifs**

- Obligation de délivrer un logement en bon état de réparation et d'entretenir le logement tout au long du bail (Code civil : 1720)
- Obligation d'entretenir les conduits de fumée et de ventilation, et appareils de combustion (règlement sanitaire départemental: Conduits de fumée et de ventilation - Appareils à combustion)
  - « les appareils de chauffage, de production d'eau chaude ou de cuisine individuels, ainsi que leurs tuyaux de raccordement doivent être, à l'initiative des utilisateurs, et suivant les conditions définies par les clauses locatives, vérifiés, nettoyés et réglés au moins une fois par an et plus souvent si nécessaire en fonction des conditions et de la durée d'utilisation. »
- Obligation de fournir un diagnostic de performance énergétique (DPE) depuis 2007

## 2. Obligation du locataire dans le cadre des rapports locatifs

- Obligation d'entretenir les conduits de fumée et de ventilation, et appareils de combustion (règlement sanitaire départemental: Conduits de fumée et de ventilation - Appareils à combustion)
  - « les appareils de chauffage, de production d'eau chaude ou de cuisine individuels, ainsi que leurs tuyaux de raccordement doivent être, à l'initiative des utilisateurs, et suivant les conditions définies par les clauses locatives, vérifiés, nettoyés et réglés au moins une fois par an et plus souvent si nécessaire en fonction des conditions et de la durée d'utilisation. »
- Ne doit pas entraver le bon fonctionnement de l'entrée d'air et du système d'évacuation vers l'extérieur (CCH : R. 131-35)

## 3. Réglementation

### L'humidité

- Décret du 14 juin 1969 – article 7: « Les logements doivent être protégées contre les infiltrations »
- Règlement Sanitaire Départemental (RSD type):
  - Article 33: Les couvertures, les terrasses, les murs et leurs enduits, fenêtres, vasistas, portes, ne doivent pas donner passage à des infiltrations d'eau.
  - Article 27-2: Les murs ainsi que les sols doivent assurer une protection contre l'humidité.
- Décret du 6 mars 1987 (application de la loi Méhaignerie)
  - Article 1<sup>er</sup> F3: Les sols, murs, plafonds des logements ne présentent pas d'infiltration ni de remontée d'eau. Les ouvrants sont étanches à l'eau et en bon état de fonctionnement.
  - Article 1<sup>er</sup> F4: La couverture, ses accords et ses accessoires sont étanches.

### L'aération et la ventilation

Le code de la construction et de l'habitation (article R.111-9) prévoit qu'à la construction « les logements doivent bénéficier d'un renouvellement de l'air et d'une évacuation des émanations tels que les taux de pollution de l'air intérieur du local ne constituent aucun danger pour la santé et que puissent être évitées les condensations, sauf de façon passagère ».



## L'isolation thermique et chauffage

- Règlement sanitaire départemental (RSD type):
  - Article 41: Toutes dispositions doivent être prises pour qu'un chauffage suffisant puisse être assuré.
  - Article 55 : règles générales relatives aux installations de chauffage, de cuisine et de production d'eau chaude par combustion.
  - Article 56 relatif aux installations thermiques ne comportant pas de combustion.
- Décret du 10/04/74 (modifiant le Décret du 14/06/69). Ce décret est applicable pour les logements construits après le 1/05/74.
- Article 1<sup>er</sup>: les équipements et caractéristiques des bâtiments d'habitation doivent permettre de maintenir au-dessus de 18° la température intérieure résultante au centre des pièces. Cette température doit pouvoir être obtenue moyennant une dépense d'énergie aussi réduite que possible.
- Décret du 5/04/88 (Applicable pour les logements construits après le 31/12/88): les équipements de chauffage permettent de maintenir à 18°C la température au centre des pièces.
- Décret du 5 avril 1988: concernant l'isolation, il est obligatoire pour les logements construits après le 31/12/1988 de respecter les normes techniques définies dans le cahier 2242 du CSTB quel que soit le type d'énergie utilisée.
- Décret du 29/11/2000: Réglementation thermique dite RT 2000 dont l'objectif principal était de minimiser la consommation énergétique.

