

---

# Norme internationale



# 5219

---

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

---

## Distribution et diffusion d'air — Essai en laboratoire et présentation des caractéristiques aérauliques des bouches d'air

*Air distribution and air diffusion — Laboratory aerodynamic testing and rating of air terminal devices*

Première édition — 1984-06-15 (standards.iteh.ai)

[ISO 5219:1984](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3d71eba-e482-4bec-9f6a-3f2f08012665/iso-5219-1984)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3d71eba-e482-4bec-9f6a-3f2f08012665/iso-5219-1984>

---

CDU 697.922 : 533.6.08

Réf. n° : ISO 5219-1984 (F)

**Descripteurs** : écoulement d'air, aérodynamique, distribution d'air, diffusion de l'air, bouche d'air, essai, essai de laboratoire, mesurage de débit, débit, mesurage de pression, mesurage de vitesse.

Prix basé sur 28 pages

## 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 5219 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 144 *Distribution et diffusion d'air*, et a été soumise aux comités membres en avril 1981.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée : [ISO 5219:1984](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3d71eba-e482-4bec-9f6a-3f2f08912665/iso-5219-1984>

Afrique du Sud, Rép. d'	Corée, Rép. de	Royaume-Uni
Allemagne, R.F.	Égypte, Rép. arabe d'	Suède
Australie	Italie	Suisse
Autriche	Pologne	Tchécoslovaquie
Belgique	Roumanie	USA

Le comité membre du pays suivant l'a désapprouvée pour des raisons techniques :

France

# Distribution et diffusion d'air – Essai en laboratoire et présentation des caractéristiques aérauliques des bouches d'air

## 1 Généralités

### 1.1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale a pour but de normaliser des essais aérauliques en laboratoire et de présenter des caractéristiques des bouches d'air, en spécifiant notamment les moyens d'essai et les techniques de mesure appropriés.

La présente Norme internationale ne donne que les essais de détermination des caractéristiques des bouches d'air dans des conditions isothermes. L'annexe D<sup>1)</sup> donne des spécifications pour une méthode d'essais supplémentaire mais non obligatoire dans des conditions non isothermes.

### 1.2 Définitions

Toutes les définitions sont conformes à l'ISO 3258 et à ce qui suit:

#### 1.2.1 Caractéristiques de fonctionnement des bouches d'air

**1.2.1.1 dimensionnement nominal d'une bouche d'air:** Valeur nominale des dimensions de l'ouverture préparée pour y monter la bouche d'air.

NOTE – Pour un diffuseur d'air, le dimensionnement nominal est généralement désigné sous le nom de « dimensionnement du col ».

#### 1.2.1.2 Noyau et aires caractéristiques

**1.2.1.2.1 noyau d'une bouche d'air:** Partie d'une bouche d'air qui se trouve à l'intérieur d'une surface convexe fermée d'aire minimale et à l'intérieur de laquelle se trouvent toutes les ouvertures de la bouche d'air susceptibles de laisser passer l'air.

**1.2.1.2.2 aire efficace (d'une bouche d'air):** Aire de la plus petite section de passage offerte à l'écoulement de l'air à travers la bouche d'air.

**1.2.1.2.3 aire libre (d'une bouche d'air):** Somme des aires minimales des sections de passage d'air de la bouche d'air.

**1.2.1.2.4 noyau d'une grille:** Partie d'une grille intérieure à une courbe plane convexe fermée, de périmètre minimal, à l'intérieur de laquelle se trouvent toutes les performances de la grille.

**1.2.1.2.5 aire du noyau (d'une grille):** Aire de la section limitée par la courbe plane définie plus haut.

**1.2.1.2.6 aire libre (d'une grille):** Somme des aires minimales mesurées de chacune des ouvertures à travers lesquelles l'air peut passer.

