

Les condensations dans les logements après isolation

→ Comprendre

Moisissures, papiers peints décollés et peintures écaillées apparaissent fréquemment dans l'habitat après un changement de menuiserie et l'isolation des parois. En rendant les logements plus étanches, ces transformations ont modifié leur équilibre intérieur. Le renouvellement de l'air insuffisant et l'humidité ambiante excessive augmentent considérablement le risque de condensations. Dans les cas extrêmes, le logement peut devenir insalubre.



dité relative est alors de 100 %. Mais si à 20 °C, l'air ne contient que la moitié de son poids de vapeur saturante (7,4 g), son humidité relative est alors de 50 %. Photo DR

Le point de rosée

L'air est rarement sec. Il contient toujours un pourcentage variable d'eau sous forme de vapeur appelée « Humidité relative » (HR) de l'air. Ce pourcentage varie de 0 à 100 % en fonction de la température et de la pression de l'air. Plus l'air est chaud, plus il peut contenir de vapeur d'eau (poids exprimé en g d'eau par kg d'air sec) et inversement. Ainsi à 20 °C, 1 kg d'air sec peut contenir 14,7 g de vapeur d'eau et seulement 5,4 g à 5 °C. Lorsque l'air ne peut plus absorber une quantité supplémentaire de vapeur d'eau (14,7 g à 20 °C, par exemple), l'air est dit « saturé » et son humi-

Pour un même poids d'eau, l'humidité relative varie avec la température. Plus la température baisse, plus l'humidité relative augmente jusqu'à atteindre 100 %. Si la température du chauffage baisse de 3 °C (de 20 à 17 °C) pendant la nuit, par exemple, l'humidité relative passe de 50 à 60 %. Avec une humidité relative de 100 %, l'air saturé atteint son « point de rosée ». Selon le diagramme de Mollier, un air intérieur chauffé à 20 °C et 50 % d'humidité relative (8,7 g d'eau/m³) atteint son point de rosée à 9 °C. Au-delà de ce point, la vapeur retourne à son état d'eau liquide et commence à se condenser en

repères



À savoir

- En 20 ans, le nombre d'asthmatiques a presque triplé.
- La mortalité due à l'asthme augmente : 7 à 8 personnes/jour en France.

- Aujourd'hui, 10 à 15 % de la population des pays industrialisés sont asthmatiques.

Source : « Le Guide de l'Habitat sain » des Dr Suzanne et Pierre Déoux.

gouttelettes. C'est le phénomène de rosée et de brouillard. Dans un logement, le refroidissement de l'air ambiant peut le conduire à atteindre son point de rosée au contact ou à l'intérieur d'une paroi.

Condensations superficielles

Surtout hivernales, les condensations superficielles se résument à un problème de thermique. Elles se produisent d'abord là où la température est la plus basse comme sur les murs extérieurs, un dallage sur terre-plein, etc. Au contact de ces surfaces, l'air chaud se refroidit et atteint son point de rosée. Plus la température extérieure est basse et l'humidité relative de l'air extérieur est haute, plus il y a de risque de condensations à l'intérieur. Le paramètre influent est la propension des parois à laisser passer la chaleur intérieure vers l'extérieur. Elle se caractérise par un coefficient de transmission surfacique U ($W/m^2.K$) qui dépend de l'épaisseur de la paroi et des matériaux qui la constituent. Plus le coefficient U est élevé, moins bonne est la résistance thermique. Un simple vitrage ayant un $U = 5,8 W/m^2.K$ se couvre rapidement de buée, voire de ruissellements, dès que l'air extérieur refroidit. Dans ce cas, si le logement est chauffé à $18^\circ C$ avec une HR de 70 %, la condensation apparaîtra sur la vitre si la température extérieure est égale ou inférieure à $+9^\circ C$. À l'inverse, plus le coefficient U est faible, meilleure est la résistance thermique d'un mur et moins il a de chance d'être l'objet de condensation. Sa température de surface ($15^\circ C$) tout en étant inférieure à celle de la pièce ($20^\circ C$) en reste toutefois proche. Or à 60 % de HR, la condensation n'apparaît qu'à $12^\circ C$. En été, les condensations apparaissent dans les sous-sols ventilés. En effet, en pénétrant dans un local enterré, l'air refroidit et se condense. Les condensations superficielles se traduisent par une humidification permanente du parement intérieur des parois.