## VII – Pour en savoir plus

### Données et informations

- Le ministère de la santé: <http://www.sante.gouv.fr/>
- Ministère en charge de la construction
- Agence nationale pour l'information sur le logement (ANIL): [www.anil.org](http://www.anil.org)
- Observatoire de la qualité de l'air intérieur: <http://www.oqai.fr/obsairint.aspx>
- Institut de veille sanitaire: <http://www.invs.sante.fr/>

## V – Compléments d'informations

### .. L'hygroscopicité

Un matériau donné, poreux et à pores ouverts placés dans un air humide va absorber une certaine quantité d'humidité qui dépend uniquement de l'humidité relative () de l'air et qui lui est proportionnelle. Ainsi, un matériau tout à fait sec placé dans l'air humide voit sa masse augmenter. Un état d'équilibre s'établit après un certain temps.

La teneur en humidité hygroscopique (WH) d'un matériau poreux dans un air à une humidité relative donnée, est la teneur en eau par unité de volume de matériau sec (en kg/m<sup>3</sup>) qu'il contient à l'équilibre dans cette ambiance.

Un matériau hygroscopique est un matériau où la condensation capillaire se forme rapidement (pour des humidités relatives faibles). Ainsi, il résulte qu'un matériau hygroscopique est un matériau avec un pourcentage élevé de pores très étroits (micropores).

L'arrêté du 22 octobre 1969 relatif à l'aération des logements a introduit le principe d'aération générale et permanente des logements en saison froide, l'entrée d'air s'effectuant en pièces principales, et l'extraction en pièces de service (cuisine, toilettes, salles d'eau) par conduits à tirage naturel (« ventilation naturelle ») ou par conduits avec extraction mécanique (« ventilation mécanique, dite VMC »). Cet arrêté a de fait interdit en logements neufs la possibilité d'aération par seule ouverture des fenêtres, sauf dans certaines zones climatiques aux conditions hivernales moins rigoureuses.

L'arrêté du 24 mars 1982 modifié le 23 octobre 1983, toujours en vigueur, reprenant ce principe, a de surcroît imposé des valeurs minimum de débits extraits par pièce de service et de débit total extrait au niveau du logement, ces débits étant fonction du nombre de pièces principales. Ces exigences sont assorties :

d'une possibilité de diminuer le débit requis en cuisine, par un dispositif individuel de réglage par l'occupant (« double débit cuisine »),  
d'une possibilité de modulation automatique du renouvellement d'air du logement, avec une diminution sensible des valeurs des débits minimum requis.

Décret 2002-120 du 30 janvier 2002 relatif aux caractéristiques du logement décent intègre dans son article 2.5 la ventilation dans les conditions de décence du logement: « les dispositifs d'ouverture et de ventilation des logements permettent un renouvellement de l'air adapté aux besoins d'une occupation normale du logement et au fonctionnement des équipements ».

Un arrêté spécifique, en date du 17 avril 2009, fixe par ailleurs les exigences d'aération applicables aux logements neufs dans les DOM.

- Règlement sanitaire départemental (RSD type): Article 40.1 relatif aux ouvertures et ventilation indique que les pièces principales et les chambres isolées doivent être munies d'ouvertures donnant à l'air libre et présentant une section ouvrante permettant une aération suffisante. Il précise par ailleurs, que les pièces de services de service (cuisines, salle d'eau et cabinets d'aisances), lorsqu'elles sont ventilées séparément, doivent comporter les aménagements suivants en fonction de leur destination:

a/ Pièce de service possédant un ouvrant donnant sur l'extérieur: ces pièces doivent être équipées d'un orifice d'évacuation d'air vicié en partie haute. En sus, les cuisines doivent posséder une amenée d'air frais en partie basse.

b/ Pièce de service ne possédant pas d'ouvrant donnant sur l'extérieur: ces pièces doivent être munies d'une amenée d'air frais, soit par gaine spécifique, soit par l'intermédiaire d'une pièce possédant une prise d'air sur l'extérieur. L'évacuation de l'air vicié doit s'effectuer en partie haute, soit par gaine verticale, soit par gaine horizontale à extraction mécanique conformes à la réglementation en vigueur.

