
Norme internationale



6327

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Analyse des gaz — Détermination du point de rosée des gaz naturels — Hygromètres à condensation à surface refroidie

Gas analysis — Determination of the water dew point of natural gas — Cooled surface condensation hygrometers

Première édition — 1981-03-15

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 6327:1981](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/96c63cc8-f7d1-4f50-ab3e-05a31b8ac938/iso-6327-1981)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/96c63cc8-f7d1-4f50-ab3e-05a31b8ac938/iso-6327-1981>

CDU 665.612.3 : 543.27 : 533.275

Réf. no : ISO 6327-1981 (F)

Descripteurs : analyse de gaz, gaz naturel, hygromètre, essai, essai à la vapeur d'eau, détermination, pression de vapeur, humidité, point de rosée, matériel d'essai.

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 6327 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 158, *Analyse des gaz*, et a été soumise aux comités membres en septembre 1979.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

[ISO 6327:1981](#)

Afrique du Sud, Rép. d'
Allemagne, R.F.
Australie
Belgique
Corée, Rép. de
Égypte, Rép. arabe d'

France
Inde
Jamahiriya arabe libyenne
Mexique
Pays-Bas
Philippines

Pologne
Roumanie
Royaume-Uni
Tchécoslovaquie
URSS

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/96c63cc8-f7d1-4f50-ab3e-05a31b8a0938/iso-6327-1981>

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

Analyse des gaz — Détermination du point de rosée des gaz naturels — Hygromètres à condensation à surface refroidie

1 Objet

La présente Norme internationale décrit les hygromètres qui déterminent le point de rosée des gaz naturels en détectant l'apparition de la condensation de la vapeur d'eau sur une surface refroidie ou en contrôlant la stabilité de la condensation sur cette surface.

2 Domaine d'application

Le point de rosée des gaz naturels traités circulant dans les conduites de transport s'étend entre -25 °C et $+5\text{ °C}$, ce qui correspond, selon la pression du gaz, à des concentrations en eau de 50 à 200 ppm (V/V).

Les hygromètres traités dans la présente Norme internationale peuvent être utilisés pour déterminer, sans étalonnage, la pression partielle de la vapeur d'eau dans un système fonctionnant sous une pression totale, supérieure ou égale à la pression atmosphérique. Il existe une relation entre la pression partielle de vapeur d'eau et le point de rosée observé, ce qui donne à cette méthode le caractère d'une mesure absolue.

Lorsque le gaz contient des condensables à une température voisine de, ou supérieure à celle du point de rosée, l'observation du point de rosée est plus délicate.

3 Principe

3.1 Principe de l'appareil

Pour ce type d'appareil, qui permet de déterminer l'humidité d'un gaz par mesurage de son point de rosée, une surface (généralement un miroir métallique), dont la température peut être abaissée artificiellement et mesurée avec précision, est balayée par un échantillon du gaz considéré. Cette surface est alors refroidie à une température telle qu'une condensation décelable y apparaisse sous forme de rosée.

Au-dessous de cette température, la condensation augmente avec le temps, alors qu'au-dessus, la condensation diminue ou ne se forme pas. Cette température de surface correspond (pour toute application pratique) au point de rosée du gaz passant dans l'appareil.

3.2 Obtention de la pression partielle de la vapeur d'eau

La pression partielle de la vapeur d'eau dans les échantillons de

gaz est la pression de vapeur saturée correspondant au point de rosée observé, pourvu que le gaz dans l'hygromètre soit à la même pression que le gaz au moment de l'échantillonnage.

Il existe des documents publiés, disponibles, qui donnent la relation entre la pression de vapeur saturée et la température.

Il est important de noter qu'en présence de méthanol, cette méthode donne un point de rosée correspondant à l'ensemble eau + méthanol. Toutefois, dans le cas où la quantité de méthanol est connue, l'annexe donne, à titre d'information, les facteurs de correction permettant de déterminer le point de rosée réel de l'eau.

3.3 Précautions à prendre

Il est essentiel que toutes les lignes d'échantillonnage soient aussi courtes que possible et soient dimensionnées de manière à produire une perte de charge négligeable pendant la mesure. Les lignes d'échantillonnage et l'hygromètre à l'exception du miroir doivent être à une température au-dessus de celle du point de rosée de l'eau.

