

Humidité

Gestion de la vapeur d'eau

Origines et transformations

La **quantité de vapeur d'eau** que peut contenir l'air est fonction de la température. Par exemple, à 20 °C l'air peut contenir au maximum 14,7 g/kgas (gramme de vapeur d'eau par kg d'air sec), alors qu'il ne peut en contenir que 5,40 g/kgas à 5 °C.

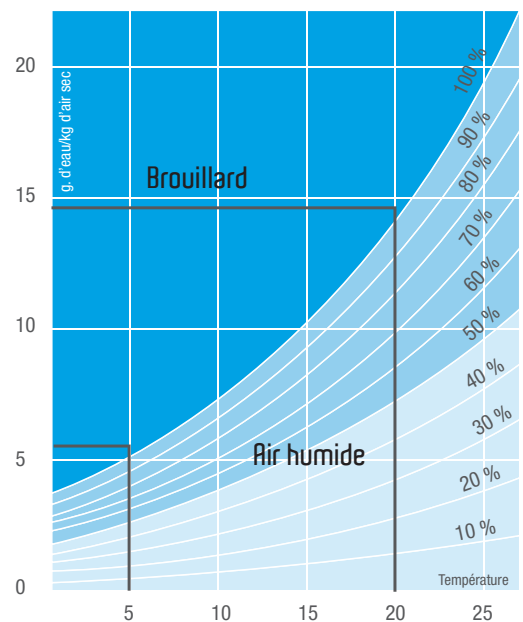
On définit ainsi l'**humidité relative de l'air** comme le rapport entre la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air et la quantité maximale que peut contenir l'air.

La vapeur d'eau commencera à se condenser (passage de l'état vapeur à l'état liquide) lorsque l'humidité relative atteindra 100%.

Cela est favorisé :

- Par un abaissement de la température: la quantité de vapeur d'eau que peut contenir l'air diminuant lorsque la température diminue, si l'air entre en contact avec une surface plus froide, la vapeur d'eau pourra se condenser. La buée que l'on voit se créer sur un vitrage illustre très bien ce phénomène. Mais cette condensation peut aussi se produire à l'intérieur de parois peu ou mal isolées. La solution sera alors d'améliorer l'isolation de ces points froids afin d'augmenter les températures de surfaces.
- Par une forte concentration en humidité de l'air due à une ventilation insuffisante. La quantité d'humidité présente dans l'habitat doit en effet être régulée: l'air intérieur, chargé en humidité, doit être évacué pour être renouvelé par de l'air extérieur moins humide.

Quantité de vapeur d'eau pouvant être contenu dans l'air en fonction de sa température

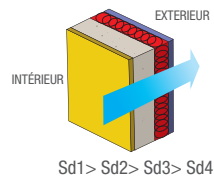


Diffusion de la vapeur d'eau dans les parois

Par temps froid et dans une façade peu ou mal isolée, la température diminue progressivement de l'intérieur vers l'extérieur. La vapeur d'eau peut alors se condenser. Cela reste inoffensif si une certaine quantité de condensat n'est pas dépassée et surtout si l'eau a la possibilité de s'évaporer à nouveau pour s'évacuer :

On définit la **perméance** (capacité à laisser se diffuser la vapeur d'eau) d'un matériau par son **Sd**, exprimé en mètre. Plus le Sd est élevé, moins le matériau est perméable à la vapeur d'eau.

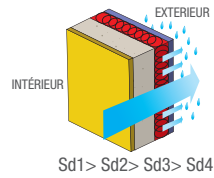
Lorsqu'une bonne ventilation est assurée, on peut définir des compositions de parois qui présentent de faibles risques de condensation :



Paroi ouverte à la diffusion de la vapeur d'eau

Des matériaux perméables à la vapeur d'eau sont utilisés sans pose de frein ou pare-vapeur. Afin d'assurer un bon transfert de la vapeur vers l'extérieur, les matériaux sont de plus en plus perméables de l'intérieur vers l'extérieur.

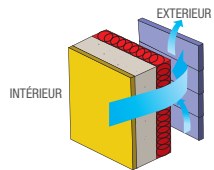
$Sd1 > Sd2 > Sd3 > Sd4$



Paroi à capacité de transport capillaire d'eau

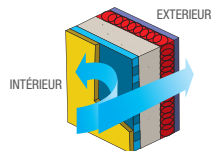
Dans le cas d'un mur capillaire (mur en moellons, pierre ponce...), on favorisera l'utilisation d'isolant à capacité de transport capillaire d'eau : en cas de condensation, l'eau liquide pourra ainsi circuler dans l'ensemble de la paroi jusqu'à s'évacuer.

