

Fiche « Migration de vapeur d'eau »

MAISON INDIVIDUELLE (toutes époques de construction)

OBJET

L'air ambiant contient naturellement de l'eau sous forme de vapeur. Sa quantité varie en fonction de la température de l'air : plus la température sera élevée, plus elle pourra contenir de vapeur d'eau.

Dans une habitation, nous rejetons quotidiennement de la vapeur, dans les pièces de services (cuisine, salle de bain, WC, buanderie : une activité moyenne dans un logement émet 2,4 litres d'eau par jour) mais aussi de par notre propre activité (respiration, sudation : un individu moyen émet environ 1,25 litres d'eau par jour).

Mais l'humidité peut également avoir d'autres sources : stockage saisonnier (le mobilier se charge en humidité en été), sous-sols et vides sanitaires, remontées capillaires (transmission d'eau par les fondations), drains défectueux ou de façon plus problématique infiltrations d'eau de pluie ou fuites de réseaux.

Outre une ventilation efficace, indispensable pour pouvoir évacuer le plus gros de l'humidité, il est impératif de maîtriser la migration de vapeur d'eau par les parois du bâtiment. Entre bloquer cette migration de vapeur pour s'assurer de ne pas avoir d'humidité dans le mur (avec le risque que cela fait courir en présence d'humidité non maîtrisée : fuite, infiltrations, défaut de pose de la membrane etc.) et contrôler cette dernière, cette fiche donne quelques points clés pour y voir plus clair.

Il est primordial avant toute chose de limiter la présence d'humidité :

- Mise en place d'une ventilation mécanique efficace et permanente permettant de maîtriser le brassage aérodynamique au sein d'un bâtiment et d'assurer les débits réglementaires de ventilation
- Vérification de l'étanchéité des parois à la pluie battante : enduits de façade étanches (mais perméables à la vapeur sur des murs perméables à la vapeur types pierre, brique ou encore pans de bois) et toiture.
- Vérification de la qualité des réseaux fluides (eau chaude, eau froide) et proposition de remplacement en cas de vétusté
- Traiter tant que possible les remontées capillaires : revoir l'efficacité des drains, limiter autant que possible les revêtements étanches sur terre-plein (concentrant l'humidité au niveau des fondations), s'assurer d'une ventilation correcte du sous-sol.

ELEMENTS TECHNIQUES

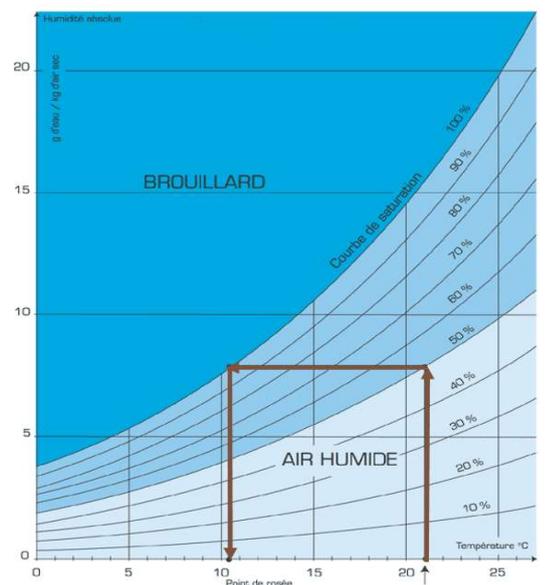
• Principe physique

Le diagramme de l'air humide permet de connaître, pour une teneur en vapeur d'eau donnée dans l'air, le point de rosée associé (point de condensation). Par exemple, un air saturé (100% d'humidité) à 10,5°C peut contenir autant de vapeur d'eau qu'un air à 21°C et 50% d'humidité.

Deux cas sont donc propices à l'apparition de condensation :

- Plus la température sera froide, moins elle pourra contenir de vapeur d'eau et cette dernière aura tendance à se condenser.
- Un fort taux d'humidité favorisera l'apparition de condensation.

Dans les bâtiments, la vapeur d'eau présente va se diffuser, à la fois dans l'ambiance intérieure mais aussi à travers les parois.



