

### Considérations préliminaires

On mesure souvent l'humidité de façon secondaire, c.-à-d. qu'on soumet un matériau hygroscopique à l'humidité et l'on mesure la réaction du matériau. Presque tous les principes de mesure d'humidité reposent sur une telle « mesure indirecte ». Sur le psychromètre par des thermomètres humide et sec, sur le miroir de rosée par condensation sur une surface de miroir refroidie, sur le capteur LiCl par un courant d'équilibre dans une solution saline, sur le capteur capacitif par variation du diélectrique d'un polymère.

On peut aisément s'imaginer que toutes ces méthodes de mesure d'humidité ont différents avantages et inconvénients. Le fil des capteurs GALLTEC se caractérise par sa solidité, son insensibilité à la poussière et aux salissures, sa stabilité sur le long terme et le fait que l'on peut nettoyer l'élément de mesure dans l'eau normale. Les polymères des capteurs capacitifs ont une structure similaire à celle du polymère du fil GALLTEC. Grâce à la couche polymère extrêmement fine (env. 1 µm) et à l'électrode couvrante également très mince du capteur capacitif, on obtient certes une réaction rapide aux variations d'humidité, mais on paye cet avantage par l'inconvénient d'une plus grande sensibilité à la poussière et aux salissures. Si l'on soumet cette fine couche sans protection p. ex. au courant d'air d'un climatiseur, la couche polymère subira rapidement des dommages. En protégeant ce capteur par un filtre, on augmente effectivement la durée de vie, mais on court le risque que le filtre se bouche tant par la saleté et la poussière qu'il ne soit plus possible de procéder à l'acquisition des variations d'humidité sur l'élément proprement dit.

**Résultat :** S'il faut une résistance aux environnements rudes et si la plage de mesure de 30...100%hr pour un temps de réaction donné par une demi-vie de 1.2 min suffit ou si l'humidité à mesurer est proche de 100%hr, le mieux est d'utiliser les fils GALLTEC (série FG ou HG).

Mais si vous attachez de l'importance à une mesure rapide et si vous devez mesurer des humidités inférieures à 30% hr, utilisez le capteur capacitif (série FK) de GALLTEC.

Nous vous présentons maintenant un capteur d'humidité à fibre synthétique **polymère** qui, grâce à son prix attractif, peut s'utiliser dans de nombreux domaines de la mesure d'humidité et de la régulation.

### Description du capteur

L'élément de mesure d'humidité Polyga® est composé de plusieurs rubans en tissu synthétique chacun de 90 fibres avec un diamètre égal à 3 µm/fibre. A l'état non traité, ces fibres synthétiques ne sont pas hygroscopiques. Un procédé spécial leur confère des propriétés hygroscopiques: après ce traitement elles sont donc capables d'absorber de l'humidité. Chaque fibre présente une structure moléculaire disposée en sens longitudinal. L'absorption d'eau fait changer les chaînes moléculaires de sorte à générer un allongement mesurable. L'effet contraire intervient, dès que les fibres dégagent de l'eau. Lorsque la fibre se trouve en équilibre avec l'humidité de l'air, il n'y a ni absorption ni dégagement d'eau. La longueur de la fibre correspondant à cet état est la référence de mesure pour l'humidité relative de l'air.

En exposant l'élément de mesure à une humidité relative égale à 100%hr, un film d'eau se forme sur la surface de l'élément (point de rosée). Du point de vue des conditions physiques, cet état est le même qu'avec l'élément mesureur trempé dans l'eau. L'élément de mesure a alors acquis l'état de saturation. Cet état fournit une référence idéale pour l'ajustage et le contrôle des capteurs. L'élément de mesure Polyga lui-même est imperméable. Cet état fournit une référence idéale pour l'ajustage et le contrôle des capteurs. Les caractéristiques hygroscopiques conférées aux éléments de mesure Galltec restent invariées. Cela signifie que la sensibilité est maintenue jusqu'à ce qu'une force introduite de l'extérieur la détruit. Un procédé de régénération tel qu'il est connu des éléments à cheveu n'est pas nécessaire, mais il n'est pas non plus nuisible.

### Influence de la saleté

Les capteurs d'humidité sont sensibles lorsqu'une pellicule d'eau se dépose à la surface de l'élément

De tels capteurs et hygromètres ne peuvent p. ex. pas être utilisés pour le séchage du bois car, selon la nature du bois à sécher, des aérosols résineux se trouvant dans l'air ambiant se condensent sur l'élément de mesure. Il en va de même sur les lignes de séchage de laque dont l'air ambiant comporte des aérosols de peinture.

La résistance à l'eau de l'élément de mesure d'humidité Galltec permet de le nettoyer dans l'eau. C'est un avantage de taille si l'on utilise les appareils en atmosphère robuste.

