

Les technologies des capteurs de point de rosée et leurs différences de performance dans les applications d'air comprimé



L'humidité est un facteur essentiel pour les techniciens de l'air comprimé. Un fonctionnement efficace des capteurs de point de rosée permet d'identifier les problèmes d'humidité avant qu'ils aboutissent à des dysfonctionnements, à des opérations inefficaces ou à une mauvaise qualité du produit final. Cependant, la mesure du point de rosée dans les systèmes d'air comprimé comprend de nombreux défis susceptibles de conduire à des valeurs erronées, une mauvaise stabilité, voire à des défaillances de capteurs. Les questions les plus fréquentes liées à la mesure du point de rosée dans l'air comprimé sont généralement centrées sur

- le temps de réponse
- la fiabilité de la valeur indiquée
- le rétablissement après pics d'eau ou condensation
- l'exposition à huile de compresseur.

Pour mieux comprendre ces défis, il faut d'abord se pencher sur les différences de performance entre les technologies des capteurs les plus courants.

Les différentes technologies de capteurs

La technologie des capteurs à miroir refroidi peut offrir la plus haute précision sur une large gamme de points de rosée. Leur fonctionnement repose sur la définition même du

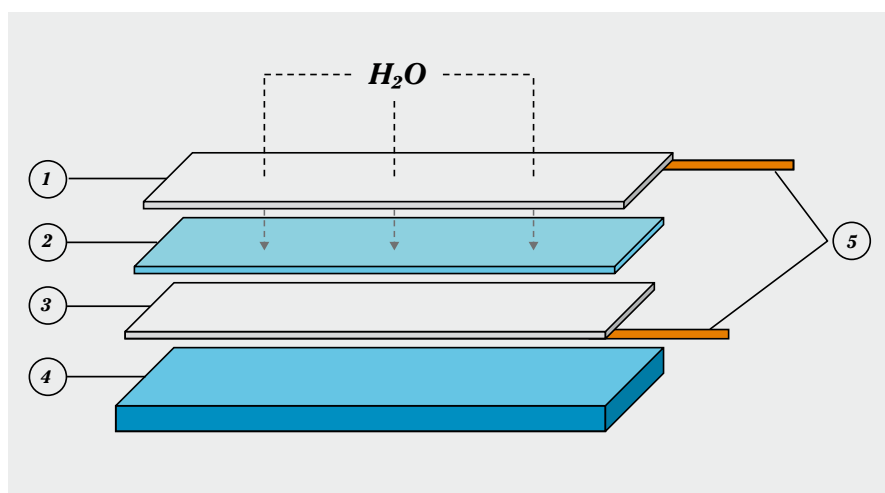
point de rosée – le refroidissement d'un volume d'air jusqu'à la formation de condensation. Un échantillon de gaz passe sur la surface d'un miroir métallique refroidie par un refroidisseur et un capteur optique mesure la quantité de lumière dirigée sur le miroir et réfléchi par celui-ci. Quand le miroir se trouve refroidi à la température à laquelle la condensation commence à se former sur la surface (c'est-à-dire quand le point de rosée est atteint), la quantité de lumière réfléchi diminue et cette diminution est détectée par le capteur optique. Le refroidissement est alors soigneusement suivi par un capteur de température se trouvant sur le miroir. Une fois l'équilibre atteint entre le taux d'évaporation et la condensation, la température du miroir est égale à celle du point de rosée. En raison du principe de mesure optique du miroir refroidi, le capteur est très sensible à la présence de saleté, d'huile, de poussière et autres contaminants sur la surface du miroir. De plus, les appareils à miroir refroidi précis ont tendance à être chers et sont souvent employés lorsque la

Technologie	Plage de mesure étendue	Précision élevée	Insensibilité à la poussière et à l'encrassement	Insensibilité à la condensation	Stabilité sur le long terme	Prix raisonnable
Miroir refroidi	+++	+++				
Capacitif à oxyde métallique	++	++	++	+	+	++
Capacitif à polymère	++	++	+++	+++	+++	++