$Sd1 > Sd2 > Sd3 > Sd4$



Paroi avec évacuation de la vapeur d'eau par une lame d'air ventilée

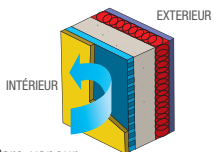
Dans le cas d'un bardage étanche à la vapeur d'eau posé coté extérieur d'une composition ouverte à la diffusion de la vapeur d'eau, une lame d'air ventilée (2 cm au minimum) placée juste avant le bardage permettra une bonne évacuation de la vapeur d'eau.



Paroi avec diffusion de vapeur d'eau réduite

Un frein-vapeur posé coté intérieur régule la diffusion de la vapeur d'eau à un niveau non critique. Les couches extérieures ne sont pas étanches à la diffusion de la vapeur et le rapport 5/1 (Voir plus bas, « Points spécifiques ») sera vérifié.

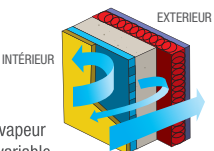
Frein-vapeur
 $Sd = 3 \text{ à } 10 \text{ m}$



Paroi fermée à la diffusion de la vapeur d'eau

Un pare-vapeur posé coté intérieur empêche la diffusion de la vapeur d'eau. On veillera à la bonne mise en place du pare-vapeur afin qu'il n'y ait pas de défaut d'étanchéité à la vapeur d'eau. Le rapport 5/1 sera vérifié.

Pare-vapeur
 $Sd > 50 \text{ m}$



Paroi avec diffusion de vapeur d'eau hygrovariable

Un frein-vapeur hygrovariable (Sd variable en fonction de la température) posé coté intérieur réduit la diffusion de vapeur d'eau vers le mur en hiver, mais permet le séchage du mur pendant l'été. Cette solution sera notamment très adaptée dans le cas de l'isolation par l'intérieur d'un mur peu perméable à la vapeur d'eau.

Frein-vapeur
hygrovariable
En hiver, $Sd = 5 \text{ m}$
En été, $Sd = 0,25 \text{ m}$

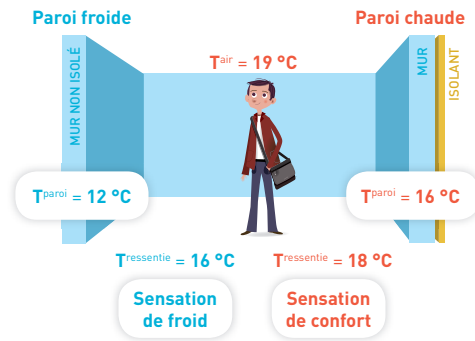


À savoir

- Lors de la mise en place d'un pare-vapeur, la continuité de la membrane doit être parfaite. En effet, dans le cas où il y aurait des défauts de mise en œuvre, toute la vapeur d'eau s'infiltrerait par ces défauts ce qui pourrait créer des points de condensation concentrés et dangereux.
- Dans le cas de l'utilisation de frein ou pare-vapeur, on veillera à respecter la **règle de « 5/1 »** : pour permettre à l'humidité éventuellement présente à l'intérieur d'une façade de pouvoir s'évacuer, il faut que la paroi extérieure soit 5 fois plus perméable à la vapeur d'eau que la paroi intérieure.
- Dans le cas d'une façade ouverte à la diffusion de la vapeur d'eau, l'enduit extérieur ou le pare-pluie devront absolument être perméables à la vapeur d'eau. On pourra alors utiliser un pare-pluie HPV (hautement perméable à la vapeur d'eau) ou des enduits à la chaux.
- En lien avec la gestion de la diffusion de la vapeur d'eau, une régulation efficace de l'humidité à l'intérieur de l'habitat doit être effectuée par une VMC (Ventilation mécanique contrôlée). Différents systèmes existent pour réguler les débits d'entrées et de sorties d'air en fonction de l'humidité. Pour plus d'informations sur la ventilation, reportez-vous à la fiche pratique n°27 « La ventilation performante ».

30 à 40 % d'humidité pour un bon confort

On définit une zone de confort pour les habitants, qui est comprise entre 30 et 80 % d'humidité relative. En dehors de cette zone, le manque ou l'excès d'humidité pourra avoir des répercussions sur la santé. Des moisissures ou autres champignons peuvent aussi se créer à cause d'excès d'humidité, ce qui a pour conséquence de dégrader la qualité de l'air intérieur.



L'humidité, source de surconsommation

- L'isolation est permise par l'air sec emprisonné entre les fibres des matériaux isolants. C'est cet air sec qui limite les transferts de chaleur. Si cet air se charge en humidité, l'isolant perd en efficacité.
- L'humidité provoque une sensation de froid chez l'habitant. Ce dernier aura alors naturellement tendance à augmenter son chauffage.
- La chaleur spécifique de l'air humide est plus élevée que celle de l'air sec. L'air humide nécessitera donc plus d'énergie pour être amené à la même température.