- Diffusion de la vapeur d'eau à travers les parois**

La diffusion de vapeur d'eau se fera plus ou moins facilement suivant la perméabilité des matériaux qui composent une paroi. Le sens de migration s'effectue de la plus haute pression de vapeur vers la plus basse pression, c'est-à-dire de l'air chaud vers l'air froid.

Chaque matériau est caractérisé par son facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau noté μ (mu). **Plus cette valeur est élevée, plus le matériau résiste à la diffusion de vapeur.** Si on multiplie cette valeur par l'épaisseur e (en mètres) du matériau, on obtient l'épaisseur de la couche d'air équivalente à la diffusion de vapeur d'eau, noté S_d .

$$\mu * e = S_d$$

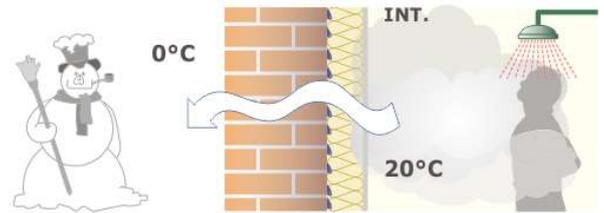


Illustration de la migration de vapeur d'eau en hiver –
Source : energieplus-lesite.be

C'est ce coefficient que l'on retrouve sur les membranes d'étanchéité à l'air par exemple. Le tableau ci-dessous montre quelques exemples.

Matériaux	Facteur de résistance à la diffusion de vapeur μ	Epaisseur de la couche e [m]	Epaisseur équivalente d'air S_d [m]
Lame d'air	1	1,0	1,00
Isolant en fibre minérale	1	0,16	0,16
Isolant en polystyrène (XPS)	150	0,16	24,0
Isolant en polyuréthane	60	0,12	7,20
Brique	5 -10	0,24	1,20 – 2,40
Béton armé	80 - 130	0,20	16 - 26
Membrane en polyéthylène	100 000	0,0005	50
Membrane d'aluminium	5 000 000	0,0005	2 500

Source : Guide ABC

Ainsi, on remarque qu'un isolant en fibre minérale a tendance à laisser passer la vapeur d'eau contrairement aux membranes d'étanchéité qui elles, la stoppent.

Les constructions plus récentes en parpaing/béton présentent des parois peu perméables à la diffusion de vapeur. Dans le bâti ancien en revanche, les parois peuvent être ouvertes à la diffusion de vapeur. Afin de conserver leurs propriétés et d'éviter tout risque de condensation, la problématique de migration de vapeur devra être particulièrement étudiée et des solutions adaptées mises en œuvre.

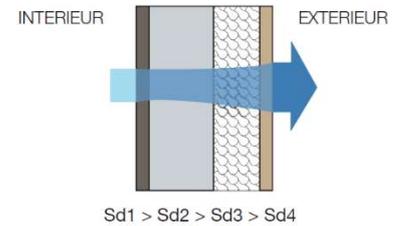
En cas de murs humides (par remontées capillaires notamment, qu'il n'est pas toujours possible de régler entièrement, ou pour les bâtis pan de bois où les pans ont toujours une humidité résiduelle), il est particulièrement important de limiter les barrières d'étanchéité, que ce soit côté extérieur ou côté intérieur (hors murs enterrés où il est utile de limiter l'arrivée d'eau dans le mur en étanchéifiant le mur côté extérieur). Ainsi, il faudra éviter les enduits étanches (ciments entre autres), papier peintes vinyles sous peine de voir l'humidité du sous-sol remonter dans les murs des étages, avec les risques pathologiques et structurels que cela fait courir. En cas de réhabilitation avec ou sans isolation, il sera donc nécessaire de déterminer le type d'enduit et son facteur de résistance de diffusion à la vapeur d'eau voire de déposer ces enduits afin de rétablir le bon comportement hygrométrique de la paroi.