En cas de travaux dans l'habitat existant, les exigences réglementaires à appliquer sont celles qui étaient en vigueur au moment de la date de dépôt de la demande du permis de construire.

Le diagnostic de performance énergétique est fourni au locataire par le propriétaire (qu'il s'agisse d'un propriétaire privé, personne physique ou morale, ou d'un propriétaire public). Il est établi aux frais du propriétaire, et doit être fourni dans le dossier de diagnostic technique annexé au contrat de location lors de sa signature ou de son renouvellement. Il est également tenu à la disposition de tout candidat locataire qui en fait la demande. L'obligation de fournir un diagnostic de performance énergétique s'applique à la location d'un logement loué vide ou meublé, à la location saisonnière, à la location d'un logement de fonction ou consentie à un travailleur saisonnier. Elle ne s'applique pas en cas de reconduction tacite du bail, de cession de bail, d'échange de logements, de sous-location et de logements-foyers. En cas de location d'une maison individuelle ou d'un appartement, le bailleur doit faire appel à un diagnostiqueur titulaire d'une certification mais il n'est pas nécessaire qu'il soit titulaire d'une mention pour les DPE à l'immeuble et les bâtiments à usage autres que d'habitation.

Le diagnostic de performance énergétique n'a qu'une valeur informative : l'acquéreur ou le locataire ne peut se prévaloir des informations contenues dans ce diagnostic à l'encontre du vendeur ou du propriétaire bailleur.

Il a pour but d'inciter le propriétaire à améliorer la performance énergétique du bâtiment, mais il n'entraîne pas l'obligation de faire des travaux. Par ailleurs, la consommation estimée par le diagnostiqueur n'est pas une garantie contractuelle. En effet, le DPE indique, suivant les cas, soit la quantité d'énergie effectivement consommée lors des années antérieures (sur la base de factures), soit la consommation d'énergie estimée pour une utilisation standardisée du bâtiment ou du logement. La consommation réelle peut donc différer, par exemple à cause de changements de conditions climatiques ou d'un usage différent de l'usage standardisé.

## **. Les moisissures**

### **Principes d'hygiène générale et recommandations pour l'utilisation des détergents et désinfectants du conseil supérieur d'hygiène publique de France**

Les méthodes efficaces pour la destruction des moisissures sont la désinfection ou l'incinération des matériaux contaminés. Pour que la désinfection soit efficace, il convient au préalable de nettoyer les surfaces moisies à l'aide d'un produit détergent simple. Ce nettoyage sera effectué en frottant ou en grattant les surfaces pour éliminer le mycélium en profondeur, avec peu d'eau pour éviter tout risque d'humidité résiduelle des matériaux, mais tout en faisant attention au risque de dispersion des spores. Le produit utilisé est un détergent domestique sans particularité.

L'eau de Javel (solution d'hypochlorite de sodium) est le produit le plus simple d'utilisation, d'usage courant et peu onéreux. Pour obtenir l'activité fongicide requise : élimination du mycélium et des spores dans des matériaux complexes et en présence de matière organique qui peut interagir avec l'hypochlorite de sodium et diminuer la quantité de chlore disponible, le groupe de travail propose d'utiliser une solution chlorée titrant à 0,26 % ca en tenant compte de la nécessité d'obtenir une efficacité radicale, en profondeur et rapide tout en facilitant l'étape de préparation par une dilution simple à réaliser : dilution au 1/10ème à partir de la solution prête à l'emploi, soit : un berlingot (250 mL à 9,6 % ca) complété à 10 L par de l'eau froide, ou 500 mL d'une solution prête à l'emploi (2,6 % ca) dans 4,5 L d'eau froide, ou 1 L d'une solution prête à l'emploi (2,6 % ca) dans 9 L d'eau froide.