4 Caractéristiques générales de l'appareil

4.1 Généralités

Un appareil à condensation peut être conçu de différentes façons. Les différences reposent principalement sur la nature de la surface de condensation, sur les méthodes utilisées pour refroidir cette surface et pour régler sa température, sur les méthodes utilisées pour mesurer cette température de surface et sur les dispositifs de détection de la condensation. Le miroir et les composants associés sont normalement disposés dans une petite cellule traversée par un échantillon de gaz; aux hautes pressions, il faut s'assurer que la résistance mécanique et l'étanchéité de la cellule conviennent.

Il est recommandé que le miroir soit facilement démontable pour le nettoyage.

Des précautions doivent être prévues pour pouvoir faire la mesure en présence d'hydrocarbures condensables.

On peut réaliser la mesure par une méthode manuelle ou par une méthode automatique.

Attention : les instructions du fabricant doivent être satisfaites avant que le gaz à haute pression ne soit admis dans la cellule.

4.2 Types automatiques, types manuels

Un appareil de mesure du point de rosée peut être conçu pour faire des mesures isolées à des moments différents ou pour faire un enregistrement plus ou moins continu. Pour des mesures isolées, on peut choisir des méthodes de refroidissement du miroir qui impliquent une attention continue de l'opérateur correspondant aux modifications du dépôt d'eau condensée qu'il observe à l'œil nu. Lorsque l'humidité de l'échantillon de gaz décroît, c'est-à-dire pour des températures de condensation plus basses, la quantité de vapeur d'eau passant dans l'appareil par unité de temps est plus petite, de sorte que la vitesse de formation de la condensation est ralentie et qu'il devient plus difficile d'estimer à l'œil nu si la condensation augmente ou diminue. L'observation du dépôt peut être facilitée par l'emploi d'une cellule photoélectrique ou de tout autre dispositif sensible à la lumière, si l'on désire n'employer qu'un simple appareil indicateur en conservant le dispositif manuel de refroidissement.

Avec certains types d'appareils manuels, il est très difficile d'observer le point de rosée en présence d'hydrocarbures condensés. Dans ce cas, on peut utiliser un barboteur à huile de paraffine qui facilite l'observation. Il est cependant très important de connaître les principes impliqués par l'emploi d'un tel barboteur et les limitations de son emploi.

Un équilibre se crée entre le gaz traversant le barboteur et l'huile de paraffine qu'il contient, à la température et à la pression du barboteur, et ceci entraîne les réactions suivantes :

a) Le premier gaz passant dans l'huile de paraffine fraîche perd de l'eau dans la paraffine jusqu'à ce qu'il y ait équilibre, à partir de ce moment la teneur en eau du gaz qui sort est la même que celle du gaz qui entre. Par conséquent, la température du barboteur doit être supérieure à celle du point de rosée du gaz analysé et une quantité suffisante de gaz doit être passée dans le barboteur pour atteindre l'équilibre avant de pouvoir procéder aux observations.

b) Jusqu'à obtention de l'équilibre, il y a passage des hydrocarbures lourds du gaz dans l'huile de paraffine. C'est ce passage qui réduit le volume d'hydrocarbures condensables potentiels dans le gaz, qui masquait la mesure du point de rosée de l'eau. Du fait du passage permanent de gaz, l'huile de paraffine se charge en hydrocarbures condensables, leur concentration augmente donc dans le gaz. L'huile de paraffine doit alors être remplacée et le barboteur doit être de nouveau conditionné avant toute nouvelle observation.

L'appareil peut être complètement automatique en utilisant le signal de sortie de la cellule photoélectrique pour stabiliser la température du miroir et le maintenir ainsi à la température de condensation voulue. Un fonctionnement automatique est indispensable pour obtenir une lecture continue ou un enregistrement.

4.3 Éclairage du miroir

Les appareils manuels impliquent l'observation des condensations à l'œil nu; si l'on emploie une cellule photoélectrique, le miroir est éclairé par une source lumineuse incorporée dans la cellule d'essai. Il est possible de disposer la lampe et la cellule photoélectrique de plusieurs façons, pourvu que la diffusion,

dans la direction de l'éclairage en provenance du miroir, soit réduite par polissage de ce miroir. Dans tous les cas, le miroir doit être propre avant l'emploi.