précision absolue est essentielle et que les opérations d'entretien et de nettoyage peuvent être fréquentes. Viennent ensuite les capteurs capacitifs à oxyde métallique, dont notamment la technologie à oxyde d'aluminium, qui sont conçus pour la mesure des points de rosée très bas dans les process industriels. Alors que les types de matériaux utilisés pour leur construction peuvent varier, la structure et le principe de fonctionnement du capteur sont généralement les mêmes. Ces capteurs capacitifs sont construits selon une structure stratifiée prenant en sandwich un substrat de base, une électrode inférieure, une couche intermédiaire d'oxyde métallique hygroscopique et une électrode supérieure perméable à l'eau. La capacitance à travers les électrodes supérieures et inférieures varie en fonction de la quantité de vapeur d'eau absorbée par la couche d'oxyde métallique (le diélectrique du condensateur), laquelle est une fonction du point de rosée. Produisant une excellente précision de point de rosée jusqu'à -100 °C et plus bas, ces capteurs ont tendance à offrir une piètre stabilité sur le long terme dans les processus marqués par des variations de point de rosée dans les plages de température de rosée plus élevées (p. ex. les systèmes à sécheur frigo). Les capteurs à oxyde métallique peuvent également être facilement endommagés par les niveaux d'humidité élevés et la condensation. La dérive de mesure qui en découle entraîne un fréquent réétalonnage, lequel ne peut généralement être effectué qu'au laboratoire du fabricant. Les capteurs capacitifs à polymère, enfin, permettent une mesure précise sur une plage d'humidité étendue tout en offrant une excellente stabilité sur le long terme. Depuis janvier 1997, où Vaisala a lancé le premier capteur à polymère du

monde pour la mesure du point de rosée, la technologie DRYCAP® est utilisée dans une grande variété d'applications industrielles et météorologiques. De nouvelles innovations ont permis d'utiliser ces capteurs aussi dans les applications à bas point de rosée. Leur principe de fonctionnement capacitif étant similaire à celui des capteurs à oxyde métallique, ils présentent toutefois quelques différences essentielles. Hormis la différence matérielle évidente de la couche hygroscopique (polymère vs. oxyde métallique), un capteur à polymère est couplé à un capteur de température résistif. Le capteur à polymère mesure l'humidité (la quantité de molécules d'eau contenue dans le gaz mesuré) en termes d'humidité relative (HR), tandis que le capteur de température mesure la température du capteur à polymère. Le microprocesseur de l'électronique du transmetteur calcule finalement le point de rosée à partir de ces deux valeurs. Une fonction d'autoétalonnage, également inventée par Vaisala, est utilisée pour mesurer les valeurs précises du point de rosée dans les conditions très sèches. Lorsque l'humidité relative approche de

zéro, des variations relativement faibles de l'humidité se traduisent par des variations notablement importantes de la valeur du point de rosée indiquée. Par exemple, des points de rosée de 40 °C et 50 °C à température ambiante correspondent à des humidités relatives de respectivement 0,8 % et 0,3 % HR. La précision de ±2 % HR habituellement spécifiée pour les capteurs à polymère ne peut normalement être obtenue que jusqu'à -9 °C. L'autoétalonnage étend cette précision de ±2 °C jusqu'à 80 °C. Lors de l'autoétalonnage, le capteur est chauffé puis laissé revenir à température, l'humidité et les valeurs surveillées par le capteur étant suivies et tracées. Ces données sont analysées et utilisées pour l'ajustement de la valeur indiquée par le capteur d'humidité. La clé de cet étalonnage de précision réside dans le fait que la valeur de sortie du capteur équivaut à l'humidité relative (HR), laquelle varie en fonction de la température. Cette dépendance physique bien connue permet au dispositif d'étalonnage d'évaluer si la basse humidité indiquée à 0 % HR est



Structure stratifiée du capteur DRYCAP®. **1.** Electrode supérieure perméable à la vapeur d'eau **2.** Couche de polymère sensible à l'humidité **3.** Electrode inférieure **4.** Substrat du capteur **5.** Broches de sortie

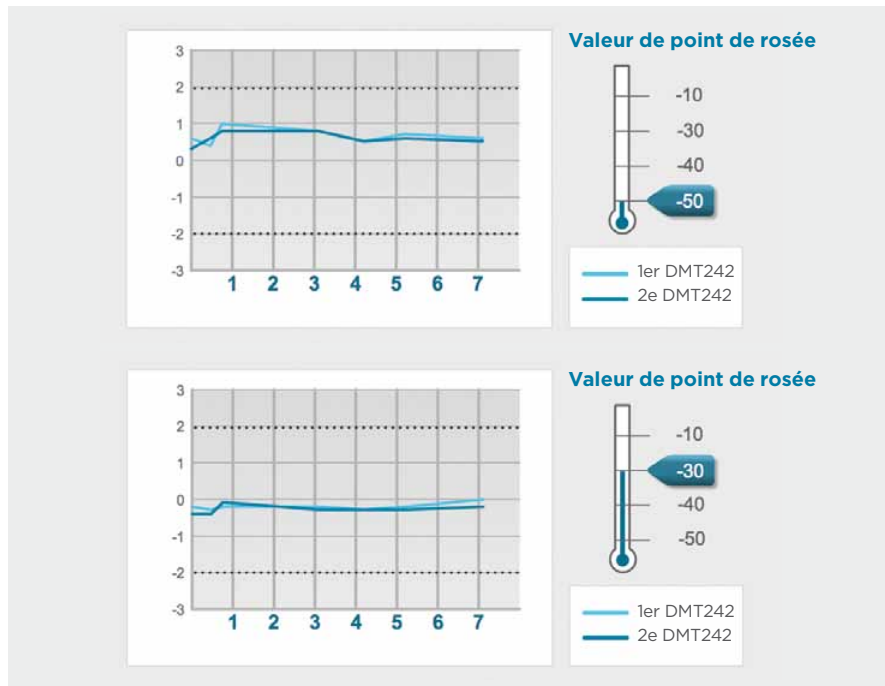
correcte. Tout éventuel écart est alors automatiquement corrigé par le microprocesseur. Ceci se traduit par une précision meilleure que $\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$ même aux bas points de rosée.