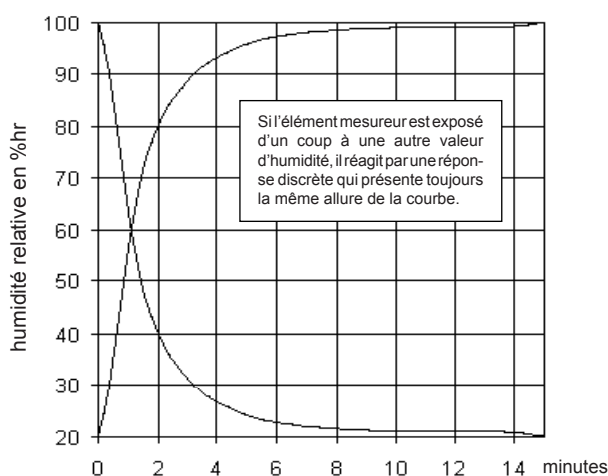
### Vieillessement

Afin d'obtenir une bonne stabilité dans le temps, il est important de soumettre les éléments mesureurs à un vieillissement artificiel. Un traitement de vieillissement qui ne sera pas décrit en détail ici, confère aux éléments mesureurs une stabilité à longue durée.

### Réaction du capteur

L'absorption d'eau par les fibres montre jusqu'au moment de la saturation un comportement dans le temps qui suit la loi de la diffusion. Cela est décisif pour la détermination du temps de réaction. Ainsi peut-il arriver qu'une singulière fibre avec un diamètre de 3 µm présente une courte durée jusqu'à la saturation (quelques secondes), tandis que des fibres liées ou tissées, comme dans le cas des capteurs Galltec, ont un temps plus long jusqu'à la saturation, car les différentes fibres se gênent réciproquement pendant l'absorption ou le dégagement d'eau. L'équilibre en humidité intervient alors plus tard. Des mesures ont démontré qu'avec une vitesse de vent de 2m/sec la durée jusqu'à obtention de demi-valeur est égale à 1,2 min. Cela correspond à un temps d'env. 30-40min jusqu'à saturation.

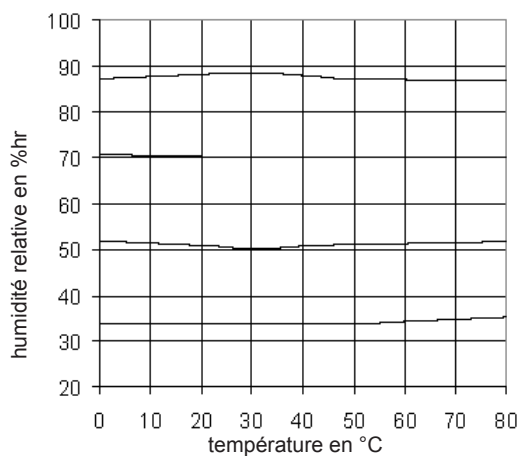
### Temps de réaction



Réaction discrète de l'élément de mesure entre 20 et 100% hr

### Comportement en température

L'écart moyen de la tenue en température vaut env. 4%/hr. Les capteurs sont compensés à 23 °C.



La valeur maximale admise pour la température est égale à 80 °C. Des températures plus élevées ne peuvent être acceptées que pour de courtes durées, car - à longue durée - elles causent des changements dans la structure moléculaire entraînant une erreur rémanente. La température maxi de 80 °C peut être appliquée à condition que le milieu ne contienne pas de substances nuisibles (acides, dissolvants etc.).

## Influence d'une température inférieure à 0°C

Les températures inférieures à zéro n'entraînent aucun effets préjudiciables. Cependant, la longueur de l'élément varie trop peu pour susciter un signal. L'examen du diagramme  $h_x$  de l'humidité de l'air, révèle que les courbes de l'humidité au dessous de 0°C convergent. En effet, dans l'étendue de mesure de 0 à 100% $h_r$ , la quantité d'eau est extrêmement minime (contenu absolu d'eau dans l'air). Celle-ci doit, de plus, être divisée en cents parties (0-100% $h_r$ ). La saturation de l'air (100% $h_r$ ) à -20°C correspond à 0,8g d'eau par kilo d'air. Ainsi pour une humidité relative de 1%, la quantité d'eau s'élève à 0,08g/kg d'air. Cette quantité est trop minime pour provoquer une modification de la longueur de l'élément. Une température jusqu'à -40°C n'est, cependant, pas préjudiciable.

## Caractéristiques de l'élément de mesure

L'élément de mesure Galltec ne réagit pas d'une façon linéaire, lors de l'absorption. La modification de la longueur de l'élément est dépendante du taux d'humidité de l'air: plus celui-ci s'élève, plus l'élément s'allonge.

La courbe caractéristique ressemble à une parabole.