Il est nécessaire de réduire la lumière diffusée parvenant à la cellule en l'absence de toute condensation. Les effets de lumière diffusée, en provenance des surfaces internes de la cellule, sont réduits par noircissement de ces surfaces et cette précaution peut être complétée par un système optique particulier, de façon que seul le miroir soit éclairé et que la cellule photoélectrique voit seulement le miroir.

4.4 Méthodes de refroidissement du miroir et de réglage de sa température

Les méthodes suivantes sont utilisées pour abaisser et régler la température du miroir. Les méthodes décrites en 4.4.1 et 4.4.2 demandent l'attention constante d'un opérateur et ne conviennent pas pour les appareils automatiques. Pour les appareils automatiques, on emploie deux méthodes de refroidissement : le contact indirect avec un réfrigérant ou le refroidissement par effet Peltier (thermoélectrique) décrites en 4.4.3 et 4.4.4. Dans tous les cas, la vitesse de refroidissement du miroir ne doit pas excéder 1 °C par minute.

4.4.1 Évaporation de solvant

Un liquide volatil en contact avec la face arrière du miroir peut être évaporé et refroidi par un passage d'air. On emploie généralement pour cela un soufflet à main, mais il est préférable d'utiliser une source réglable d'air comprimé ou de tout autre gaz comprimé convenable à basse pression. Le liquide utilisé peut être de l'oxyde d'éthyle, qui est un liquide très efficace assurant aisément un refroidissement du miroir d'environ 30 °C quand on utilise un soufflet à main. Cependant si les risques de toxicité présentent des inconvénients, on peut employer de l'acétone pour obtenir un refroidissement du miroir d'environ 20 °C avec un soufflet à main, ou un refroidissement supérieur en utilisant de l'air comprimé ou tout autre gaz comprimé convenable.

4.4.2 Gaz refroidi par détente adiabatique

Le miroir peut être refroidi en envoyant sur sa face arrière un gaz qui vient d'être détendu à travers un ajutage. Le dioxyde de carbone comprimé, disponible dans de petits cylindres, est souvent employé pour cela, mais on peut aussi utiliser d'autres gaz tels que l'air ou l'azote comprimé, le propane ou des hydrocarbures halogénés. On peut atteindre des températures de miroir d'au moins 40 °C inférieures à la température de l'échantillon de gaz.

4.4.3 Contact indirect avec un réfrigérant

Le miroir est relié à un refroidisseur par l'intermédiaire d'une résistance thermique. Normalement, une tige de cuivre massive est plongée dans le refroidisseur; elle est reliée au miroir par un petit morceau de matériau isolant qui forme la résistance thermique. Le miroir est chauffé par un élément électrique. Le contrôle de l'intensité du courant permet de régler facilement et avec précision la température du miroir. En utilisant de l'azote liquide comme réfrigérant, on peut atteindre des températures

de -70 à -80 °C; pour des températures jusqu'à environ -50 °C (et en fonction de la conception de l'appareil), on utilise le mélange dioxyde de carbone solide et acétone, et pour des températures jusqu'à environ -30 °C, on peut utiliser du propane liquide.

4.4.4 Refroidissement par effet Peltier

Un élément à effet Peltier à un seul étage permet normalement d'atteindre un refroidissement maximal d'environ 50 °C. Deux étages peuvent donner un refroidissement d'environ 70 °C.

La température du miroir peut être réglée par variation du courant circulant dans les éléments à effet Peltier, mais l'inertie thermique tend à être élevée; un réglage plus rapide est possible en maintenant un courant de refroidissement constant, en reliant le miroir à une résistance thermique, et en le chauffant au moyen d'un dispositif électrique réglable.

4.5 Mesurage de la température

Il est important de mesurer, de façon aussi précise que possible, la température du miroir où se forme le dépôt. Pour éviter des différences de température sur sa surface, il est préférable de disposer d'un miroir à haute conductivité thermique. Les appareils manuels utilisent en général un thermomètre à mercure et les appareils automatiques utilisent un capteur thermoélectrique (par exemple, thermomètre à résistance, thermomètre à thermistance ou thermocouple).

