

---

# Norme internationale



# 4677/1

---

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

---

## **Atmosphères de conditionnement et d'essai — Détermination de l'humidité relative — Partie 1: Méthode utilisant un psychromètre à aspiration**

*Atmospheres for conditioning and testing — Determination of relative humidity — Part 1: Aspirated psychrometer method*

**Première édition — 1985-10-15**

iteh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 4677-1:1985

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27d5bdb0-0a4f-43f4-a26c-d4b62ff1ddc8/iso-4677-1-1985>

---

**CDU 620.1 : 551.584.6 : 533.275**

**Réf. n° : ISO 4677/1-1985 (F)**

**Descripteurs :** atmosphère normalisée, atmosphère d'essai, détermination, humidité, psychromètre.

## 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 créé à cet effet. 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. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 4677/1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 125, *Enceintes et conditions d'essai*.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

ITEH STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 4677-1:1985

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27d5bdb0-0a4f-43f4-a26c-d4b62ff1ddc8/iso-4677-1-1985>

## Sommaire

|                                                                             | Page |
|-----------------------------------------------------------------------------|------|
| 0 Introduction .....                                                        | 1    |
| 1 Objet et domaine d'application .....                                      | 1    |
| 1.1 Objet .....                                                             | 1    |
| 1.2 Domaine d'application .....                                             | 2    |
| 2 Références .....                                                          | 2    |
| 3 Définitions .....                                                         | 2    |
| 4 Principe .....                                                            | 2    |
| 5 Appareillage et produits .....                                            | 2    |
| 5.1 Thermomètres .....                                                      | 2    |
| 5.2 Manchon du thermomètre humide, mèche et réservoir d'eau .....           | 3    |
| 5.3 Eau .....                                                               | 4    |
| 5.4 Air .....                                                               | 4    |
| 5.5 Écrans de protection contre le rayonnement .....                        | 4    |
| 6 Mode opératoire .....                                                     | 5    |
| 6.1 Emplacement .....                                                       | 5    |
| 6.2 Préparation pour l'essai .....                                          | 5    |
| 6.3 Ventilation et observation .....                                        | 5    |
| 7 Expression des résultats .....                                            | 5    |
| 7.1 Détermination à partir d'une table ou d'un diagramme psychrométrique .. | 5    |
| 7.2 Détermination par le calcul .....                                       | 5    |
| 8 Précision .....                                                           | 6    |
| 9 Procès-verbal d'essai .....                                               | 6    |

## Annexes

|                                                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| A Spécifications concernant les thermomètres à mercure en verre pouvant être utilisés lorsque la température du thermomètre sec ne dépasse pas 40 °C et que l'erreur limite sur la valeur obtenue pour l'humidité relative ne dépasse pas $\pm 3$ % de r.h. .... | 7  |
| B Mode opératoire pour la détermination de la longueur minimale de la tige du thermomètre humide qui doit être recouverte par le manchon pour satisfaire à la condition de 5.2.3 .....                                                                           | 9  |
| C Tableau-cadre des humidités relatives .....                                                                                                                                                                                                                    | 10 |
| Bibliographie .....                                                                                                                                                                                                                                              | 11 |

Page blanche

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 4677-1:1985

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/27d5bdb0-0a4f-43f4-a26c-d4b62ff1ddc8/iso-4677-1-1985>

# Atmosphères de conditionnement et d'essai — Détermination de l'humidité relative — Partie 1: Méthode utilisant un psychromètre à aspiration

## 0 Introduction

La présente partie de l'ISO 4677, traitant du psychromètre à aspiration, ainsi que l'ISO 4677/2, traitant du psychromètre fronde, spécifient des méthodes permettant de mesurer l'humidité avec précision, mais elles ne spécifient pas les détails des psychromètres nécessaires, ceci afin que des instruments bien conçus et qui ont été adoptés dans divers pays ne soient pas exclus arbitrairement. Cependant, les méthodes ne sont pas nécessairement appropriées à tous les modèles traditionnels. Cela n'aurait pu être le cas que si l'on avait accepté le facteur commun de rendement le plus bas.

Le parti adopté, de spécifier seulement les caractéristiques principales de quelques types importants de psychromètres, implique nécessairement certaines limitations. Il doit donc être entendu qu'il convient de se conformer à la bonne pratique, aussi bien dans l'application des spécifications des parties correspondantes de la présente Norme internationale que dans la réalisation dans le détail de ceux des aspects de la conception et de la procédure qui ne sont pas spécifiés.