Il est rappelé également que l'eau de Javel concentrée ne se conserve que trois mois après sa date de fabrication (date notée sur l'emballage). En revanche, l'eau de Javel prête à l'emploi (solution à 2,6 % ca) se conserve de 6 à 12 mois.



# Effets sanitaires des moisissures dans l'habitat

## L'enquête Esmha, pilote d'une étude épidémiologique

### Contaminations des logements par les moisissures

#### Des méthodes de mesures variées et complémentaires

L'exposition des personnes aux moisissures de l'habitat est généralement évaluée de façon indirecte, via le niveau de contamination fongique du logement qui peut être approché selon différentes méthodes, plus ou moins faciles à mettre en œuvre.

Les moisissures, ou plus exactement les fragments mycéliens et les spores, peuvent être analysés dans l'air, sur les surfaces, dans les poussières ou dans les matériaux. Les prélèvements sont généralement mis en culture<sup>3</sup> avant de procéder à l'identification des espèces et à la quantification des éléments fongiques viables<sup>4</sup>. Toutefois, des prélèvements simples de surface à l'aide d'un ruban adhésif suivi d'une identification directe au microscope sont également possibles.

L'échantillonnage de l'air est souvent préféré car, a priori, il reflète mieux l'exposition par voie d'inhalation (Douwes et Pearce, 2003). Toutefois, ces prélèvements sont effectués sur de courtes durées, ce qui limite la représentativité des niveaux mesurés. Des techniques d'analyses moléculaires sont cependant en cours de développement et devraient considérablement améliorer et simplifier ces détectations.

A côté de ces techniques de détection directe de la flore fongique, la contamination peut être appréciée à l'aide d'indicateurs globaux tels que l'ergostérol ou les  $\beta(1-3)$ glucanes, composants des moisissures. La mesure de ces composés dans l'air est plus représentative car elle se réalise sur des temps de prélèvement plus longs. En revanche, elle ne donne pas d'information sur les espèces en présence, or les propriétés allergisantes, toxiques ou encore infectieuses des moisissures sont variables selon les espèces. Le dosage des mycotoxines dans l'air peut

cependant fournir une information sur la toxicité de l'aérosol fongique inhalable (Robine *et al.*, 2005).

Il est également possible de détecter une contamination fongique au travers de traceurs, en particulier les composés organiques volatils émis par les moisissures lors de leur croissance. A ce titre, un indice permettant de confirmer ou infirmer la présence d'un développement actif de moisissures à l'intérieur d'un logement a été développé (Moullarat, 2007a). Toutefois, cet indice ne fournit pas d'indication quantitative, ni d'information sur les espèces en présence.

A côté de ces analyses environnementales, le questionnaire descriptif constitue, quant à lui, un outil de recueil plus simple. Cependant, il n'offre qu'une évaluation qualitative de la contamination et ne laisse pas présager de son niveau dans l'air. Il est par ailleurs soumis à l'appréciation subjective de l'observateur et ne permet de détecter que les moisissures visibles. Enfin, il n'indique pas si les moisissures détectées présentent un risque sanitaire.

Au final, plusieurs approches sont possibles pour détecter les contaminations fongiques à l'intérieur des logements, chacune présentant ses propres avantages et limites. Elles sont par ailleurs souvent complémentaires. Ainsi, dans le cadre de cette étude pilote, plusieurs techniques ont été testées afin de décrire au mieux les différentes situations de contamination en vue de leur traduction en termes d'expositions.

#### Les données environnementales recueillies pour l'étude

Lors d'une première visite, un questionnaire environnemental était renseigné par un enquêteur formé. Lors de cette visite, des prélèvements environnementaux étaient également effectués.