**1.2.1.2.7 rapport de l'aire libre (d'une grille):** Rapport de l'aire libre à l'aire du noyau.

**1.2.1.2.8 grandeur  $A_k$  (d'une bouche d'air):** Quotient obtenu en divisant un débit d'air mesuré et une vitesse d'air mesurée suivant un processus déterminé à l'aide d'un instrument déterminé.

#### 1.2.1.3 Rapport d'aspect et coefficient d'ailette

**1.2.1.3.1 rapport d'aspect (d'une bouche d'air rectangulaire):** Rapport du grand au petit côté du noyau rectangulaire.

**1.2.1.3.2 coefficient d'ailette (d'une grille):** Rapport de la corde au pas de la grille.

#### 1.2.1.4 Expressions spéciales relatives à l'air

**1.2.1.4.1 air normal:** Air atmosphérique de masse volumique, 1,2 kg/m<sup>3</sup>, à 20 °C, 101 325 Pa (1 013,25 mbar) et d'humidité relative 65 %.

**1.2.1.4.2 air primaire:** Air qui pénètre dans une bouche d'alimentation par un conduit disposé en amont de celle-ci.

**1.2.1.4.3 air secondaire:** Écoulement d'air en provenance de l'espace à traiter, résultant de l'alimentation en air primaire d'une bouche d'alimentation.

**1.2.1.4.4 air évacué:** Air qui quitte une bouche d'évacuation par un conduit disposé en aval de celle-ci.

1) L'annexe D est en cours d'élaboration au sein de ISO/TC 144/SC 1 et sera adjointe au présent texte une fois approuvée.

**1.2.1.5** Expressions particulières relatives aux caractéristiques de fonctionnement en diffusion de l'air

**1.2.1.5.1 différence de température au soufflage:** Différence algébrique entre la température de l'air primaire et la température moyenne de l'air mesurée dans la zone d'occupation.

**1.2.1.5.2 différence de température à l'évacuation:** Différence algébrique entre la température de l'air évacué et la température moyenne de l'air mesurée dans la zone d'occupation.

**1.2.1.5.3 température moyenne de l'air mesurée dans la zone d'occupation:** Moyenne arithmétique des valeurs mesurées de la température de l'air dans la zone d'occupation.

**1.2.1.5.4 écart des températures de la zone d'occupation:** Valeur maximale de la différence des températures de l'air relevées en deux emplacements quelconques de mesure de la zone d'occupation.

**1.2.1.5.5 débit d'air primaire:** Volume d'air pénétrant dans une bouche d'alimentation dans l'unité de temps.

**1.2.1.5.6 débit d'air évacué:** Volume d'air quittant une bouche d'évacuation dans l'unité de temps.

**1.2.1.5.7 vitesse d'air locale:** Intensité de la moyenne temporelle du vecteur vitesse en un point d'un écoulement d'air.

Le vecteur vitesse (et par conséquent ses trois composantes orthogonales  $u$ ,  $v$ ,  $w$ ) en tout point d'un écoulement turbulent est l'objet de fluctuations dans le temps. La moyenne temporelle du vecteur vitesse est un vecteur dont chaque composante est la moyenne temporelle de la composante correspondante du vecteur vitesse. Les composantes étant:

$$\bar{u} = \frac{1}{T} \int_0^T u dt; \bar{v} = \frac{1}{T} \int_0^T v dt;$$

$$\bar{w} = \frac{1}{T} \int_0^T w dt;$$

la vitesse d'air locale est donc:

$$\sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2 + \bar{w}^2}$$

**1.2.1.5.8 vitesse d'air locale mesurée:** Valeur mesurée pour la vitesse d'air locale.

**1.2.1.5.9 enveloppe:** Surface lieu géométrique des points d'un espace à traiter correspondant à une valeur déterminée de la vitesse d'air locale mesurée et appelée « vitesse de référence » associée à cette enveloppe.

**1.2.1.5.10 vitesse d'air dans la pièce:** Valeur de la vitesse déduite par convention à partir des diverses vitesses d'air locales mesurées dans la zone d'occupation.