Ni la présente partie de l'ISO 4677 ni l'ISO 4677/2 ne doivent être considérées comme donnant des spécifications des psychromètres appropriés pour les applications météorologiques ou d'autres utilisations à l'extérieur. Cependant, dans les deux parties, l'humidité est mesurée selon l'échelle utilisée d'une manière pratiquement universelle pour les mesures de météorologie à la surface de la Terre ainsi que pour les besoins de l'essai des matériaux.

Cette échelle a, en fait, été établie sur la base de l'acceptation générale de formules psychrométriques particulières pour des conceptions particulières de psychromètres. La formule de Sprung pour le psychromètre Assmann et celle de Ferrel pour un psychromètre fronde sont représentatives. Ces formules peuvent être exprimées en fonction du coefficient psychrométrique  $A$ , lequel figure dans l'équation du psychromètre donnée au chapitre 7. Le résultat de Sprung correspond à une valeur constante de  $A$  de  $6,6 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ , tandis que le résultat de Ferrel correspond à une valeur qui croît de  $6,6 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$  à  $6,8 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$  à mesure que la température du thermomètre humide croît de 0 à 30 °C. Dans les deux cas, l'erreur limite pour  $A$  est d'environ 10 %. On sait, cependant, que les vraies valeurs de  $A$  pour les deux instruments diffèrent de beaucoup moins de 10 %. L'échelle d'humidité généralement acceptée peut donc être considérée comme étant définie en spécifiant que  $A$  est constant et égal à  $6,7 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$  pour les deux instruments. Étant donné que la précision avec laquelle il faut connaître  $A$  pour obtenir une précision particulière dans la mesure de l'humidité relative décroît

rapidement lorsque la température du thermomètre humide s'élève dans la plage au-dessus de 40 °C, cette définition peut être considérée comme étant applicable aux températures du thermomètre humide jusqu'à environ 100 °C (la pression atmosphérique étant supposée être approximativement normale).

Les erreurs limites en ce qui concerne la mesure de l'humidité indiquées dans la présente Norme internationale sont dues à des écarts par rapport aux résultats qui correspondraient à cette échelle. La relation entre cette échelle et la vraie échelle d'humidité est un problème à traiter ultérieurement. L'erreur limite actuelle sur cette relation correspond à une erreur limite sur  $A$  d'environ 10 %. Une diminution de 10 % sur  $A$ , par exemple, entraînerait une modification de l'humidité relative dérivée de 50,0 % à 20 °C à 51,8 %.

La méthode utilisant un psychromètre à aspiration est plus précise que la méthode qui utilise le psychromètre fronde. Elle présente en outre des avantages parce qu'elle demande moins de place, qu'elle permet d'employer d'autres types de thermomètres (par exemple des thermomètres électriques), de protéger les réservoirs des thermomètres des rayonnements de l'extérieur, et qu'elle est moins exigeante en ce qui concerne la qualification requise de l'observateur.

Lorsque le flux d'air sur le psychromètre est perpendiculaire à l'axe du thermomètre, l'instrument est en somme semblable au psychromètre fronde, mais lorsque le flux d'air est axial, l'écran antirayonnement du thermomètre humide joue un rôle essentiel et il est nécessaire de spécifier des caractéristiques géométriques supplémentaires.

Dans la présente Norme internationale, l'abréviation « r.h. » est utilisée pour « humidité relative ». Elle ne correspond pas à une unité. Les erreurs limites sur l'humidité relative sont exprimées sous la forme  $\pm u$  % de r.h., dont la signification est que l'humidité relative est supposée être située dans la plage  $(U - u)$  % à  $(U + u)$  %, où  $U$  est l'humidité relative observée. Toutes les erreurs limites sont à un niveau de confiance de 95 %.