<sup>3</sup> Le choix du milieu de culture peut favoriser certaines espèces au détriment d'autres qui ne seront pas détectées.

<sup>4</sup> Les spores mortes ne peuvent pas être comptabilisées.

Ceux-ci sont présentés schématiquement sur la Figure 2. Trois systèmes de **prélèvement d'air** étaient mis en place, à l'intérieur (dans le séjour) ou à l'extérieur (sur un rebord de fenêtre ou un balcon) :

- deux capteurs (CIP10) mesurant le niveau intérieur d'ergostérol et de mycotoxines (Moularat, 2007b) ;
- un capteur (CAP) mesurant le niveau ambiant extérieur d'ergostérol ;
- un tube passif permettant de détecter les COV microbiens intérieurs afin de déterminer un indice de contamination fongique (indice COV) et mettre en évidence un développement actif de moisissures (Moularat, 2007a).

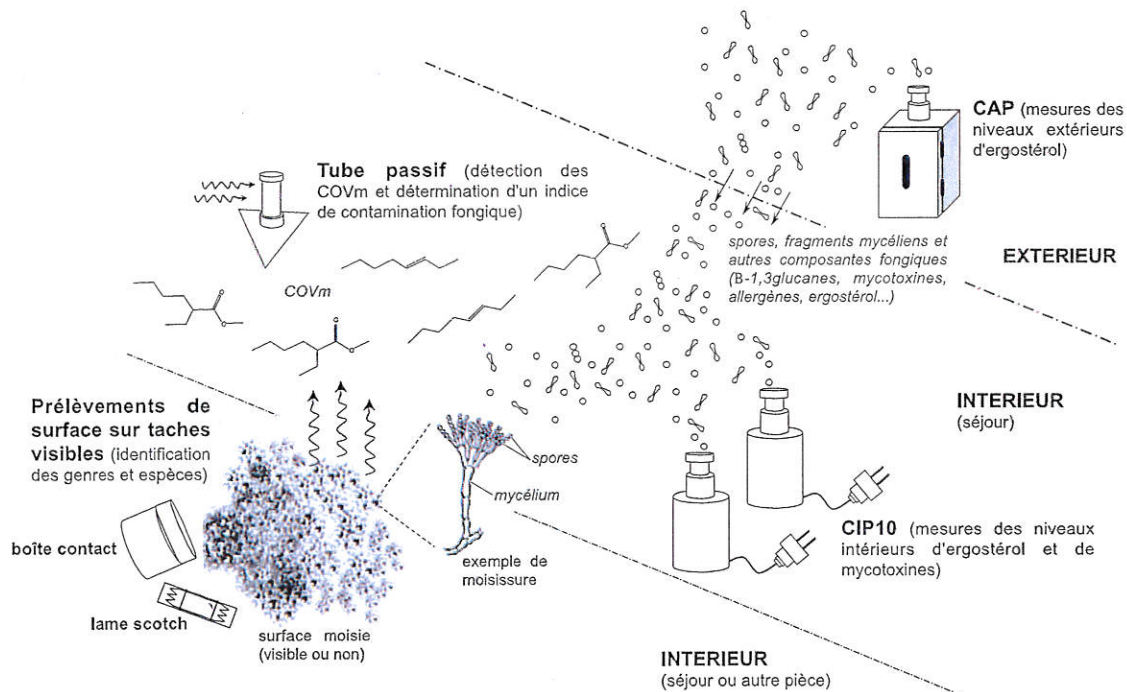
Les appareils étaient retirés 7 à 10 jours plus tard et

les échantillons expédiés au laboratoire pour analyse. En cas de moisissures visibles, des **prélèvements de surfaces contaminées** étaient réalisés afin d'identifier les principaux genres et espèces habituellement retrouvés dans des intérieurs humides et/ou responsables d'effets sanitaires. Deux techniques de prélèvement de moisissures visibles étaient mises en œuvre en parallèle :

- des prélèvements à l'aide de boîtes contacts, suivis d'une mise en culture ;
- des prélèvements à l'aide d'un ruban adhésif, suivis d'une identification directe au microscope.

