

Le point de rosée dans l'air comprimé – Questions fréquemment posées



Questions fréquemment posées

1. Qu'est-ce que le point de rosée?
2. Quelle est la différence entre point de rosée et « point de rosée sous pression » ?
3. Quel est l'effet de la pression sur le point de rosée?
4. Pourquoi la connaissance du point de rosée dans l'air comprimé est-elle importante ?
5. Quelle est la plage de températures de point de rosée typiquement observable dans l'air comprimé ?
6. Quelles sont les normes qualitatives de l'air comprimé ?
7. Comment le point de rosée de l'air comprimé peut-il se mesurer avec fiabilité ?
8. Quels sont les signes révélateurs d'un mauvais fonctionnement d'un capteur de point de rosée ?
9. Avec quelle fréquence un capteur de point de rosée doit-il être vérifié ou réétalonné ?

1. Qu'est-ce que le point de rosée?

La température du point de rosée est une mesure de la quantité de vapeur d'eau contenue dans un gaz. L'eau présente la propriété de pouvoir exister sous forme liquide, solide ou gazeuse dans une grande variété de conditions. Pour comprendre le comportement de la vapeur d'eau, il est d'abord utile de se pencher sur le comportement général des gaz.

Dans tout mélange gazeux, la pression totale est la somme des pressions partielles des différents constituants. C'est la loi de Dalton, exprimée comme suit :

$$P_{\text{totale}} = P_1 + P_2 + P_3 \dots$$

La quantité d'un gaz quelconque dans un mélange peut s'exprimer sous la forme d'une pression. Les principaux constituants de l'air sont l'azote, l'oxygène et la vapeur d'eau, la pression atmosphérique totale étant la somme des pressions partielles de ces trois gaz. Alors que les concentrations de l'azote et de l'oxygène sont stables, celle de la vapeur d'eau varie fortement et sa détermination nécessite une mesure.

La pression partielle maximum de vapeur d'eau est strictement fonction de la température. Par exemple, à 20 °C, elle est de 23,5 mbar. Cette valeur de 23,5 mbar est dite « pression de vapeur saturante » à 20 °C. Dans un environnement « saturé » à 20 °C, l'apport de vapeur d'eau supplémentaire se traduit par la formation de condensation. Ce phénomène de condensation peut être exploité pour mesurer la quantité de vapeur d'eau.



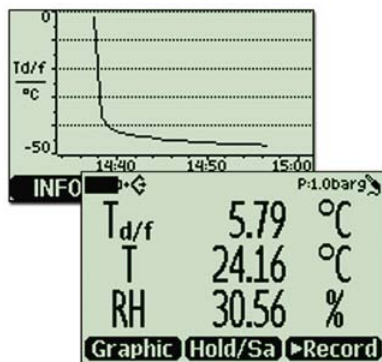
L'indicateur portable de point de rosée Vaisala DRYCAP®

Un gaz à la concentration en vapeur d'eau inconnue est passé sur une surface à température contrôlée. Cette surface est refroidie jusqu'à l'apparition de condensation. La température à laquelle commence la condensation est appelée « température du point de rosée ». Etant donné que la température et la pression de vapeur saturante sont corrélées de manière univoque (à savoir que la pression partielle maximum de vapeur d'eau, c'est-à-dire la pression de vapeur saturante, est strictement fonction de la température), mesurer la température du point de rosée revient à mesurer directement la pression de vapeur saturante. La température du point de rosée étant connue, la pression de vapeur saturante correspondante peut être calculée. Le tableau ci-dessous indique quelques exemples de couples température/pression de vapeur saturante.

Température °C (°F)	Pression de vapeur saturante (mbar)
20 (68)	23,3
0 (32)	6,1
-10 (14)	2,8
-20 (-4)	1,3
-40 (-40)	0,2

2. Quelle est la différence entre le point de rosée et le « point de rosée sous pression » ?

Le terme « point de rosée sous pression » est employé dans le cadre de la mesure de la température du point de rosée des gaz aux pressions supérieures à la pression atmosphérique. Il fait référence à la température du point de rosée d'un gaz sous pression. La notion est importante, parce que toute variation de pression d'un gaz modifie aussi la température du point de rosée.