## 1 Objet et domaine d'application

### 1.1 Objet

La présente partie de l'ISO 4677 spécifie une méthode de détermination de l'humidité relative des atmosphères de conditionnement et d'essai ayant des températures dans la plage de 5 à 80 °C, lorsqu'un psychromètre à aspiration est utilisé. L'humidité relative est déterminée avec une erreur limite ne dépassant

pas soit  $\pm 3 \%$  de r.h., soit  $\pm 2 \%$  de r.h., selon l'erreur limite sur la valeur obtenue pour la dépression psychrométrique du thermomètre humide et suivant que la température du thermomètre sec dépasse ou ne dépasse pas  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

1.2 Domaine d'application

La méthode est applicable à la détermination de l'humidité relative des atmosphères normales telles que spécifiées dans l'ISO 554 ainsi que de la plupart des atmosphères d'essai. Elle est limitée à des températures du thermomètre humide ne descendant pas au-dessous de  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , à des températures du thermomètre sec ne dépassant pas  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  et à des pressions ne s'écartant pas de la pression atmosphérique normale de plus de  $30 \%$ .

La méthode ne doit pas être utilisée en cas de contamination importante de l'atmosphère par des gaz, des vapeurs ou de la poussière.

2 Références

ISO 386, *Thermomètres de laboratoire à dilatation de liquide dans une gaine de verre — Principes de conception, de construction et d'utilisation.*

ISO 554, *Atmosphères normales de conditionnement et/ou d'essai — Spécifications.*

ISO 1144, *Textiles — Système universel de désignation de la masse linéique (système Tex).*

3 Définitions

Dans le cadre de la présente partie de l'ISO 4677, les définitions suivantes sont applicables.

3.1 **thermomètre**: N'importe quel instrument de mesure de la température.

3.2 **psychromètre**: Instrument destiné à la mesure de l'humidité relative et composé essentiellement de deux thermomètres dont les capteurs sont l'un humide et l'autre sec.

NOTE — Le capteur humide et le capteur sec sont appelés, respectivement, thermomètre humide et thermomètre sec.

3.3 **manchon du thermomètre humide**: Manchon en tissu de coton retenant l'eau et recouvrant le thermomètre humide.

3.4 **mèche**: Mèche en coton qui peut être destinée à relier le manchon du thermomètre humide à un réservoir d'eau de telle sorte que le manchon soit alimenté en eau de manière continue par capillarité.

3.5 **ventilation**: Terme qui s'applique à un psychromètre dans lequel il est prévu qu'un flux d'air passe sur les thermomètres.

NOTE — Le flux d'air peut être soit transversal soit parallèle aux axes des thermomètres.

3.6 **aspiration**: Terme qui s'applique à un psychromètre dans lequel il est prévu une ventilation forcée obtenue en amenant de l'air sur les thermomètres par succion.

NOTE — Le flux d'air peut être soit transversal soit parallèle aux axes des thermomètres.

3.7 **différence psychrométrique; différence psychrométrique du thermomètre humide**: Différence entre la température du thermomètre humide et celle du thermomètre sec.

4 Principe

Le capteur de température humide et le capteur sec sont exposés à un flux d'air atmosphérique. L'eau s'évaporant de la surface du capteur humide dans le flux d'air rafraîchit le capteur et l'amène à une température constante telle qu'il se produit un équilibre entre la chaleur perdue due à l'évaporation et celle qui est acquise par convection et rayonnement. Cette température dépend de la température, de la pression et de l'humidité de l'atmosphère. Par conséquent, lorsque l'on dispose d'une valeur approchée de la pression, on peut en déduire l'humidité des températures observées du capteur humide et du capteur sec (les températures observées du thermomètre humide et du thermomètre sec).

5 Appareillage et produits

5.1 Thermomètres

5.1.1 Les thermomètres peuvent être du type à mercure en verre, à thermocouple, à résistance électrique ou d'un autre type. Les thermomètres à mercure en verre peuvent être soit du type gravé sur tige, soit du type à échelle protégée.

5.1.2 Les thermomètres (de n'importe quel type) doivent être semblables nominalement, et leur échelle de mesure doit comprendre la plage de  $0\text{ à }40\text{ }^{\circ}\text{C}$  ou la plage de  $40\text{ à }80\text{ }^{\circ}\text{C}$  et peut comprendre ces deux plages.

Les thermomètres doivent être tels que, d'après les indications qu'ils donnent, on puisse avoir la valeur de la différence psychrométrique avec une erreur limite ne dépassant pas la valeur appropriée indiquée dans le tableau 1.