Gestion de l'eau

Origines

Infiltrations

Par la pluie et l'humidité ambiante, les parois extérieures sont en contact avec l'humidité. Des enduits imperméables peuvent empêcher les infiltrations mais la moindre fissure permet à l'eau de pénétrer dans la paroi.

Des infiltrations peuvent aussi se produire au niveau du toit, pour cause de tuiles cassées ou déplacées.

Remontées capillaires

Certains murs sont constitués de matériaux poreux. Si le mur enterré est en contact avec l'eau, et que l'humidité du sol pénètre dans les murs enterrés, l'eau pourra remonter et imprégner la totalité du mur. Dans le cas des remontées capillaires, l'utilisation d'une VMC simple flux peut amplifier le phénomène.

Risques pour le matériel

- Les structures en bois touchées par l'humidité peuvent développer des champignons. Le plus connu et le plus dangereux, la mérule, se développe très rapidement en réduisant les qualités du bois ce qui peut conduire à son effondrement.
- L'humidité dégrade aussi les structures en acier. En effet l'acier rouille, sa résistance diminue alors ce qui conduit à des cassures.

Solutions

Supprimer les infiltrations

- Remettre en état le système d'évacuation des eaux usées et vérifier l'état des tuiles sur le toit.
- Placer des enduits étanches à la pluie (qui peuvent être perméables à la vapeur d'eau) sur les couches extérieures. Injecter une résine organique dans le cas de fissures.

Supprimer les remontées capillaires

- Placer des matériaux non ou peu poreux (silex, granit) au bas des fondations, pour empêcher l'eau de pénétrer le mur.
- Empêcher l'eau de remonter grâce à une injection de mortier ou la mise en place de barrières imperméables horizontales placées dans le mur (coupure de capillarité).
- Limiter le contact entre l'eau et les fondations à l'aide de drains : placés contre les parois enterrées, ils vont permettre une évacuation de l'eau se trouvant près des fondations.
- Mise en place d'un système d'électro-osmose ou d'électro-osmose phorèse qui permet, par l'implantation d'électrodes, d'inverser le sens de circulation de l'humidité et de l'empêcher de remonter.
- Insertion de siphons atmosphériques dans le mur. Ils vont provoquer l'évaporation et l'évacuation de l'humidité.

↳ Traiter l'humidité en construction et en rénovation

↳ Construction neuve

Problèmes éventuels	Solutions
Remontées capillaires	<ul style="list-style-type: none"> → Construction des fondations basses en matériaux non poreux → Installation de coupures de capillarité → Installation d'un réseau de drains
Infiltrations à travers le mur	<ul style="list-style-type: none"> → Pose de parements ou d'enduits extérieurs étanches à l'eau
Condensation	<ul style="list-style-type: none"> → Choix d'une stratégie efficace de diffusion de la vapeur d'eau → Installation d'une isolation efficace. L'isolation extérieure donnant de meilleurs résultats que l'isolation intérieure → Installation d'une ventilation mécanique contrôlée

↳ Rénovation de bâtiment ancien

Problèmes éventuels	Solutions
Remontées capillaires	<ul style="list-style-type: none"> → Installation d'un réseau de drains → Installation de siphons atmosphériques → Injection de mortier → Mise en place d'un système d'électro-osmose ou d'électro-osmose phorèse
Infiltration à travers le mur	<ul style="list-style-type: none"> → Vérification de l'état de l'enduit extérieur → Dans le cas de fissures, injection d'une résine organique → Réfection des joints en cas de détérioration de ces derniers, en prenant soin d'utiliser le même mortier que celui d'origine → Remise en état des systèmes d'évacuation des eaux usés en cas de détérioration
Condensation	<ul style="list-style-type: none"> → Installation d'une isolation efficace après analyse et respect du comportement à la vapeur d'eau du mur existant. L'isolation extérieure donnera de meilleurs résultats que l'isolation intérieure. Dans le cas d'une isolation intérieure déjà existante, on veillera à ce que la couche d'isolation extérieure ait une valeur de résistance thermique au moins deux fois supérieure à celle de la couche intérieure → Installation de fenêtres à double vitrage. Dans le cas d'un remplacement d'une fenêtre ancienne, la nouvelle fenêtre sera plus étanche. On veillera à ce que cela ne réduise pas le renouvellement d'air du logement. On pensera alors à recréer des entrées d'air et à installer une ventilation adaptée → Installation d'une ventilation mécanique contrôlée

Pour en savoir plus

- ANAH (guide pratique « humidité »)
www.anah.fr
- AQC (fiches « Perméance des façades à la vapeur d'eau » et « Humidité en sous-sol enterré... et pièces habitables »)
www.qualiteconstruction.com
- Bretagne énergie (Fiches pratiques n°23, « L'isolation thermique » et n°27 « La ventilation performante »)
www.bretagne-energie.fr