Les instruments comportant un affichage graphique sont utiles pour la surveillance de longue durée du point de rosée.

3. Quel est l'effet de la pression sur le point de rosée ?

Toute augmentation de la pression d'un gaz entraîne une hausse de sa température de point de rosée. Prenons l'exemple de l'air à la pression atmosphérique de 1013,3 mbar avec une température du point de rosée de -10 °C. Il ressort du tableau ci-dessus que la pression partielle de la vapeur d'eau (désignée par le symbole "e") est de 2,8 mbar. Si l'on comprime cet air de manière à doubler la pression totale à 2026,6 mbar, selon la loi de Dalton, la pression partielle de vapeur d'eau est également doublée et vaut donc 5,6 mbar. La température du point de rosée correspondant à 5,6 mbar étant approximativement de -1 °C, il est clair que l'augmentation de la pression de l'air a aussi augmenté sa température du point de rosée. Inversement, la dépressurisation d'un gaz à la pression atmosphérique diminue les pressions partielles de tous ses constituants, y compris celle de la vapeur d'eau, et par conséquent abaisse la température du point de rosée de ce gaz. La relation liant la pression totale à la pression partielle de la vapeur d'eau, e, peut se formuler comme suit :

$$P_1/P_2 = e_1/e_2$$

La conversion de la température du point de rosée à la pression de vapeur saturante correspondante permet de calculer facilement l'effet de la variation de la pression totale sur la pression de vapeur saturante. La nouvelle valeur de la pression de vapeur saturante peut alors être inversement convertie vers la température du point de rosée correspondante. Ces calculs peuvent se faire manuellement à l'aide de tables ou par le biais de divers types de logiciels.



Une gamme complète de cellules d'échantillonnages incluant également des raccords rapides, un serpentin de refroidissement et un raccord à souder facilite l'installation d'un capteur de point de rosée dans n'importe quel process.

4. Pourquoi la connaissance du point de rosée dans l'air comprimé est-elle importante ?

L'importance de la température du point de rosée dans l'air comprimé dépend de l'usage de l'air en question. Dans de nombreux cas, le point de rosée n'est pas un paramètre critique (compresseurs portables pour outils pneumatiques, dispositifs de gonflage des stations service, etc.). Dans certains cas, il est important seulement parce que les canalisations véhiculant l'air sont exposées à des températures négatives auxquelles un point de rosée élevé

pourrait entraîner leur gel et leur blocage. Dans beaucoup d'usines modernes, l'air comprimé est utilisé pour faire fonctionner divers équipements, dont certains peuvent voir leur fonctionnement perturbé en cas de condensation sur des surfaces intérieures. Certains process sensibles à l'eau (p. ex. la peinture au pistolet) exigeant de l'air comprimé peuvent avoir des spécifications sur le point de rosée plus précises. Les process médicaux et pharmaceutiques, enfin, qui exigent un niveau de pureté très élevé, peuvent traiter la vapeur d'eau et d'autres gaz comme des contaminants.

5. Quelle est la plage de températures du point de rosée typique de l'air comprimé ?

La plage de températures du point de rosée dans l'air comprimé va de la température ambiante à -80 °C, et encore plus bas dans certains cas spéciaux. Les compresseurs sans sécheur tendent à produire un air comprimé saturé à la température ambiante. Dans les systèmes avec sécheurs réfrigérants, l'air comprimé traverse une sorte d'échangeur de chaleur refroidi, ce qui provoque la condensation de l'eau qui est ainsi extraite du flux d'air. Ces sécheurs produisent typiquement un air dont le point de rosée ne descend pas au-dessous de 5 °C. Les systèmes de séchage déshydratant absorbent la vapeur d'eau du flux d'air et peuvent produire un air avec un point de rosée à -40 °C et plus sec au besoin.