Tableau 1 — Erreur limite de la différence psychrométrique

| Température du thermomètre sec<br>°C | Erreur limite de la différence psychrométrique<br>lorsque l'erreur limite sur la valeur obtenue pour l'humidité relative ne dépasse pas |                                   |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
|                                      | $\pm 3 \%$ de r.h.                                                                                                                      | $\pm 2 \%$ de r.h.                |
| $< 40$                               | $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$                                                                                                       | $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ |
| $> 40$                               | $\pm 0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$                                                                                                       | $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ |

Si cette condition est remplie, l'erreur limite sur la valeur obtenue pour la température du thermomètre sec peut atteindre  $\pm 0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$  lorsque cette température ne dépasse pas  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , et  $\pm 4\text{ }^{\circ}\text{C}$  lorsque cette température dépasse  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## NOTES

1 L'erreur limite sur la valeur des indications données par le thermomètre pour la différence psychrométrique correspond à l'erreur limite sur la façon dont les indications donnent la différence psychrométrique se produisant réellement dans l'instrument.

2 Les thermomètres qui présentent la précision requise seulement lorsque les corrections (définies par l'étalonnage des thermomètres) sont apportées aux indications qu'ils fournissent sont acceptables, à condition que les corrections appropriées soient faites chaque fois que l'instrument est utilisé.

**5.1.3** Chaque thermomètre doit comporter un capteur de température de forme essentiellement cylindrique qui est fixé sur une tige unique, la tige étant coaxiale au capteur. L'extrémité libre de chaque capteur doit être doucement arrondie. Dans le cas où le diamètre des tiges est faible en comparaison de celui des capteurs, les deux extrémités de chaque capteur doivent être doucement arrondies. Le capteur d'un thermomètre à mercure en verre comprend le réservoir et la partie conique ou col du réservoir.<sup>1)</sup>

**5.1.4** Dans le cas de ventilation transversale, les diamètres des capteurs (le manchon du thermomètre humide n'étant pas pris en compte) ne doivent pas être inférieurs à 1 mm ni supérieurs à 4 mm.

**5.1.5** Dans le cas de ventilation axiale, les diamètres des capteurs (le manchon du thermomètre humide n'étant pas pris en compte) ne doivent pas être inférieurs à 2 mm ni supérieurs à 5 mm, et leur longueur ne doit pas être inférieure à 10 mm ni supérieure à 30 mm.

**5.1.6** Les thermomètres doivent être montés de telle manière que les axes des capteurs soient parallèles et qu'ils soient séparés par une distance d'au moins trois fois le diamètre hors tout du capteur humide (en prenant en compte le manchon du thermomètre humide), et de telle manière qu'une ligne tracée pour relier les extrémités libres des capteurs soit perpendiculaire aux axes.

**5.1.7** Les thermomètres à mercure en verre doivent être gradués en 0,5 °C ou selon une graduation plus fine et doivent pouvoir être lus à 0,1 °C près ou mieux.

NOTE — Une spécification pour les thermomètres à mercure en verre qui peuvent être utilisés lorsque l'erreur limite sur la valeur obtenue pour l'humidité relative ne doit pas dépasser  $\pm 3\%$  de r.h. et que la température du thermomètre sec ne dépasse pas 40 °C est donnée dans l'annexe A.

**5.1.8** Les thermomètres électriques peuvent être montés de telle sorte que les lectures fournissent directement la différence psychrométrique ainsi que la température du thermomètre sec.

**5.1.9** Les câbles de raccordement des thermomètres électriques doivent être intégrés dans les tiges des thermomètres et doivent être isolés de l'humidité dans le manchon du thermomètre humide.

**5.1.10** La chaleur produite par le ventilateur ou le moteur de celui-ci ne doit pas avoir d'influence sur les indications données par le thermomètre.

## 5.2 Manchon du thermomètre humide, mèche et réservoir d'eau

**5.2.1** Le manchon doit être fabriqué en mousseline de coton hydrophile blanc sans apprêt, tissée avec un fil de masse linéique comprise entre 10 et 25 tex (voir ISO 1144) et ayant 20 à 25 fils par centimètre dans le sens de la chaîne et dans celui de la trame. Les manchons sans couture sont recommandés, mais une couture est autorisée à condition qu'elle n'augmente pas de manière appréciable la rugosité de la surface déjà sèche du fait du tissage.

NOTE — Au cas où le diamètre de la tige est assez différent de celui du capteur, un manchon sans couture ne peut pas être bien adapté à la fois sur le capteur et sur la tige (voir 5.2.3).