5 Sources d'erreur — Précautions générales de mise en œuvre

5.1 Substances perturbatrices

5.1.1 Généralités

Des substances autres que le gaz et la vapeur d'eau peuvent s'introduire et affecter les caractéristiques de fonctionnement de l'appareil. Ces substances peuvent être des particules solides, de la poussière, etc., qui peuvent se déposer sur le miroir. Des vapeurs autres que la vapeur d'eau peuvent se condenser sur le miroir. Des gaz solubles dans l'eau, introduits volontairement ou accidentellement dans l'enceinte d'essai, peuvent aussi entraîner un point de rosée observé, différent du point de rosée qui correspondrait à la teneur réelle en vapeur d'eau.

5.1.2 Impuretés solides

Si des impuretés solides sont tout à fait insolubles dans l'eau, elles ne modifient pas la température de condensation observée, mais elles peuvent gêner l'observation de la condensation. Dans un appareil automatique sans dispositif compensateur pour de telles impuretés, celles-ci ont tendance à bloquer son fonctionnement lorsque la quantité de condensat est faible. Les

défauts résultant d'un excès d'impuretés solides sur le miroir se traduisent généralement par une élévation inattendue de la température du miroir pendant quelques minutes et signalent la nécessité de démonter l'appareil et de nettoyer le miroir. (Il est essentiel que la cellule hygrométrique puisse être démontée rapidement à cet effet.) Il peut être souhaitable de filtrer les impuretés solides au moyen d'un filtre non hygroscopique¹⁾ pour éviter les difficultés citées ci-dessus.

Pour éliminer l'influence des poussières, certains appareils automatiques sont munis d'une séquence de «tarage». Cette séquence consiste en une surchauffe volontaire du miroir éliminant tous les condensats, eau et hydrocarbures, puis en un rééquilibrage du pont de mesure.

5.1.3 Impuretés sous forme de vapeur

Des hydrocarbures peuvent se condenser sur le miroir. Ceci n'est pas gênant, en principe, car les hydrocarbures ont une tension superficielle très différente de l'eau. Ils s'étalent sur le miroir et donnent une couche continue qui ne diffuse pas la lumière. Néanmoins, la détection manuelle des condensats n'est pas aisée, car si le «point de rosée» est très inférieur au point de condensation des hydrocarbures, on ne détecte que quelques gouttes d'eau dans une grosse goutte d'hydrocarbures (voir chapitre 6).

La présence d'un condensat d'hydrocarbures ne modifie pas non plus le point de rosée eau, car les deux condensats ne sont pas miscibles.

Dans le cas où le gaz contient du méthanol, ce dernier va se déposer avec l'eau, et le point de rosée obtenu sera celui de l'eau et celui du méthanol mélangés. S'il y a des hydrocarbures, deux condensats se forment, l'un aqueux, et l'autre «gras». Dans ce cas, le point de condensation du condensat aqueux n'est plus uniquement lié à la teneur en eau.

5.2 Erreur de paroi froide

Il est essentiel que les parties des tubulures et de l'appareil autres que le miroir soient à une température supérieure à la température de condensation, sinon la vapeur d'eau se condense aux points les plus froids et modifie l'humidité de l'échantillon de gaz examiné.

5.3 Approche de la température d'équilibre

Si la quantité d'eau amenée par unité de temps est faible, on essaiera de refroidir le miroir aussi lentement que possible, sinon on risque de dépasser très largement la température réelle de condensation sans observer le premier dépôt.

La quantité de rosée normalement observable à l'œil nu est de l'ordre de 10^{-5} g/cm². Des appareils automatiques, s'ils sont très sensibles, peuvent déceler des quantités d'eau notablement inférieures.

1) Si un filtre est utilisé, même s'il est spécifié comme étant «non-hygroscopique», il doit être en équilibre avec la teneur en vapeur d'eau du gaz; ceci est obtenu en faisant circuler du gaz pendant un certain temps avant l'essai à un débit nettement supérieur à celui employé durant l'essai.

S'il est indispensable d'utiliser un appareil manuel, et particulièrement pour de bas points de rosée, les précautions suivantes doivent toujours être prises :

a) La vitesse de refroidissement du miroir doit être aussi faible que possible dans la zone de température de condensation. (Il est de bonne pratique de faire un essai assez rapide pour déterminer la température approximative de condensation avant d'entreprendre un mesurage précis.)

b) La moyenne entre la température mesurée au moment de la première apparition de la rosée lorsque la température du miroir décroît lentement, et la température à laquelle la rosée disparaît, alors que la température du miroir s'élève lentement, peut être considérée comme le point de rosée approximatif.