Cette étude est la première à confronter ces différentes techniques.

Figure 2 : Systèmes de prélèvement d'air et de surface mis en œuvre dans le cadre de cette étude



### Faisabilité des techniques de mesures mises en œuvre et caractérisation de la contamination des logements

Le questionnaire environnemental a permis de détecter une trace d'humidité ou de moisissures dans 25 % des logements. Des moisissures étaient visibles dans 17 % des logements. Pour les 3/4 de ces derniers, des prélèvements de surface ont été effectués : 90 % présentaient une espèce ou un genre potentiellement allergisant, avec une prédominance des genres *Cladosporium*, *Aspergillus* et *Penicillium*, respectivement

observés dans 80 %, 50 % et 45 % des logements où les prélèvements ont été effectués. Certains prélèvements n'ont pu être effectués en raison de l'accessibilité difficile des zones contaminées. Par ailleurs, la gestion du matériel de prélèvement pour la technique de mise en culture s'est avérée contraignante, de même que la conservation des échantillons prélevés. La technique utilisant un ruban adhésif avec examen direct s'est avérée beaucoup plus simple à mettre en œuvre. Les deux techniques donnent des résultats assez proches en ce qui concerne les genres identifiés.





**Destinée à améliorer l'usage de l'énergie dans les habitations, la nouvelle norme BBC 2017 concerne aussi bien la construction que la rénovation.**

Dernière mise à jour : décembre 2016

### **Définition de la norme BBC**

La **norme BBC**, qui signifie bâtiment basse consommation, désigne un ensemble de mesures applicables à la construction de nouveaux bâtiments. Elle a pour objectif de réduire considérablement la consommation énergétique à travers l'isolation, la ventilation, l'exposition au soleil et l'étanchéité de l'air. La norme BBC est un label obligatoire pour les constructions neuves depuis l'entrée en vigueur de la RT 2012.

### **Norme BBC : obligatoire ou pas ?**

La **norme BBC** est désormais obligatoire pour tous les logements neufs. Elle impose une consommation maximale de 50kWh/m<sup>2</sup> par an, incluant la ventilation, le chauffage, le rafraîchissement, l'éclairage et l'eau chaude.

### **Norme BBC ou RT 2012 ?**

Les deux principes sont souvent confondus, et possèdent pourtant des différences importantes. Depuis 2013, la RT 2012 impose que toutes les maisons neuves offrent un excellent niveau de performance énergétique. Son objectif est de diminuer les émissions de gaz à effet de serre et de faire baisser la consommation énergétique. De son côté, la norme BBC préconise une consommation maximale de 50kWh/m<sup>2</sup> par an, et n'avait jusqu'à il y a peu de temps rien d'obligatoire. La RT 2012 s'inscrit en quelque sorte dans le prolongement du label BBC.

### **Norme BBC et construction**

Pour qu'une construction soit éligible à la **norme BBC**, elle doit répondre à différents critères. Les fuites d'air doivent être limitées à 0,6 m<sup>3</sup> pour les maisons, et à 1m<sup>3</sup> pour les immeubles. La consommation énergétique doit quant à elle être réduite à 50kWh/m<sup>2</sup>, un chiffre modulable en fonction de l'altitude et des régions. Cette limitation porte sur cinq postes principaux : l'eau chaude, le refroidissement, la ventilation, le chauffage et l'éclairage.

### **Norme BBC et rénovation**

Le **label BBC rénovation** permet aux propriétaires qui souhaitent diminuer leur consommation énergétique de faire des travaux à moindres frais. Deux critères principaux doivent être respectés : la consommation d'électricité, qui ne doit pas dépasser un certain seuil en fonction des régions, et l'étanchéité de l'air, qui doit être réduite au maximum.