La formule correspondant à cette courbe est:

$$\Delta L = E \cdot 3,7 \cdot 10^{-3} (A \cdot [\varphi + D]^2 - C)$$

$\Delta L$  = différence de longueur en mm par rap. à  $l_0=100\text{mm}$

$E$  = sensibilité de l'élément de mesure en mm par rap. à  $l_0=100\text{mm}$  entre 0 et 100% $h_r$

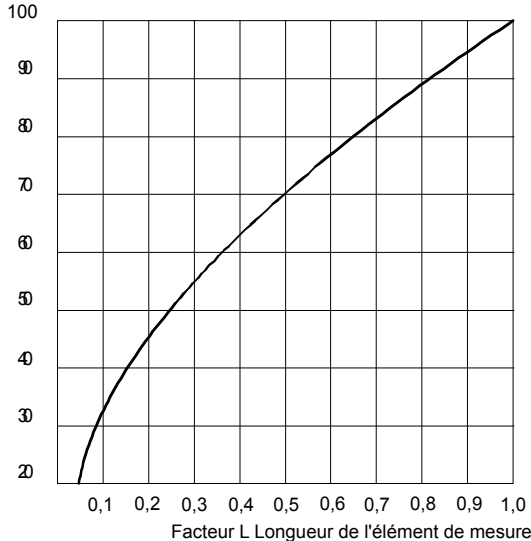
$A$  = 0,02583

$C$  = 0,1317

$D$  = 2,2581

$\varphi$  = humidité de l'air en % $h_r$

% $h_r$



Courbe caractéristique de l'élément de mesure GALLTEC dont la longueur varie en fonction de l'humidité relative de l'air.

## Précision du capteur

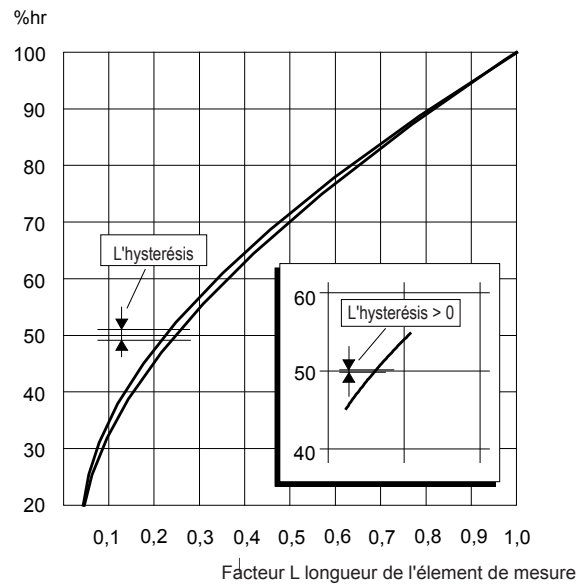
L'inexactitude de la mesure, due au principe de l'absorption décrit ci-dessus, diminue quand l'humidité augmente.

C'est pourquoi, on ajuste, tout d'abord, les capteurs dans l'eau (100% $h_r$ ). Le coefficient de température, en effet, est minime dans un milieu très humide.

La précision du capteur sur une étendue de mesure de 40...100% $h_r$  est de +/-2,5% $h_r$ , de 20...40% +/-3,5% $h_r$ . Au dessous de 20% $h_r$ , l'utilisation de ce capteur n'est pas indiquée.

## Comportement hystérésis des capteurs

Entre l'absorption d'eau et le dégagement d'eau des éléments de mesure il existe physiquement un écart d'inversion apparaissant comme l'hystérésis. La courbe qui suit montre l'hystérésis en passant de 0...100% $h_r$  et de 100...0% $h_r$ .



Plus l'écart de passage est grand, plus l'hystérésis sera grand. Mais comme de tels écarts d'humidité sont rares en pratique, l'hystérésis est proche de > 0 pour les faibles variations d'humidité. Les capteurs utilisés conjointement à des régulateurs présentent un hystérésis particulièrement faible. Sur une régulation PID par ex. l'humidité à réguler reste quasiment constante.

## Étalonnage

Les capteurs sont correctement réglés dans notre usine à une température ambiante de 23°C et à 50% $h_r$

Si cependant un réajustement sur place s'avérait nécessaire, observez la procédure suivante:

- \* Assurez-vous que l'humidité ainsi que la température ambiante soient constantes.
- \* Pour la vérification, utilisez si possible un psychromètre de précision
- \* Laissez le capteur à tester au moins une heure dans un climat d'essai **constant**.
- \* Tous les capteurs Galltec sont équipés d'un dispositif d'ajustage qui est dans la plupart des cas une vis fixée par une peinture de scellement de vis. Après avoir éliminé la peinture, la vis réglage peut être manoeuvrée. Sécurisez à nouveau la vis de réglage après étalonnage

## Incidence de l'humidité relative de l'air

Pour une variation de température de  $\pm 1^\circ\text{C}$  par rapport à différentes températures ambiantes

	10°C	20°C	30°C	50°C
10% $rF$	+/-0,7% $rF$	+/-0,6% $rF$	+/-0,6% $rF$	+/-0,5% $rF$
50% $rF$	+/-3,5% $rF$	+/-3,2% $rF$	+/-3,0% $rF$	+/-2,6% $rF$
90% $rF$	+/-6,3% $rF$	+/-5,7% $rF$	+/-5,4% $rF$	+/-4,6% $rF$

C'est pourquoi il est particulièrement important qu'en mesurant l'humidité relative de l'air la température soit constante. L'air doit être homogène, donc à humidité constante et à température constante pendant toute la durée de la mesure.