Condensations internes

La vapeur d'eau en suspension dans l'air peut migrer à travers la paroi extérieure. Les matériaux de maçonnerie (pierres, terre suite, béton...) ont en effet une certaine porosité. Par ailleurs, la vapeur d'eau possède « une pression » dans le milieu qui la contient et la pression est plus forte du côté intérieur. Si aucun « pare-vapeur » n'est apposé sur la face interne du mur, la vapeur « diffuse » vers l'extérieur et le processus peut entraîner sa condensation à l'intérieur de la paroi.

Prenons, par exemple, le cas d'une paroi ayant une bonne résistance thermique. À l'extérieur, la température est de $0^\circ C$ et celle du parement externe à $2^\circ C$. À l'intérieur, elle est de $20^\circ C$ avec une HR de 60 %. Bien qu'inférieure, la température de son parement interne est de $15^\circ C$. Dans ces conditions, le point de rosée étant à $12^\circ C$, il n'y aura donc pas de condensations superficielles. En revanche, il y aura migration de l'intérieur (parement à $15^\circ C$) vers l'extérieur de la paroi (parement à $2^\circ C$). Lorsque la vapeur d'eau atteindra la zone où la maçonnerie se trouve à $12^\circ C$, soit son point de rosée, elle se condensera dans la masse. La présence d'un revêtement de façade étanche aggrave le phénomène et peut conduire à des désordres graves. Par ailleurs, l'eau retenue dans la paroi augmente sensiblement sa conductivité thermique et par conséquent réduit sa résistance thermique. Il peut perdre jusqu'à 30 % de son pouvoir isolant. Dans le cas d'une isolation par l'intérieur, si le pare-vapeur est posé contre la paroi et non pas vers la pièce, l'isolant se gorge d'eau et perd toute efficacité.

Condensation et moisissures

1. La dégradation du bâti

Le bâti se dégrade du fait de l'humidité. Le papier peint se pique de moisissures, se décolle, les peintures s'écaillent, les boiseries pourrissent, et éventuellement les isolants se dégradent et perdent leurs performances.

ÉTANCHÉITÉ ET VENTILATION : PREMIERS FACTEURS AGGRAVANTS

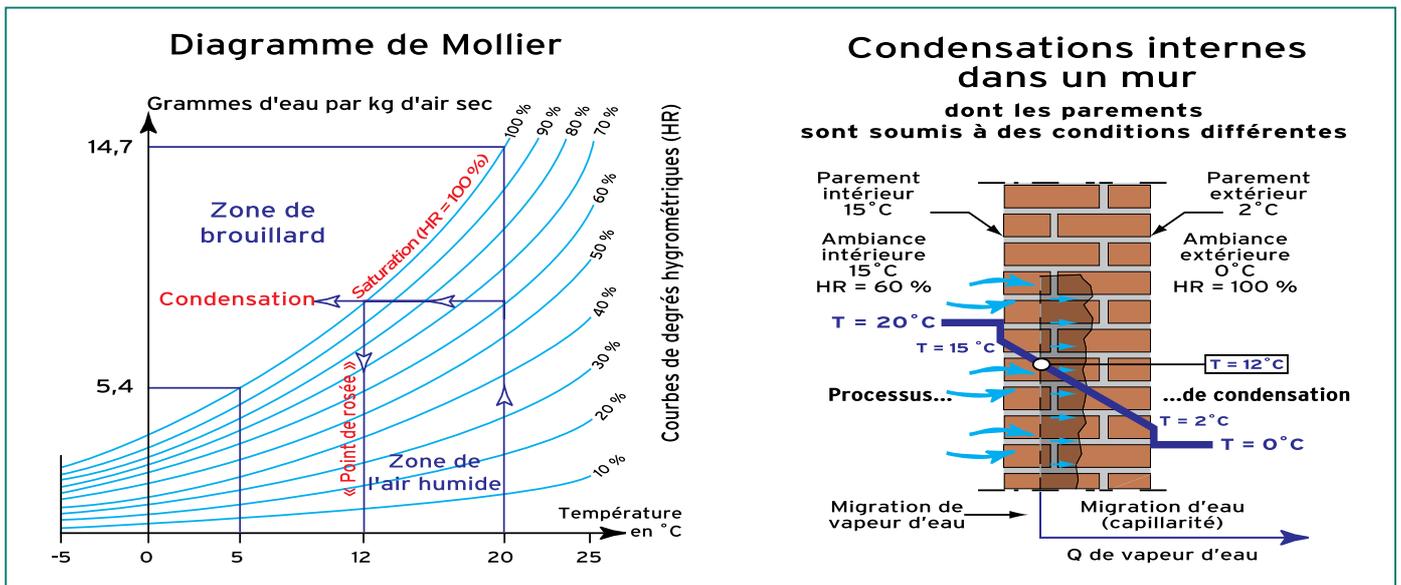
Sur les cinquante dernières années, les modes constructifs et les modes de vie ont sensiblement changé. Les maisons et les appartements sont devenus plus étanches, et la ventilation, auparavant naturelle mais non maîtrisée, n'a pas toujours été suffisamment prise en compte. **Rappel historique.**