### **Norme BBC et électricité**

L'électricité fait partie des points faibles à travailler en priorité pour réussir à faire une maison BBC efficace. Peu de gens le savent, mais le volume d'air qui peut être brassé par les gaines électriques d'un logement est tout simplement incroyable. La mise en place d'un logement BBC impliquera donc différentes solutions d'électricité qui permettront au bâtiment d'être plus étanche à l'air.





**La norme RT 2020 définit les nouveaux standards de la construction. Elle prévoit pour l'année 2020 la maison positive, une construction qui produit plus d'énergie qu'elle n'en consomme.**

Dernière mise à jour : décembre 2016

### Définition RT 2020

La RT 2020 est la réglementation thermique (RT) qui sera applicable à toutes les constructions neuves à partir, comme son nom l'indique, de fin 2020 (et dès 2018 aux bâtiments publics).

La première réglementation thermique a été mise en place en 1974. Elle visait à réduire la consommation énergétique des nouvelles constructions. La RT 2020, elle, a pour objectif la mise en œuvre du concept de BEPOS, pour bâtiments à énergie positive, pensé dans le cadre du Plan bâtiment durable. Ils sont ainsi qualifiés car ils produisent plus d'énergie (chauffage, électricité...) qu'ils n'en consomment pour fonctionner, notamment grâce à une centrale photovoltaïque.

La RT 2020 fait suite à la RT 2012, prévue par le Grenelle de l'environnement, destinée à diviser par 3 la consommation énergétique des nouvelles constructions, à 50 kWh/m<sup>2</sup> par an maximum, en limitant le chauffage, la climatisation, l'éclairage, l'eau chaude sanitaire et la ventilation.

### RT 2020 et isolation

Pour produire plus d'énergie qu'elle n'en consomme, la maison RT 2020 doit d'une part profiter au maximum des sources d'énergie gratuites et d'autre part réduire le plus possible ses besoins énergétiques. Cela passe notamment par une meilleure isolation des enveloppes du bâti et par une gestion intelligente de l'énergie. La domotique a donc un rôle important à jouer.

### RT 2020 et maison passive

La maison RT 2020 n'est autre qu'une maison passive en plus performante. En effet, une maison passive est une maison qui produit autant d'énergie qu'elle en

consomme. La maison RT 2020, elle, doit dépasser ses besoins énergétiques grâce à la production d'énergies renouvelables. Le surplus d'énergie peut être renvoyé au réseau électrique public.

Une maison passive présente un surinvestissement de 5% à 10% par rapport à une maison classique, chiffre l'[Ademe Haute-Normandie](#). "Le coût de fonctionnement étant inférieur, le surinvestissement est amorti bien avant la fin d'occupation du bâtiment", assure l'organisme.

### RT 2020 et maison positive

La maison positive, ou bâtiment à énergie positive (Bepos), constitue la notion sur laquelle s'aligne la RT 2020. Ces constructions consomment moins d'énergie qu'elles n'en produisent, grâce à des solutions techniques (pour le toit, les murs, les fenêtres ou encore les vérandas) permettant l'accumulation et la restitution de chaleur et la production d'électricité. La nécessité de supprimer les ponts thermiques (zones pas ou faiblement isolées, qui se trouvent généralement entre deux parois comme le toit et le mur) au moyen d'une isolation par l'extérieur, par exemple, ou de la réalisation de façades désolidarisées de la structure du bâtiment est également présente.

### RT 2012 et RT 2020 : quelles différences ?

La norme RT 2012 est la dernière norme thermique en date avant la RT 2020. Elle fait suite aux normes RT 2000 et RT 2005.

Parmi les principales différences entre la RT 2012 et la RT 2020, on notera les limites de dépense énergétique. Alors que la RT 2012 correspondait à un plafond de 50 kWh/m<sup>2</sup>/an, à savoir la valeur moyenne du label BBC (bâtiment basse consommation), la RT 2020, impose, elle, que la production d'énergie soit supérieure à la consommation. La dépense doit donc être inférieure à 0 kWh/m<sup>2</sup>/an.