**5.2.2** Après la fabrication, le manchon et la mèche, s'il y en a une, doivent être bouillis pendant environ 15 min dans une solution aqueuse à environ 5 % (m/m) de carbonate de sodium décahydraté, puis rincés soigneusement dans de l'eau pure (voir 5.3) et enfin bouillis dans de l'eau pure pendant au moins 15 min. Après cette opération, il ne faut plus les toucher avec les doigts. De temps à autre, le manchon et la mèche peuvent être ôtés de l'instrument et lavés de cette façon.

**5.2.3** Le manchon doit recouvrir complètement le capteur du thermomètre et lui être ajusté convenablement sans être trop serré. Il doit se prolonger sur la tige sur une distance telle que l'erreur sur la température observée du réservoir humide due à la conduction de la chaleur le long de la tige ne dépasse pas 0,05 °C, si la température du réservoir sec dépasse 40 °C, ou 0,1 °C, si la température du réservoir sec ne dépasse pas 40 °C. Une méthode pouvant être utilisée pour déterminer la longueur minimale que doit avoir le manchon sur la tige pour satisfaire à cette condition est décrite dans l'annexe B.

NOTE — Pour un thermomètre à mercure en verre du type gravé sur tige, une distance de deux fois le diamètre de la tige est habituellement appropriée.

**5.2.4** La tige de chaque thermomètre doit être libre d'obstacles et exposée librement au flux d'air sur une longueur mesurée à partir du capteur et qui ne soit pas inférieure à 1,5 fois la longueur de recouvrement du manchon exigée par 5.2.3.

**5.2.5** Lorsque l'on se sert du psychromètre, le manchon doit être entièrement imprégné d'eau, ce que l'on peut contrôler d'après son aspect brillant dans un rayon de lumière.

**5.2.6** Chaque fois qu'il est fixé ou réadapté au thermomètre humide et à d'autres occasions de temps à autre, le manchon doit être lavé, en le laissant en place, avec de l'eau pure, à l'aide d'un récipient de laboratoire tel qu'une pissette. Il doit être remplacé dès qu'apparaît tout signe de changement permanent.

1) L'usage des termes « partie conique du réservoir » est compatible avec l'ISO 386.

**5.2.7** Si une mèche est prévue, elle doit être fabriquée en fil torsadé de coton blanc et sa section transversale doit permettre une alimentation adéquate en eau du manchon du thermomètre humide pour les taux les plus élevés d'évaporation. La longueur libre de la mèche doit être d'au moins deux fois le diamètre du thermomètre humide et d'au moins trois fois le diamètre de la mèche, permettant d'être sûr que l'eau arrivant au manchon est déjà pratiquement à la température du thermomètre humide. La mèche doit être lâche.

**5.2.8** Si une mèche est prévue, l'air qui passe sur la mèche autrement que très près du réservoir humide ne doit pas entrer en contact avec ce dernier. En cas de ventilation axiale, la mèche doit être fixée sur l'extrémité du manchon qui est située sur la tige.

**5.2.9** Le réservoir d'eau ne doit pas faire obstacle au flux d'air et son contenu ne doit pas modifier l'humidité de l'échantillon d'air.

**5.2.10** Le niveau de l'eau dans le réservoir d'eau ne doit pas descendre de plus de 50 mm au-dessous du niveau de la partie du réservoir humide située le plus bas.

### 5.3 Eau

On peut préparer une eau appropriée en utilisant des techniques de distillation ou de déionisation.

### 5.4 Air

**5.4.1** Le flux d'air passant sur le thermomètre humide et le thermomètre sec doit être constitué par un courant d'air forcé à une vitesse de  $4 \pm 1$  m/s, dans le cas de ventilation transversale, et de  $2 \pm 0,5$  m/s, dans le cas de ventilation axiale.

**5.4.2** L'échantillon d'air ne doit rencontrer aucun obstacle ni passer au travers du ventilateur avant de passer sur le thermomètre humide et le thermomètre sec.

**5.4.3** Dans le cas du flux axial, le flux doit être dirigé de l'extrémité libre de chaque capteur vers l'extrémité du support.

**5.4.4** Aucun air qui a été refroidi par le thermomètre humide ou par la mèche ne doit entrer en contact avec le thermomètre sec.

NOTE — Ceci peut être obtenu si l'on dispose de deux flux d'arrivée d'air séparés.

L'air qui est sorti de l'instrument ne doit pas retourner vers l'air entrant.

## 5.5 Écrans de protection contre le rayonnement

**5.5.1** Tout écran de protection contre le rayonnement doit être constitué d'une feuille de métal. Les surfaces qui doivent être polies doivent être fabriquées en un métal non recouvert qui conservera son brillant.