Fruit de plusieurs années d'essais et d'une sélection minutieuse du matériau, la technologie du polymère, associée à une électronique intelligente, offre une solution hautement performante pour les applications dans lesquelles un entretien minimal est requis pour le transmetteur de point de rosée.

Question 1 : Comment assurer un temps de réponse rapide ?

Lors de l'installation dans une ligne d'air comprimé à $-40\text{ }^\circ\text{C}$ d'une sonde de point de rosée stockée à des points de rosée ambiants, le temps de réponse requis par les capteurs traditionnels pour se stabiliser à cette valeur de $-40\text{ }^\circ\text{C}$ se compte souvent entre plusieurs heures et plusieurs jours. Ceci est dû au fait que les autres technologies de capteurs capacitifs doivent s'en remettre au processus relativement lent de mise à l'équilibre de la couche hygroscopique du capteur (qui absorbe la vapeur d'eau) avec l'environnement du process.

Une meilleure solution consiste à utiliser un capteur capacitif à polymère avec fonction de purge.



Ces graphes sont extraits d'un essai en cours dans lequel deux transmetteurs de point de rosée Vaisala DRYCAP® DMT242 ont été installés sur une ligne d'air comprimé il y a sept ans et n'ont été ni réétalonnés ni ajustés. Les conditions de la ligne en question sont représentatives d'un air instrument. L'axe des x correspond aux années et celui des y à l'écart par rapport à la valeur de référence à intervalles de contrôle réguliers.

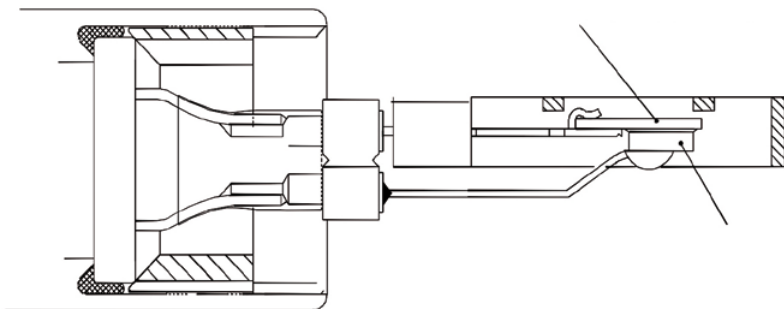
Le capteur Vaisala's DRYCAP® réagit immédiatement lorsqu'il détecte une baisse du point de rosée de $10\text{ }^\circ\text{C}$ ou plus, en initiant un cycle de purge et en lui appliquant de la chaleur. Ceci extrait les molécules d'eau de la couche polymère, séchant ainsi le capteur et produisant une mesure stabilisée dans les 5 à 6 minutes.

Question 2 : Comment savoir si la valeur indiquée est correcte ?

La question la plus fréquemment posée au sujet du point de rosée par les techniciens est : « J'ai plusieurs instruments de mesure du point de rosée installés au même emplacement mais qui donnent des indications toutes différentes. Comment savoir laquelle est correcte ? »

C'est aussi celle à laquelle il est habituellement le plus difficile de répondre, en raison du nombre de variables susceptibles d'affecter la mesure : conditions du process, méthode d'installation, mode de lecture du signal, précision des capteurs installés et temps écoulé depuis le dernier étalonnage.

Le fait étant largement connu que tout capteur de point de rosée finit par dériver, la question critique est de savoir de combien et avec quelle rapidité.



Structure du capteur capacitif à polymère Vaisala DRYCAP®

Un capteur à polymère de haute qualité avec fonction d'autoétalonnage assure un haut niveau de précision grâce à cette fonction d'autoétalonnage, qui s'active toutes les heures dans un environnement stable (et plus souvent en cas de variation des conditions) pour garantir la minimisation de la dérive absolue – et assurer ainsi des années de fonctionnement de mesure fiable et sans entretien.