Différents types de migration de vapeur d'eau suivant les parois

Dans le cas où un bâtiment est bien ventilé (voir la section « points de vigilance » pour les défauts de ventilation), plusieurs options sont possibles afin de traiter correctement les migrations de vapeur d'eau.

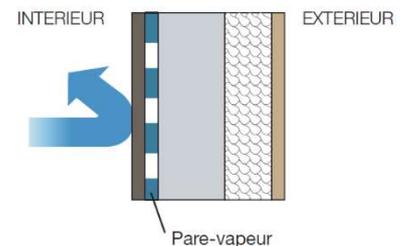
- **Parois ouvertes à la diffusion de vapeur**

Dans le cas où tous les matériaux d'une paroi sont ouverts à la diffusion de vapeur d'eau, la valeur du Sd doit être décroissante de l'intérieur vers l'extérieur afin d'éviter tout risque de condensation.



- **Parois avec pare-vapeur intérieur (Sd > 18m)**

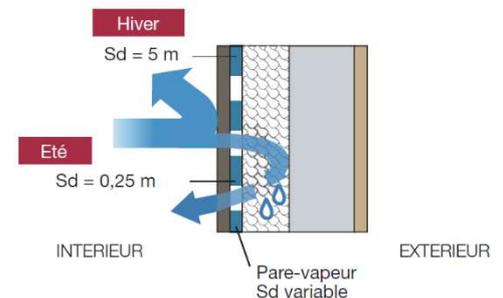
Si un pare-vapeur est installé sur une paroi du côté intérieur, il va empêcher la diffusion de vapeur. **Il nécessite, en revanche, être parfaitement posé et continu.** Dans le cas contraire, la migration de vapeur se concentrera au niveau des points faibles de la barrière vapeur avec pour conséquence des risques de condensation et le risque d'apparition de pathologies (voir « points de vigilances »). Qui plus est, bloquer complètement la migration de vapeur fait courir un risque en cas de présence d'humidité autre que celle présente dans l'air : en cas de remontées capillaires, fuites de réseaux ou infiltrations d'eau en façade ou toiture, la présence de cette barrière à la migration de vapeur empêchera l'humidité de migrer vers l'intérieur et réduira la capacité de séchage du mur, avec un risque d'accumulation menant à des désordres structurels.



- **Parois avec frein-vapeur intérieur à Sd variable**

Le recours à un frein-vapeur intérieur avec un Sd variable (ou frein-vapeur hydrovariable) permet de s'adapter au taux d'humidité environnant. En hiver, le pare-vapeur devient plus étanche pour limiter la diffusion de vapeur. Au contraire, en été, il sera plus perméable. L'avantage est qu'en cas d'humidité excessive, le bâtiment pourra sécher vers l'intérieur.

L'utilisation de ce système requiert une connaissance très précise du comportement de la paroi.



- **Méthodes de calcul statique et dynamique de diffusion de vapeur**

- **Méthode « Glaser » : calcul statique**

La méthode dite de « Glaser » est un calcul statique de la diffusion de vapeur d'eau à travers une paroi. Le régime hygrothermique est établi, c'est-à-dire que la température et l'humidité restent constantes de part et d'autre de la paroi au cours du temps. Elle permet ainsi d'obtenir une réponse rapide quant aux risques de condensation à l'intérieur d'une paroi.

En revanche, la précision de cette méthode reste limitée car elle ne prend pas en compte les conditions climatiques réelles (pluie, soleil, vent ...) ou de fonctionnement interne (dégagement d'humidité ...). Ces conditions sont, en revanche, intégrées dans un calcul dynamique.

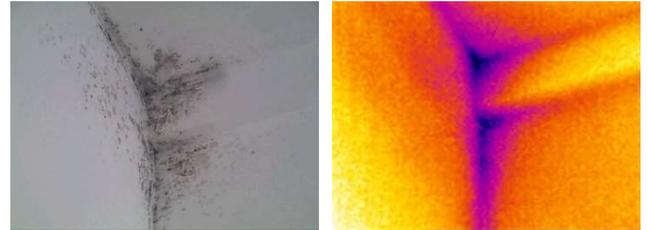
- **Calcul dynamique de migration de vapeur**

Dans les bâtiments à faibles consommations ou en cas de rénovation énergétique, l'étude précise de la migration de vapeur d'eau est indispensable. Par exemple, le logiciel WUFI®, développé par le Fraunhofer Institut d'Allemagne, permet d'effectuer des calculs de transferts et de stockages des flux de chaleur et d'humidité, dans des conditions climatiques variables. Les comportements hydriques et thermiques d'une paroi sont, en effet, fortement liés (cf. principe physique vu plus haut).