La différence entre la température d'apparition et la disparition de l'eau condensée ne doit pas excéder 2 °C dans le cas d'un appareil automatique et 4 °C dans le cas d'un appareil manuel.

6 Élimination des condensats d'hydrocarbures

Si la température de condensation des hydrocarbures est inférieure à celle du point de rosée, il n'y a aucun problème particulier. Dans le cas inverse, il faut piéger le maximum de condensats d'hydrocarbures avant de faire le mesurage, ceci suppose leur condensation et leur évacuation du miroir puis de la cellule de mesure.

6.1 Condensation sur le miroir

Ceci peut se faire en munissant le miroir d'une excroissance de forme appropriée, spécifiée par le fabricant (appelée «casquette»), sur laquelle on projette le gaz lors de son entrée dans la cellule de l'appareil de mesure au moyen d'un tube de faible section.

Cette casquette est donc à une température proche de celle du miroir, puisque liée à celui-ci, mais légèrement plus élevée que celui-ci, puisque chauffée par l'arrivée du gaz à mesurer.

6.2 Évacuation des condensats du miroir

Il est indispensable d'aider l'évacuation des condensats d'hydrocarbures du miroir. Ceci est encore plus important si le miroir est muni d'une casquette.

Ceci peut s'obtenir en positionnant le miroir verticalement, ou au moins avec une inclinaison assez forte, et en munissant le miroir d'une excroissance à son point le plus bas. Cette excroissance peut très bien être la casquette elle-même.

Ainsi, les condensats d'hydrocarbures s'écoulent en permanence du miroir et forment une goutte sur l'excroissance servant d'évacuation. Cette goutte tombe de temps en temps et s'écoule vers le bas de la cellule. Elle peut aussi, si nécessaire, être réévaporée dans certains cas, par exemple lors de «tarauges».

6.3 Évacuation des condensats de la cellule

Il faut évacuer de la cellule les condensats qui s'écoulent du miroir.

Ceci peut se faire en plaçant la sortie de la cellule de mesure en son point le plus bas. Les condensats se vaporisent alors dans les tubulures d'évacuation.

ISO 6327:1981

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/96c63cc8-f7d1-4f50-ab3e-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/96c63cc8-f7d1-4f50-ab3e-05a31b8ac937/iso-6327-1981)

05a31b8ac937/iso-6327-1981

7 Précision

Dans une gamme de mesurage s'étendant de - 25 à + 5 °C, le point de rosée est généralement mesuré avec une précision de ± 1 °C pour un appareil automatique. Dans un appareil manuel, la précision dépend de la teneur en hydrocarbures, et peut atteindre au moins ± 2 °C dans la plupart des cas.

Annexe

Correction du point de rosée

(Cette annexe fait partie de la Norme.)

Si le gaz contient du méthanol, celui-ci se déposera avec l'eau et l'on obtiendra un point de rosée mixte eau-méthanol. Le tableau indique la correction due au méthanol, qu'il faut déduire du point de rosée mesuré pour obtenir le point de rosée eau.

Tableau — Corrections à déduire des points de rosée eau en présence de méthanol

Méthanol dans le gaz mg/m ³	Pression bar	Points de rosée non corrigés, °C			
		-10	-5	0	5
		Correction à soustraire (en °C)			
250	15	1	1	0,5	0,5
250	30	2	1,5	1	0,5
250	40	3	2	1,5	1
250	55	4	3	2	1,5
250	70	4,5	3,5	3	2
400	15	1,5	1	1	0,5
400	30	3,5	3	1,5	1
400	40	5	4	2	1,5
400	55	6,5	4,5	3,5	2
400	70	8	5,5	4	3

NOTE — Les valeurs indiquées dans ce tableau ont été déterminées par conversion en unités métriques de celles du tableau 2 de la publication «British Gas analytical methods» 2.5.1, octobre 1971.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/96c65cc8-17d1-4f50-ab3e-05a31b8ac938/iso-6327-1981>

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 6327:1981

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/96c63cc8-f7d1-4f50-ab3e-05a31b8ac938/iso-6327-1981>