**1.2.1.5.11 vitesse au col:** Pour une bouche d'alimentation, quotient du débit d'air primaire à l'aire libre.

Pour une bouche d'évacuation, quotient du débit d'air évacué par l'aire libre.

**1.2.1.5.12 portée** (pour une bouche d'alimentation): Distance maximale entre le centre du noyau et un plan tangent à une enveloppe déterminée (telle que 0,25 m/s, 0,5 m/s, etc.) et normal à la direction prévue pour l'écoulement.

**1.2.1.5.13 chute** (pour une bouche d'alimentation): Distance verticale entre le plan horizontal le plus bas tangent à une enveloppe déterminée (telle que 0,25 m/s, 0,5 m/s, etc.) et le centre du noyau.

**1.2.1.5.14 ascension** (pour une bouche d'alimentation): Distance verticale entre le plan horizontal le plus élevé tangent à une enveloppe déterminée (telle que 0,25 m/s, 0,5 m/s, etc.) et le centre du noyau.

**1.2.1.5.15 portée latérale** (pour une bouche d'alimentation): Distance maximale entre deux plans verticaux tangents à une enveloppe déterminée (telle que 0,25 m/s, 0,5 m/s, etc.) et perpendiculaires à un plan passant par le centre du noyau.

Il peut y avoir deux portées latérales différentes, de valeur inégale: l'une à gauche, l'autre à droite (définies en regardant l'espace à traiter à partir de la bouche d'alimentation).

1.3 Symboles

La nomenclature suivante est utilisée dans la présente Norme internationale :

Symbole	Grandeur	Unité SI correspondante	Dimensions
$A$	Aire	$m^2$	$L^2$
$A_d$	Aire correspondant au dimensionnement nominal du conduit auquel l'appareil est adapté	$m^2$	$L^2$
$A_k$	Grandeur $A_k = \left(\frac{q_V}{v_k}\right)$	$m^2$	$L^2$
$b_R$	Largeur de la salle ou de l'installation d'essai	$m$	$L$
$D_e$	Diamètre équivalent $\left(\sqrt{\frac{4 \times A_d}{\pi}}\right)$	$m$	$L$
$D_h$	Diamètre hydraulique $\left(\frac{4 \times A_d}{\text{périmètre}}\right)$	$m$	$L$
$d$	Diamètre	$m$	$L$
$h_D$	Hauteur frontale d'une grille ou d'un diffuseur linéaire	$m$	$L$
$h_R$	Hauteur de la salle ou de l'installation d'essai	$m$	$L$
$l_R$	Longueur de la salle ou de l'installation d'essai	$m$	$L$
$p$	Pression absolue	$Pa$	$ML^{-1}T^{-2}$
$p_a$	Pression atmosphérique	$Pa$	$ML^{-1}T^{-2}$
$p_s$	Pression effective ( $p - p_a$ )	$Pa$	$ML^{-1}T^{-2}$
$p_r$	Pression d'arrêt	$Pa$	$ML^{-1}T^{-2}$
$p_t$	Pression totale ( $p_r - p_a$ )	$Pa$	$ML^{-1}T^{-2}$
$p_d$	Pression dynamique $\left(\rho \frac{v^2}{2}\right)$	$Pa$	$ML^{-1}T^{-2}$
$\Delta p$	Pression différentielle (pour un appareil déprimogène)	$Pa$	$ML^{-1}T^{-2}$
$q_V$	Débit-volume	$m^3/s$	$L^3T^{-1}$
$v$	Vitesse	$m/s$	$LT^{-1}$
$v_m$	Vitesse débitante	$m/s$	$LT^{-1}$
$v_k$	Vitesse de référence pour déterminer la grandeur $A_k$ , $\left(\frac{q_V}{A_k}\right)$	$m/s$	$LT^{-1}$
$v_x$	Vitesse maximale à la distance $x$ du centre de la bouche d'alimentation	$m/s$	$LT^{-1}$
$X$	Portée	$m$	$L$
$Y$	Portée latérale	$m$	$L$
$Z$	Chute	$m$	$L$
$\zeta$	Coefficient de perte	—	Nombre sans dimension
$\Theta$	Température thermodynamique	$K$	$\Theta$
$\rho$	Masse volumique	$kg/m^3$	$ML^{-3}$