**5.5.2** Dans le cas de ventilation transversale, des écrans anti-rayonnement peuvent être prévus pour protéger le capteur humide et le capteur sec des rayonnements étrangers. De plus, un écran peut être prévu entre les capteurs.

Les écrans doivent présenter une forme permettant au flux d'air de passer sur chaque capteur et sur la partie de la tige support de chaque capteur ainsi que la partie de la mèche, s'il y en a une, qui se trouvent dans le champ de l'écran.

Toutes les surfaces de l'écran qui font face à l'un des, ou aux deux, capteurs doivent être noircies; toutes les autres surfaces de l'écran doivent être polies.

**5.5.3** Dans le cas de ventilation axiale, un écran antirayonnement cylindrique et concentrique séparé doit être prévu pour chaque capteur, et il doit être poli à l'intérieur et à l'extérieur. Les écrans doivent être semblables et leurs diamètres ne doivent pas être inférieurs à  $1,75 d$  ni supérieurs à  $2,5 d$ ,  $d$  étant le diamètre hors tout du capteur humide (y compris le manchon du thermomètre humide).

La longueur et les emplacements des écrans doivent être tels qu'une ligne tracée pour relier les deux extrémités antérieures des écrans soit perpendiculaire aux axes, et que l'écran s'étende au-delà de chaque extrémité du manchon humide, cette extension n'étant ni inférieure à  $d$  ni supérieure à  $3 d$ .

Sauf dans le cas où une deuxième paire d'écrans antirayonnement cylindriques et concentriques est prévue à l'extérieur des premières, l'entrée de chaque écran doit avoir une forme évasée, l'écran étant recourbé vers l'extérieur au niveau de l'entrée de telle sorte que, selon une coupe transversale, sa forme dans cette zone se rapproche d'un quart de cercle dont le rayon ne doit pas être inférieur à  $0,75 d$  ni supérieur à  $1,5 d$ .

Si une deuxième paire d'écrans antirayonnement cylindriques et concentriques est prévue autour des premières, ces écrans doivent être polis à l'intérieur comme à l'extérieur, et les écrans intérieurs doivent être des cylindres uniformes sur toute leur longueur. L'entrée de chaque écran extérieur doit avancer légèrement par rapport à l'entrée de l'écran intérieur et doit présenter une forme évasée, son rayon dans la section transversale n'étant ni inférieur à  $d$  ni supérieur à  $2 d$ . Un flux d'air, à un débit approximativement égal à celui de l'air pénétrant dans l'écran intérieur, doit pénétrer dans l'espace situé entre les écrans intérieurs et extérieurs.

NOTE — Comme il est poli à l'intérieur, l'écran placé autour du thermomètre humide ventilé axialement réduit, par un facteur de trois environ, le transfert global net au thermomètre humide de la chaleur rayonnante de son environnement. C'est pourquoi, à la différence de l'écran noirci à l'intérieur dans le cas de la ventilation transversale, l'écran joue un rôle essentiel dans la détermination de la valeur du coefficient  $A$  du psychromètre. Si l'écran était noirci à l'intérieur dans le cas de la ventilation axiale, la valeur de  $A$  serait augmentée et serait de 8 % supérieure à la valeur que l'on a pour la ventilation transversale (avec ou sans écran noirci intérieurement). La vitesse d'air pour la ventilation axiale devrait alors être augmentée et passer de 2 m/s à environ 16 m/s pour faire disparaître cette différence. Les conditions spécifiées pour le cas de flux axial ressemblent quelque peu à celles qui se présentent dans le cas des psychromètres du type Assmann.

## 6 Mode opératoire

### 6.1 Emplacement

Autant que possible, choisir un emplacement où l'air constitue un échantillon représentatif et où il ne subit pas l'influence de facteurs tels que machines ou personnel.

### 6.2 Préparation pour l'essai

S'assurer que l'eau a bien humidifié la totalité du manchon du thermomètre humide. Si le manchon était sec auparavant, attendre quelques minutes pour obtenir la saturation. Éviter de toucher des doigts le manchon ou la mèche, s'il y en a une. S'assurer que le thermomètre sec est bien sec.

### 6.3 Ventilation et observation

**6.3.1** Mettre en marche le flux d'air et le maintenir en marche jusqu'à ce que l'on obtienne une température constante du thermomètre humide ou bien une variation cyclique régulière de la température du thermomètre humide.