Question 3 : Comment le capteur se rétablit-il des pics d'eau ou de la condensation ?

Les pics d'eau occasionnels ou l'exposition à des gouttelettes sont des phénomènes inévitables du fonctionnement normal d'un système d'air comprimé. La survie et le rétablissement d'un capteur de point de rosée à la suite de ces événements dépendent du type de capteur installé.

Les capteurs à oxyde métallique continuent d'oxyder en présence d'eau, ce qui entraîne un changement structurel de la couche d'oxyde poreuse. Il s'ensuit une imprécision de la mesure et une dérive du capteur.

Les capteurs à polymère, par contre, sont insensibles à l'eau du fait de leurs caractéristiques d'inertie interne. Quand un capteur à polymère avec fonction d'autoétalonnage a détecté un pic d'eau, il initie un cycle d'autoétalonnage lorsque l'air sec normal est rétabli dans la ligne et revient à des valeurs de fonctionnement normal en quelques minutes.

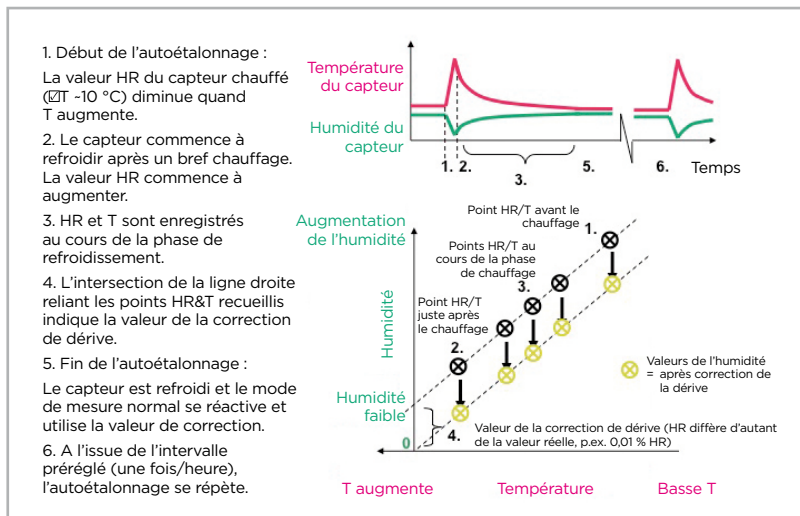
Question 4 : Le capteur peut-il résister à l'exposition aux huiles de compresseurs ?

Les traces d'huile de compresseur en suspension dans l'air comprimé peuvent signifier un désastre pour certaines technologies. Par bonheur,

En bref

- La technologie du miroir refroidi offre la précision la plus haute sur une large plage de points de rosée, mais sa performance peut être limitée par la présence de contaminants.
- Les capteurs capacitifs à oxyde métallique permettent la mesure de points de rosée très bas, mais ils peuvent être endommagés par de hauts niveaux d'humidité et la condensation.
- Les capteurs capacitifs à polymère avec fonction d'autoétalonnage sont fonctionnels sur une large amplitude d'humidité, sont insensibles à la condensation et assurent la stabilité sur le long terme.

la structure de certains capteurs à polymère – tels que le Vaisala DRYCAP® – est spécifiquement conçue pour n'admettre que les molécules d'eau. Ceci est obtenu par une électrode supérieure perméable spécifique dont le diamètre des pores n'autorise la traversée que de la vapeur d'eau. Beaucoup plus grandes, les molécules des hydrocarbures (p. ex. des huiles) ne peuvent pas traverser ces pores, ce qui élimine toute sensibilité aux huiles. De par leur construction, l'optique et les surfaces réfléchissantes des capteurs à miroir refroidi doivent rester propres pour maintenir leur performance – et présentent ainsi une tolérance minimale à la contamination par l'huile.



Fonction d'autoétalonnage

VAISALA

Pour plus d'informations, rendez-vous sur notre site www.vaisala.fr ou écrivez-nous à l'adresse sales@vaisala.com

Ref. B211092FR-A ©Vaisala 2011

Le présent matériel est soumis à la protection du copyright, tous les droits étant réservés par Vaisala et chacun de ses partenaires. Tous droits réservés. Tous les logos et/ou noms de produits constituent des marques de Vaisala ou de ses partenaires. Il est strictement interdit de reproduire, transférer, distribuer ou stocker les informations contenues dans la présente brochure, sous quelque forme que ce soit, sans le consentement écrit préalable de Vaisala. Toutes les spécifications – y compris techniques – sont susceptibles d'être modifiées sans préavis.