 **Avant 1958 : l'aération est aléatoire, les logements perméables à l'air et non isolés.** Les logements ne disposaient généralement ni de chauffage central, ni de salle de bains génératrice de vapeur d'eau. La ventilation se faisait par effet vent d'une façade à une autre par ouverture des fenêtres, par les défauts d'étanchéité des parois et les conduits de fumée. « La ventilation se faisait d'une manière naturelle mais non maîtrisée, remarque François Chardon, responsable marché ventilation chez Aldes. Les fuites étaient surtout

localisées autour des menuiseries et des jonctions entre un plancher et un mur, par exemple. » Avec des fenêtres fermées qui autorisaient un échange d'air moyen de $15 m^3/h$ environ (plus leur ouverture), ces logements ne connaissaient pas de problème de condensation. En revanche, ils accusaient une perte de chaleur non négligeable en hiver. Dans ce contexte rien que le fait de « remplacer des fenêtres plus ou moins imparfaites par des menuiseries très étanches transforme automatiquement l'intérieur en cocon », souligne Alain Stip, expert construction Socabat. Si la ventilation du logement n'a pas été prise en compte, les premiers désordres peuvent apparaître dans les six mois suivant la rénovation. »

Sans oublier que nous ouvrons moins les fenêtres qu'auparavant surtout lorsqu'elles sont équipées d'un volet roulant puisque ce dernier se ferme

sans avoir à ouvrir la fenêtre. Par ailleurs, le bâti ancien régule l'humidité intérieure. Les murs étaient recouverts par 2 à 3 cm de plâtre. Poreux, ce dernier absorbe l'eau lorsqu'il est soumis à une forte hygrométrie intérieure pour la restituer lorsqu'elle diminue. De plus, sa composition minérale ne permet pas le développement de moisissure. Les murs en pierres, en moellons ou en briques absorbent aussi l'humidité et permettent sa transmission vers l'extérieur. Les maçonneries respirent. L'isolation de ces murs par l'intérieur va nécessairement les empêcher de respirer et bouleverser le fonctionnement hygrométrique du logement. De même, si la façade est ravalée avec une peinture ou un enduit étanche. L'eau ne peut plus s'évaporer à l'extérieur et le climat se dégrade à l'intérieur. Le changement de menuiseries rend la façade étanche. L'air ne se renouvelle plus.



2. Les moisissures

Elles trouvent un terrain favorable à leur développement. Il existe plusieurs dizaines de milliers d'espèces de champignons microscopiques. Leurs spores libérées dans l'atmosphère pénètrent dans les logements par les ouvertures, les plantes, les personnes (vêtements, chaussures...). Résistant à des conditions extrêmes, elles germent dès que les conditions leur sont favorables. Elles trouvent leur nourriture dans la fine couche de poussière et de débris organiques (azote, carbone, cellulose...) qui recouvrent les surfaces des logements.

Plus les conditions de chaleur, d'humidité et de confinement sont entretenues, plus il y a d'eau de condensation sur le support (souvent supérieure à 80 %) et mieux les moisissures se développent. Elles finissent par former sur les parois des traces noires peu ragoûtantes et dégagent une odeur de moisi caractéristique.

La nature de ces micro-organismes varie en fonction du taux d'humidité des matériaux colonisés. Les espèces ne sont pas les mêmes sur un substrat atteignant 80 % d'humidité (Penicillium, Aspergillus...) ou dépassant les 90 % (Stachybotrus...). C'est ce qui explique la variété des réactions allergiques provoquées par ces micro-organismes. Dans les atmosphères confinées et très humides, les moisissures peuvent aller, à la longue, jusqu'à coloniser les matelas.

Il faut également savoir que si ces moisissures décroissent lorsque l'humidité du substrat diminue, leurs spores restent très vivaces. Or ces spores, même sèches et pulvérulentes, peuvent entraîner, selon les souches, des troubles de santé plus ou moins graves chez les personnes sensibles. Elles sont susceptibles de déclencher des maladies respiratoires (rhinite, bronchite allergique, toux, rhumes, asthmes...); des réactions allergiques (irritation des yeux, du nez, maux de tête...) ou toxiques (hémorragie pulmonaire...).