NOTE — Avec les thermomètres à mercure en verre, un temps de ventilation d'environ 2 min est généralement nécessaire.

Si l'on effectue les mesurages dans un espace relativement restreint et fermé et que l'on observe une élévation régulière des températures du thermomètre humide et du thermomètre sec, vérifier si ce ne sont pas la chaleur et l'humidité produites par l'instrument lui-même qui modifient les conditions.

**6.3.2** Lire les thermomètres avec la précision nécessaire, en tenant compte des spécifications de 5.1.2.

**6.3.3** Lorsque les mesurages sont effectués dans des conditions pratiquement constantes, par exemple lorsque le cycle de mesure est long en comparaison du temps de mesure, répéter les opérations spécifiées en 6.3.1 et 6.3.2, en humidifiant le manchon à nouveau si nécessaire, jusqu'à ce que sur trois lectures successives il n'y ait pas deux différences psychrométriques variant de plus de la valeur appropriée spécifiée dans le tableau 1.

**6.3.4** Lorsque les mesurages sont effectués dans des conditions variant rapidement au cours du temps de mesure, effectuer plusieurs lectures pendant au moins deux cycles complets.

NOTE — Lorsque les mesurages sont effectués alors que les conditions sont modifiées au cours de la mesure, les lectures peuvent ne pas être valables.

**6.3.5** Si cela est nécessaire, corriger les lectures des thermomètres, et donc la différence psychrométrique, conformément à l'étalonnage des thermomètres effectué auparavant.

## 7 Expression des résultats

### 7.1 Détermination à partir d'une table ou d'un diagramme psychrométrique

Utiliser une table ou un diagramme psychrométrique dont les valeurs indiquées correspondent aux équations et à la valeur appropriée du coefficient psychrométrique  $A$  tel qu'il est donné en 7.2 et, à partir de la température du thermomètre sec et de la différence psychrométrique, déduire l'humidité relative et l'humidité dans n'importe quelle autre unité désirée. Pour faciliter l'identification des tables ou diagrammes appropriés, les valeurs de l'humidité relative pour diverses températures du thermomètre humide ainsi que les différences psychrométriques sont données dans l'annexe C pour la pression atmosphérique normale et trois valeurs appropriées de  $A$ , à savoir  $6,5 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ ,  $6,7 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$  et  $6,9 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ .

### 7.2 Détermination par le calcul

**7.2.1** Déterminer la pression partielle de la vapeur d'eau dans l'échantillon d'air,  $p$ , à partir de l'équation psychrométrique suivante ou à partir d'une équation similaire équivalente pour les conditions existantes:

$$p = p_w(t_w) - Ap_T(t - t_w)$$

où

$p_w(t_w)$  est la pression de saturation de la vapeur d'eau à la température du thermomètre humide;

$t$  est la température du thermomètre sec, en degrés Celsius;

$t_w$  est la température du thermomètre humide, en degrés Celsius;

$p_T$  est la pression atmosphérique totale;

$A$  est le coefficient psychrométrique, en kelvins à la puissance moins un.

NOTE — Les pressions  $p$ ,  $p_w(t_w)$  et  $p_T$  doivent être exprimées dans les mêmes unités.

La valeur de  $A$  doit être choisie dans la plage comprise entre  $6,5 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$  et  $6,9 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ . Si une valeur de  $A$  a été déterminée pour un type particulier de psychromètre et qu'elle est située dans cette plage, elle doit être utilisée. Si une valeur a été déterminée mais qu'elle est située en dehors de la plage, il faut alors utiliser la valeur extrême la plus proche dans cette plage. S'il n'a pas été déterminé de valeurs de  $A$ , il faut alors utiliser la valeur  $6,7 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$ .

NOTE — Par exemple, si, à 20 °C et à la pression atmosphérique normale, l'emploi de la valeur  $6,5 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$  pour  $A$  donne une valeur de 50,0 % d'humidité relative, l'emploi de la valeur  $6,9 \times 10^{-4} \text{ K}^{-1}$  donnerait une valeur de 48,9 %.

**7.2.2** L'humidité relative, exprimée en pourcentage, est donnée par la formule

$$100 p/p_w(t)$$

où  $p_w(t)$  est la pression partielle de saturation de la vapeur d'eau à la température du thermomètre sec,  $t$ .