

Livre  
blanc :

## Comment mieux empêcher la condensation sur les tuyauteries froides et réfrigérantes



L'humidité générée par la condensation pose potentiellement un problème pour un système de climatisation. Les circuits d'eau froide, y compris les canalisations de réfrigération et les tuyauteries d'eau froide, n'y font pas exception. Alors que les professionnels de la climatisation posent depuis longtemps des isolants en mousse élastomère à cellules fermées sur les tuyauteries du fait de leurs excellentes propriétés de maîtrise de l'humidité, nombreux parmi eux réalisent leur inefficacité sur les canalisations d'eau froide. Un isolant humide favorise les échanges de chaleur et prive ces circuits de leur efficacité. Du fait qu'une mousse à cellules fermées est imperméable à l'humidité, il s'agit d'un isolant plus efficace et adapté.

### Nature et origine de la condensation

Tout le monde a observé la condensation sur un verre de boisson froide. Chacun a probablement constaté que plus l'air est chaud, plus le verre est humide. Cela est dû au fait que la vapeur d'eau est naturellement attirée de l'air ambiant plus chaud sur les surfaces froides. La vapeur d'eau contenue dans l'air se transforme en liquide (se condense) sur la surface plus froide du verre. Essentiellement, lorsque l'air se refroidit sur la surface du verre, il perd de son pouvoir à conserver l'eau sous forme de vapeur. La vapeur se transforme en liquide lorsque la température chute au-dessous du point de rosée. Celui-ci dépend de la température du bulbe sec et de l'humidité relative.

Les mêmes principes physiques s'appliquent aux canalisations d'eau froide. Si la température autour de la canalisation chute au-dessous du point de rosée, la condensation se forme sur les tuyaux. La présence d'humidité ne nuit pas véritablement à l'efficacité thermique du circuit, mais elle établit des conditions favorables à la formation de moisissures et de mousses.

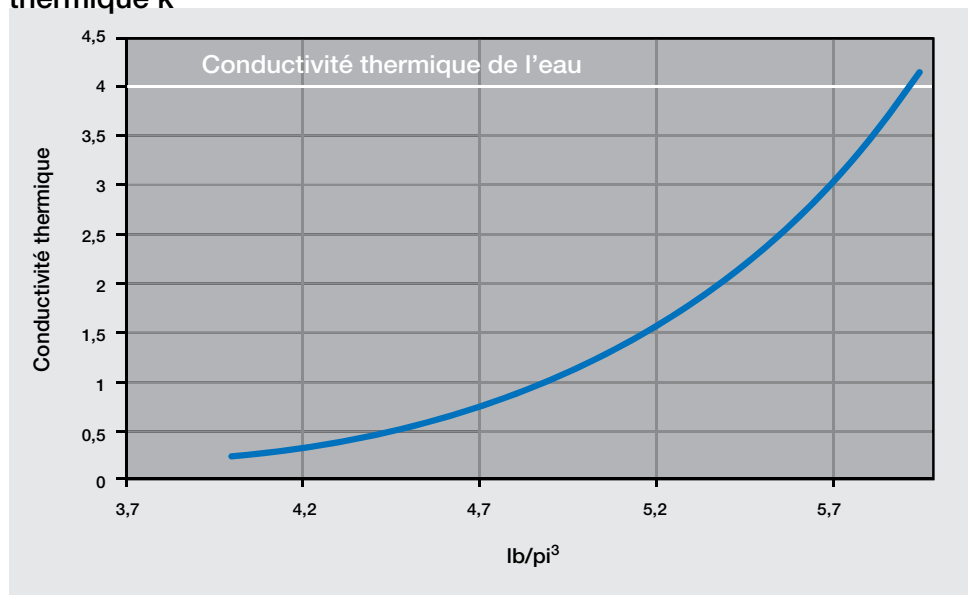


## Pourquoi la maîtrise de l'humidité est un facteur essentiel d'efficacité



Si l'humidité pénètre dans le matériau isolant environnant les canalisations froides, l'efficacité thermique disparaît. Comme nous l'expliquons ci-dessous, cela se produit en particulier avec des isolants à cellules ouvertes lorsque leurs protections pare-vapeur séparées sont détériorées. Pour une augmentation d'humidité de 1 %, la perte de rendement thermique est égale à 7,5 %. En d'autres termes, une augmentation d'humidité de 1 % entraîne une augmentation de conductivité thermique de 7,5 % (coefficient de transmission thermique k), ou du transfert de chaleur d'une surface vers une autre : tout le monde veut éviter cela dans les circuits froids du fait des pertes d'énergie et des coûts d'exploitation plus élevés. La Figure 1 illustre l'effet de l'intrusion de vapeur d'eau sur le coefficient de transmission thermique k.

### Effet de l'intrusion de vapeur d'eau sur le coefficient de transmission thermique k



**Figure 1** : une augmentation d'humidité de 1 % en volume dans l'isolant entraîne une augmentation de conductivité thermique égale à 7,5 %. La conductivité thermique de l'eau est égale à 4, soit le point de saturation totale de l'isolant. Lorsque le pare-vapeur d'un isolant à cellules fermées est endommagé, l'isolant atteint relativement le point de saturation par capillarité... d'où un coefficient de transmission thermique k très élevé.