6. Quelles sont les normes qualitatives de l'air comprimé ?

La norme internationale ISO8573.1 spécifie la qualité de l'air comprimé, définissant les limites admissibles selon trois critères qualitatifs :

- Taille maximum de toutes particules résiduelles
- Température du point de rosée maximum admissible
- Contenu maximum d'huile résiduelle

Chaque critère est classé entre 1 et 6 en fonction des valeurs références du tableau ci-dessous. Par exemple, un système conforme ISO8573.1 et classé 1.1.1 fournira un air dont le point de rosée ne dépassera pas -70 °C, avec toutes les particules résiduelles inférieures à 0,1 µm et un contenu d'huile maximum de 0,01 mg/m³. La qualité de l'air comprimé fait également l'objet d'autres normes, par exemple ANSI/ISA-7.0.01-1996 pour l'air instrument.

Qualité de l'air comprimé selon ANSI/ISA- 7.0.01-1996

Classe de qualité	Taille de particule (µm)	Point de rosée °C	Point de rosée °F	Contenu huileux (mg/m ³)
1	0.1	-70	-94	0,01
2	1	-40	-40	0,1
3	5	-20	-4	1
4	15	3	37	5
5	40	7	45	25
6	–	10	50	–

7. Comment mesurer avec fiabilité le point de rosée dans l'air comprimé ?

Certains principes de mesure du point de rosée s'appliquent à tous les types d'instruments, indépendamment du fabricant :

- Il faut sélectionner un instrument ayant la bonne plage de mesure. Certains instruments conviennent à la mesure de points de rosée élevés mais pas à celle de points de rosée bas. De même, certains conviennent aux points de rosée très bas mais sont incertains lorsqu'ils sont exposés à des points de rosée élevés.
- Il faut connaître et comprendre les caractéristiques liées à la pression vue par l'instrument. Certains instruments ne conviennent pas à un usage sous pression. Ils peuvent être installés pour la mesure de l'air comprimé après l'expansion de celui-ci à la pression atmosphérique, mais alors la valeur du point de rosée obtenue doit être rectifiée si le point de rosée sous pression est le paramètre souhaité.
- L'installation du capteur doit être correcte. Suivez rigoureusement les instructions du fabricant. Ne posez pas de capteurs de point de rosée à l'extrémité de dérivations ou d'autres tronçons de tuyauterie en cul-de-sac où l'air ne circule pas.

Vaisala fabrique une gamme d'instruments idéaux pour la mesure de la température du point de rosée dans l'air comprimé. La technologie des capteurs DRYCAP® permet une mesure rapide du point de rosée de la température ambiante à -80 °C avec une précision de ±2 °C sur toute la plage de mesure. En plus des principes généraux évoqués plus haut, les points ci-après doivent être pris en compte lors du choix et de l'installation d'un instrument de mesure du point de rosée de Vaisala.

- A. La meilleure solution pour l'installation d'un capteur de point de rosée consiste à isoler du flux de l'air comprimé. Ceci se fait en montant le capteur dans une « cellule d'échantillonnage » à monter sur un "T" dans la tuyauterie d'air comprimé au point de mesure. Une petite quantité d'air comprimé fuse alors devant le capteur. Cette cellule doit être en acier inoxydable et raccordée au "T" par une tubulure (1/4" ou 6 mm). Il est utile de monter une vanne d'isolation entre la cellule et le flux d'air comprimé. Ceci facilite l'installation et le retrait du capteur.
- B. Un dispositif de régulation de débit est nécessaire pour le contrôle du flux d'air atteignant le capteur. Le débit souhaitable est de 1 slpm (2 scfh). Ce dispositif peut consister en une vis de fuite ou une vanne. Pour la mesure du point de rosée sous pression, il sera monté en aval du capteur, le capteur se trouvant à la pression du process lorsque la vanne d'isolation sera ouverte. Pour la mesure du point de rosée à la pression atmosphérique, il sera installé en amont du capteur.
- C. N'autorisez aucun dépassement du débit recommandé. Lors de la mesure du point de rosée sous pression, un

débit excessif générerait une dépression locale au niveau du capteur. La température du point de rosée dépendant de la pression, il s'ensuivrait une erreur de mesure.