## 2 Instrumentation

### 2.1 Mesurage du débit d'air

2.1.1 Les débitmètres doivent avoir les étendues et précisions suivantes :

Étendue	Précision de mesure
Au-dessus de 0,07 m <sup>3</sup> /s	2,5 %
De 0,007 à 0,07 m <sup>3</sup> /s	5 %
En dessous de 0,007 m <sup>3</sup> /s	0,0009 m <sup>3</sup> /s

Toutes les méthodes remplissant les conditions de l'ISO 5221<sup>1)</sup> donnent les précisions requises ci-dessus et ne suscitent pas d'étalonnage.

Des débitmètres peuvent aussi être étalonnés *in situ* par les méthodes d'exploration au tube de Pitot double décrites dans l'ISO 3966<sup>2)</sup>.

2.1.2 Les débitmètres doivent être contrôlés à intervalles appropriés ne dépassant pas 24 mois. Le contrôle peut prendre l'une des formes suivantes :

- vérification dimensionnelle pour tous les débitmètres ne nécessitant pas d'étalonnage ;
- étalonnage de contrôle sur toute leur étendue par la méthode initialement employée pour les débitmètres étalonnés *in situ* ;
- vérification par rapport à un débitmètre remplissant les conditions des normes ISO sur les débitmètres.

### 2.2 Mesurage de la pression

2.2.1 Le mesurage de la pression dans le conduit doit se faire à l'aide d'un manomètre étalonné rempli de liquide.

2.2.1.1 L'intervalle maximal d'échelle ne doit pas être supérieur aux caractéristiques indiquées ci-dessous en fonction de l'étendue du manomètre.

Étendue Pa	Intervalle maximal d'échelle Pa
De 1,25 à 25	1,25
De 25 à 250	2,5
De 250 à 500	5,0
Au-dessus de 500	25

2.2.1.2 Pour les mesurages de débit d'air, la pression différentielle doit être d'au moins :

- 25 Pa pour un manomètre à tube incliné ou un micromanomètre ;
- 500 Pa pour un manomètre vertical.

2.2.1.3 Les étalons sont :

- pour les instruments d'étendue comprise entre 1,25 et 25 Pa, un micromanomètre de précision  $\pm 0,25$  Pa ;
- pour les instruments d'étendue comprise entre 25 et 500 Pa, un manomètre de précision  $\pm 2,5$  Pa (manomètre à pointe ou micromanomètre) ;
- pour les instruments d'étendue égale à 500 Pa ou plus, un manomètre de précision  $\pm 25$  Pa (manomètre vertical).

### 2.3 Mesurage de la température

La température doit être mesurée à l'aide de thermomètres à mercure, de thermomètres à résistance ou de thermocouples. Les instruments doivent être gradués ou permettre des relevés à intervalles inférieurs ou égaux à 0,5 K et avoir une précision d'étalonnage de 0,25 K.

### 2.4 Mesurage de la vitesse

2.4.1 Le mesurage des faibles vitesses à l'intérieur des espaces à traiter en vue de définir les caractéristiques de fonctionnement des bouches d'air doit se faire à l'aide d'un dispositif décrit à l'annexe A.

2.4.2 Le mesurage des vitesses dans les bouches d'air en vue de déterminer la vitesse caractéristique  $v_k$  doit se faire à l'aide d'un dispositif décrit à l'annexe B.