Schémas de la fiche
«Pathologie du bâtiment»
n° E.01 consultable sur le site
www.qualiteconstruction.com.

ÉTANCHÉITÉ ET VENTILATION : PREMIERS FACTEURS AGGRAVANTS (SUITE...)

L'humidité reste piégée à l'intérieur et va se condenser sur les parois froides. Ce microclimat est préjudiciable à la préservation du bâti, à la santé des occupants et à leur sécurité quand le logement est doté d'installations au gaz.

En 1958 : l'aération s'effectue par pièce. Les logements ne sont ni étanches, ni isolés. Le Code de la construction et de l'habitation a modifié l'acte de construire les logements. Il définit les pièces principales (séjour, chambres...) et les pièces techniques (cuisine, salle de bains et W.C.). L'aération naturelle s'effectue dans les pièces principales grâce à la perméabilité à l'air des menuiseries. Les pièces techniques peuvent être individuellement aérées par :

- des grilles de ventilation hautes et basses aménagées dans la façade. L'air chaud est plus léger que l'air froid. L'air froid pénètre en partie basse.

Il crée un déplacement de l'air chaud vers le haut où il est évacué vers l'extérieur. Plus la différence de température est forte entre l'intérieur et l'extérieur, plus le renouvellement d'air est important ;

- des conduits d'aération unitaires. Le principe est le même mais cette fois l'orifice haut est placé en toiture. En vigueur jusque dans les années soixante-dix, ce type d'aération prend énormément de place en immeuble collectif (un conduit par pièce technique) ;
- des conduits shunt. Cette fois le conduit débouchant en toiture est commun aux cuisines ou aux salles d'eau superposées.

Comme ce sont les différences de pression dues au vent et aux écarts de température qui font fonctionner la ventilation naturelle, elle est irrégulière et peut s'annuler ou s'inverser. Dans ce der-

nier cas, les odeurs de cuisine ou la vapeur émise dans la salle d'eau passent dans les pièces de séjour. Par ailleurs, « le problème de la ventilation naturelle est qu'elle ventile beaucoup quand il fait froid à l'extérieur et peu quand il fait doux, observe François Chardon. De plus, les logements situés au pied de l'immeuble bénéficient d'un tirage thermique important, ce qui n'est pas le cas de ceux se trouvant dans les derniers étages. Les condensations apparaissent donc plus facilement dans les logements du haut parce que le tirage naturel y est insuffisant. »

Le débit d'air n'étant pas maîtrisé, ce type de ventilation entraîne un surcoût de chauffage en hiver et une absence de ventilation en été. Elle est aussi une source d'inconfort pour les occupants.

Suite de l'encadré page 40

Les condensations superficielles servant de terreau aux moisissures se manifestent :

- dans les angles des pièces ;
- en allège et/ou au-dessus des fenêtres ;
- derrière les meubles ;
- dans les placards de cuisine ou de salle de bains ;
- sur les joints de carrelage et de baignoire ;
- sur le rideau de douche ;
- dans les interstices des parois lorsque l'humidité est évacuée par des fuites d'air dans l'enveloppe du bâtiment ;
- sur les bouches d'extraction d'air ;
- autour des prises électriques ;
- sous les plinthes...

Les micro-organismes

Indissociables d'une forte humidité ambiante, d'autres facteurs aggravants peuvent se développer à l'intérieur. Certains sont de véritables fléaux et se font surtout remarquer depuis les années soixante-dix et la vague d'isolation des bâtiments neufs et anciens. Avec les moisissures, ils peuvent contribuer à rendre un logement insalubre et conduire le bâtiment à la ruine :

- **la mûre.** Le manque de ventilation de certains logements a favorisé, depuis une vingtaine d'années, la réapparition en force de ce champignon destructeur du bois humide. Il affectionne les espaces clos, obscurs, chauds (20 à 26 °C) et une humidité du bois de 22 à 35 %. La pourriture du bois prend l'aspect d'un feutrage blanc, épais et cotonneux à l'odeur désagréable et légèrement fétide. Très envahissant, il développe rapidement tout un réseau de filaments très ramifié qui est capable de traverser les maçonneries. Les dégâts sont considérables pour le bâti ;
- **les bactéries et les virus** sont véhiculés par l'homme et l'animal. Si la plupart d'entre eux ne survivent pas longtemps dans l'air, d'autres (gram négatif) peuvent subsister des

mois et des années sur des surfaces et recoins humides. Ils sont impliqués dans les crises d'asthmes, toux sèche, fièvre...