- D. Le meilleur matériau pour le tube de montage est l'acier inoxydable (SS). Un tube non métallique peut absorber et désorber de la vapeur d'eau, d'où un décalage de la réponse de mesure. Si aucun tube en SS n'est disponible, il peut être envisagé d'utiliser un tube en PTFE ou en d'autres matériaux n'absorbant pas l'eau. Evitez les plastiques clairs ou le caoutchouc jaune.
- E. Il est possible de réduire les coûts d'installation des instruments de mesure du point de rosée en implantation permanente en montant le capteur directement dans la tuyauterie d'air comprimé. Dans ce cas, il est important de choisir pour le capteur un emplacement adéquat où la température de l'air comprimé soit égale ou presque égale à celle de la température ambiante.

8. Quels sont les signes révélateurs d'un mauvais fonctionnement d'un capteur de point de rosée ?

- Un instrument affiche une même valeur tout le temps, comme si la sortie ou l'affichage était verrouillé.
- Un instrument reste "au plancher" et donne toujours sa valeur la plus basse possible.
- Un instrument fait preuve d'un fonctionnement erratique, changeant rapidement ou de manière aléatoire sur une large échelle de valeurs.
- Un instrument affiche des valeurs de point de rosée correspondant à une sécheresse ou une humidité impossibles.

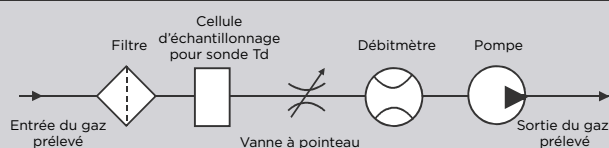


Le système d'échantillonnage totalement intégré DSS70A étend les possibilités d'un capteur de point de rosée en permettant la mesure d'autres process de l'usine susceptibles de ne pas se trouver sous pression positive.

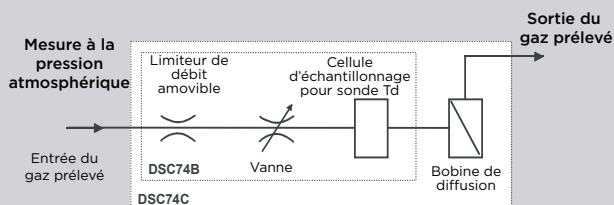
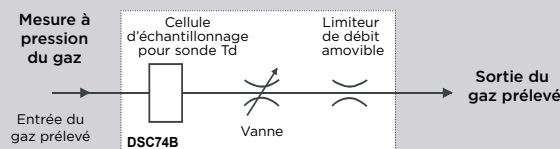
9. Avec quelle fréquence un capteur de point de rosée doit-il être vérifié ou réétalonné ?

Le mieux est de suivre scrupuleusement la recommandation du fabricant. Vaisala préconise un réétalonnage annuel tous les ans ou les deux ans, selon l'instrument. Une simple vérification à l'aide d'un instrument portable étalonné suffit parfois pour s'assurer du bon fonctionnement d'autres instruments. Vaisala fournit une information détaillée sur l'étalonnage dans le Guide de l'utilisateur livré avec chaque instrument. En cas de doute au sujet de la performance de nos instruments de mesure du point de rosée, il convient de vérifier leur étalonnage.

Système d'échantillonnage DSS70A et cellules d'échantillonnage DSC74B/C



Le système d'échantillonnage DSS70A comprend un filtre pour le nettoyage du gaz sale et une vanne à pointeau pour le contrôle du débit par le débitmètre. Une pompe génère un débit d'échantillonnage à partir des process à la pression ambiante.



La cellule d'échantillonnage DSC74B permet la mesure du gaz prélevé soit à sa pression effective jusqu'à 10 bar ou à la pression atmosphérique selon l'entrée et la sortie du gaz.

Le DSC74C, par ailleurs identique au DSC74B, comporte un serpentin additionnel permettant d'éviter la diffusion par retour pour les mesures de point de rosée à la pression atmosphérique.

Pour plus d'informations sur les instruments de mesure du point de rosée Vaisala, visitez www.vaisala.com/dewpoint

VAISALA

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

Ref. B210991FR-A ©Vaisala 2010

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.