POINTS DE VIGILANCE

- **Points froids**

Dans les bâtiments isolés, les ponts thermiques représentent des points froids par rapport aux surfaces isolées. Or, en cas d'humidité importante dans l'ambiance intérieure, la vapeur d'eau va se condenser à ces endroits et provoquer l'apparition d'humidité, favorisant le développement de moisissure et pouvant dégrader les éléments constructifs.



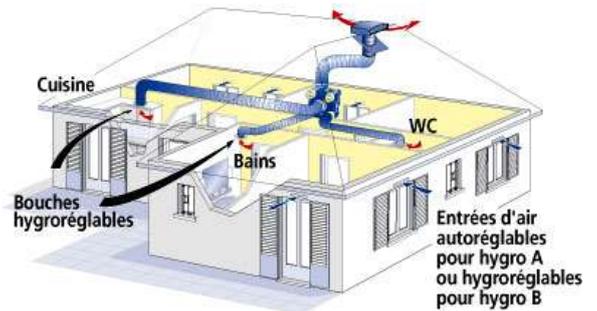
Mise en évidence de moisissures sur un point froid (détecter à la caméra infrarouge).

Dans les bâtiments non isolés ayant une forte hygrométrie intérieure, ce phénomène peut se retrouver sur les parois courantes.

Lors de travaux de rénovation, il est donc important de mener une réflexion pour pouvoir traiter ces points singuliers.

- **Ventilation**

Le manque de ventilation est l'une des principales causes à l'augmentation du taux de vapeur d'eau dans une habitation. En plus d'améliorer la qualité de l'air intérieure, elle permet d'évacuer l'humidité excédentaire et de réduire les risques de pathologies.



Systèmes VMC hygro-régulables ; Source : site Atlantic

- **Condensations dans le mur**

La mise en place de barrières à la migration de vapeur sur des murs perspirants peut être à l'origine de pathologies, voire de désordres structurels. En effet il est particulièrement difficile de couper totalement un mur d'amenée d'eau (défaut de pose de la membrane, remontées capillaires, infiltrations etc.). Dans ce cas, le mur ne peut plus évacuer l'humidité accumulée, avec pour risque d'affaiblir la structure.



Mise à nu des pans de bois, sablière dégradée suite à mise en place d'un feutre bitumé côté extérieur et d'un polystyrène côté intérieur

- **Protection extérieure**

La protection extérieure de la paroi contre l'humidité et les pluies battantes doit être en bon état afin de ne pas avoir d'infiltration d'eau.

- **Isolation mixte intérieure/extérieure**

Dans certains cas, il est possible d'avoir une isolation mixte, à la fois à l'intérieur et à l'extérieur du bâtiment. Pour éviter tout risque de condensation dans la paroi, il est impératif de respecter la « règle des 2/3 ». La couche d'isolation par l'extérieur devra, au minimum, avoir une résistance thermique 2 fois supérieure à la couche d'isolation par l'intérieur dans le but que la température de la paroi n'atteigne pas le point de rosée.

RETOURS D'EXPERIENCE CHANTIERS EN NORMANDIE



Frein-vapeur sur mur en pierre avec traitement de l'étanchéité à l'air au niveau de la poutre

POUR ALLER PLUS LOIN

- Guide ABC, « Amélioration thermique des bâtiments Collectifs », EDIPA
- Rapport RAGE Stratégies de rénovation Fiches « Solutions techniques », octobre 2017
- Guide de recommandations techniques HUMIBATex - Prise en compte des risques hygrothermiques en réhabilitation du bâti existant, octobre 2017