Afin de mieux comprendre la conductivité thermique, examinez les conductivités thermiques comparées suivantes :

Air	0,15 à 0,18 BTU -po/h pi carré F
Isolant	0,25 à 0,30 BTU -po/h pi carré F
Eau	4,1 BTU -po/r pi carré F
Glace	15,5 BTU -po/h pi carré F

L'influence de l'humidité sur les caractéristiques thermiques est évidente lorsque l'on compare la conductivité thermique de l'eau et de l'isolant. La conductivité thermique de l'eau est environ 13 fois supérieure à celle de l'isolant : l'échange de chaleur entre l'air et les canalisations d'eau froide augmente donc considérablement lorsque l'isolant est humide. Un apport de chaleur dans les canalisations d'eau froide équivaut à une perte de calories coûteuse. Le circuit de refroidissement sera plus sollicité de façon à compenser la perte de rendement et réduira probablement la durée de vie du système.

## Pare-vapeur : longévité

La pénétration de vapeur d'eau dans l'isolant et la vitesse du phénomène dépendent du pare-vapeur de l'isolant et de sa capillarité. Certains isolants ayant une structure à cellules ouvertes (ex. fibre de verre) nécessitent un pare-vapeur séparé sur leur surface extérieure. Dans certains cas, ils sont en cellulose organique qui nourrit les moisissures s'il existe d'autres conditions favorables (humidité et température) à la propagation des spores.

Du fait que ces pare-vapeur séparés sont sensibles aux détériorations, leur pose exige un soin extrême. Une seule rupture dans le pare-vapeur peut entraîner la remontée par capillarité de l'humidité dans les cellules ouvertes du matériau, le rendant inefficace et nuisant à l'intégrité de l'ensemble du système isolant.

À la différence des isolants à cellules ouvertes avec pare-vapeur séparés, le pare-vapeur est intégré aux mousses élastomères à cellules fermées telles que les produits AP/Armaflex®. La structure à cellules fermées empêche le transfert d'humidité; la structure multicouche évite les détériorations par perforations ou déchirures. Il n'y a pas d'absorption par capillarité dans les isolants à cellules fermées.

Alors que les installateurs doivent faire très attention lors de la pose d'isolants à cellules ouvertes qui nécessitent des pare-vapeur séparés, ce problème n'existe pas avec les isolants à cellules fermées. Il s'agit là d'un avantage essentiel lors de la pose car c'est à ce moment que les pare-vapeur sont les plus endommagés.

## Pourquoi les structures à cellules fermées offrent une meilleure protection contre la condensation

La longévité intrinsèque des structures à cellules fermées et leur imperméabilité à l'eau impliquent une meilleure efficacité dans le temps. Les principes fondamentaux ASHRAE 1994 reconnaissent cela et suggèrent que les circuits froids soient protégés par un isolant à très faible perméabilité ayant un facteur de transmission de la vapeur d'eau (Water Vapor Transmission, WVT) inférieur ou égal à 0,10 par pouce. (Les produits AP/Armaflex ont un très faible WVT de seulement 0,08). La perméabilité est la quantité de vapeur d'eau qui traverse une unité d'épaisseur d'isolant (en général 1 pouce) pendant une durée donnée sous une pression normalisée. La Figure 2 illustre la perméabilité à la vapeur d'eau (WVT) de divers isolants :



Figure 2 :

Isolant	Perméabilité
Air calme (point de référence)	120
Fibre de verre	25-125
Mousse phénolique	26
Polystyrène (cordon)	2,6
Mousse de polyuréthane	1,3 – 4
Mousse de polyisocyanurate	0,9 – 2,7
Polystyrène extrudé	0,4 (avec peau)
Mousse élastomère Armaflex	0,08

La mousse élastomère à cellules fermées, en particulier le produit AP/Armaflex, a une très faible perméabilité, d'où des caractéristiques constantes à long terme.

Inutile de dire que tous les élastomères n'ont pas les mêmes caractéristiques. Aujourd'hui, les élastomères sur le marché américain ont, à une température moyenne de 75 °F (24 °C), une conductivité thermique comprise entre 0,27 et 0,38 Btu-po/h-pi2-°F et une perméabilité à la vapeur d'eau allant de 0,05 à 0,65 perm-inches. Les caractéristiques, à court et long terme, de ces matériaux varient donc énormément.

## Conclusion

La maîtrise de la condensation et de l'humidité sur les canalisations d'eau froide est essentielle pour les performances thermiques à long terme. Alors que la condensation et l'humidité sont jugées responsables de la propagation des moisissures, elles ont également une influence significative sur le rendement des systèmes du fait que l'humidité dégrade les caractéristiques de l'isolant. Les mousses élastomères à cellules fermées constituent un moyen sûr d'éviter l'humidité (ont donc les apports de chaleur) dans un circuit. Non seulement, une structure à cellules fermées offre une faible perméabilité, mais elle est également moins sensible aux perforations et aux déchirures, ce qui n'est pas le cas d'autres types d'isolants, en particulier les matériaux à cellules ouvertes.

Pour plus d'informations, veuillez nous contacter ou visiter notre site web.

ARMACELL LLC

Tél : 1 800 866-5638

Fax : 919 304-3847

E-mail : [info.us@armacell.com](mailto:info.us@armacell.com)

Site web : [www.armacell.com](http://www.armacell.com)