- **les acariens.** Ces insectes microscopiques prolifèrent dans une ambiance chaude (18 à 22 °C), humide (HR = 65 à 80 %) et confinée. En revanche, ils disparaissent en dessous de 45 % d'HR et par température négative. Leur environnement idéal se réalise la nuit, dans la literie. Le corps humain induit une température de 37 °C pendant six à huit heures avec une HR de l'ordre de 80 %. Ils y trouvent aussi leur nourriture de prédilection : débris de peau, de poils et de fibres textiles. Sachant que nous perdons environ 1 g de peau par jour et qu'un seul milligramme de ces déchets suffit à nourrir dix acariens pendant six mois, il est facile de comprendre pourquoi ils pullulent ! Lorsque les conditions (humidité + chaleur) sont respectées, les acariens se multiplient dans la poussière, les canapés, moquette en laine et même les papiers peints. Plus humides et peu ensoleillées, les chambres orientées au nord sont les plus envahies. Ce sont leurs infimes excréments en suspension dans l'air et non les acariens eux-mêmes qui sont allergisants pour les personnes sensibles : asthme, conjonctivite, rhinite...
 - **les blattes ou cafards.** Ces insectes prolifiques se complaisent dans les lieux sombres, chauds, humides et renfermant de la nourriture : cuisine, cave, poubelles, vide ordures... Couplées avec un autre allergène, leurs déjections peuvent provoquer des allergies ;
 - **les termites.** Ces croqueuses de cellulose sont attirées par les locaux chauds et humides. Quand elles révèlent leur présence, il est souvent trop tard. Le bois tombe en poussière et le bâtiment en ruine.
- À noter :** l'humidité relative de l'air augmente aussi les émissions de composés organiques volatiles (formaldéhyde, phtalates, ammoniac...) provenant des matériaux de construction et de décoration : meubles, moquettes, colles... Ces COV peuvent provoquer des maux de tête, irritations des yeux, etc. ■

Marie-Pierre Juan



• Le principe de la ventilation mécanique simple flux.

ÉTANCHÉITÉ ET VENTILATION : PREMIERS FACTEURS AGGRAVANTS (SUITE ET FIN)



En 1969 : la ventilation générale est réa-lisée par balayage du logement qui est ni isolé, ni étanche.

La ventilation devient générale et permanente. L'introduction naturelle ou mécanique de l'air neuf s'effectue dans les pièces principales. L'air vicié est extrait dans les pièces de service soit par une extraction à tirage naturel, soit par un système de ventilation mécanique contrôlée (VMC). Ce principe a été rendu obligatoire dans le neuf par l'arrêté du 22-10-1969 (« J0 » du 30 octobre 1969) confirmé par l'arrêté du 24-03-1982 relatif à l'aération des logements.

Le taux de renouvellement de l'air correspond à environ 1 volume/h des pièces principales ce qui représente un taux de déperdition de l'ordre de 15 à 20 %. Les conduits de fumée ne sont plus imposés dans les logements.



En 1974 : obligation est faite d'isoler les bâtiments neufs.

La réglementation thermique qui vise à traquer toutes les fuites de chaleur pour réduire les consommations d'énergie a bien entendu encouragé l'isolation des logements anciens. Le changement de fenêtre, l'isolation des parois extérieures et le calfeutrement du moindre orifice ont rendu les logements beaucoup plus étanches.



En 1982 : les logements sont isolés et ventilés avec un débit d'extraction minimum.

Le décret n° 82.269 du 24 mars 1982 (« J0 » du 27 mars 1982) a imposé la ventilation dans les logements collectifs ou individuels postérieurs à 1982. « Entre 1969 et 1982, le système de ventilation est resté le même. En revanche, les bâtiments ont commencé à être isolés et on s'est aperçu que les débits de ventilation des logements étaient consomma-

teurs d'énergie, raconte Annick Chartier, responsable promotion des ventes en Ile-de-France d'Aldes. En conséquence, les débits minimums ont été abaissés en 1982. Les débits maximums ou débits de pointe ont été augmentés. »

Ainsi la réglementation a fixé des débits d'extraction de croisière et de pointe en m³/h par type de logement. Ils se traduisent au mieux par débits d'air neuf de 30 à 35 m³/h dans le séjour et de 15 à 18 m³/h dans les chambres.

Toujours en vigueur, cette réglementation rend la ventilation mécanique simple flux obligatoire 24 heures/24, 365 jours par an. Elle constitue un garde-fou non négligeable. « Si cette réponse réglementaire était appliquée partout, nous économiserions déjà pas mal de problèmes », déclare Jean-François Nouvel, directeur Recherche & Développement d'Aldes.