## 3 Vérification des caractéristiques de pression

### 3.1 Mesure de la pression requise à l'entrée d'une bouche d'alimentation

Pour une valeur donnée du débit, la pression requise à l'entrée d'une bouche d'air est fonction du type et du dimensionnement de la bouche ainsi que du profil des vitesses en amont de celle-ci. On emploiera un conduit d'essai normalisé disposé immédiatement en amont de la bouche d'air. Si celle-ci comporte déjà un dispositif dans un conduit à l'entrée, un régularisateur d'écoulement ou un registre faisant partie intégrante de la bouche, le conduit d'essai normalisé doit être placé immédiatement en amont d'un tel élément faisant partie intégrante de la bouche.

1) ISO 5221, *Distribution et diffusion de l'air — Principes directeurs pour la technique de mesure du débit d'air dans un conduit aéraulique.*

2) ISO 3966, *Mesure de débit des fluides dans les conduites fermées — Méthodes d'exploration du champ des vitesses au moyen de tubes de Pitot doubles.*

**3.1.1** Le circuit d'essai doit comporter au minimum un ventilateur, un dispositif de réglage du débit d'air, un dispositif de mesure du débit et un conduit d'essai normalisé pour la bouche d'air. Les essais doivent avoir lieu dans des conditions isothermes.

**3.1.2** On doit procéder à des essais de pression de la bouche d'air seule ou de la bouche d'air en combinaison avec un régulateur d'écoulement ou un registre de manière à établir une pression pour un débit d'air donné. Monter la bouche d'air sur l'une des deux installations d'essai décrites en 3.1.3 (figure 1) ou 3.1.5 (figure 2). Les essais doivent être faits en position d'ouverture normale du régulateur d'écoulement ou du registre pour définir la pression minimale. Les essais de pression d'une bouche d'air doivent être rapportés explicitement à une position de réglage donnée.

Deux méthodes peuvent être utilisées pour déterminer la pression requise dans l'installation d'essai A : dans l'une, on mesure la pression effective (voir 3.1.3) et dans l'autre, on mesure directement la pression totale (voir 3.1.4).

### 3.1.3 Mesure de la pression effective dans la première installation d'essai A

Monter la bouche d'air sur un conduit d'essai dont la section droite correspond au dimensionnement nominal de la bouche ou aux dimensions normalement recommandées par le fabricant. Le conduit doit avoir une longueur droite dans laquelle doit se trouver un dispositif antigiratoire efficace situé à au moins trois diamètres équivalents ( $D_e$ ) de tout élément de la bouche d'air. Il est recommandé que les cellules du dispositif aient une longueur axiale au moins égale à six fois le diamètre hydraulique de leur section de passage.

**3.1.3.1** L'installation d'essai doit généralement être construite de la manière indiquée à la figure 1. Le plan de mesure sera situé à 1,5 diamètre équivalent en amont de la bouche d'air. Une exploration de pression effective sera réalisée sur deux diamètres orthogonaux de manière à obtenir une valeur maximale et une valeur minimale. La pression mesurée au point d'essai choisi dans le plan de mesure ne doit pas s'écarter de plus de 10 % des valeurs maximale et minimale relevées dans ce plan.

**3.1.3.2** Enregistrer les résultats pour un minimum de quatre débits d'air convenablement répartis dans la moitié supérieure de la gamme de service de chaque bouche d'air essayée.

**3.1.3.3** La pression totale dans le plan de mesure sera considérée conventionnellement comme étant la somme de la pression effective mesurée et de la pression dynamique calculée à partir de la vitesse obtenue en divisant le débit d'air par l'aire de la section transversale du conduit. Les pressions ainsi obtenues peuvent aussi être ramenées à une masse volumique normale de l'air de 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.1.4 Mesure directe de la pression totale dans la première installation d'essai A

L'installation d'essai et le plan de mesure seront les mêmes que ceux décrits à la figure 1 et en 3.1.3. Un tube de Pitot servira à mesurer successivement la pression totale en cinq points du plan. Ces cinq points sont répartis de la manière indiquée à la figure 2. L'un se trouve sur l'axe du conduit, les quatre autres sur deux diamètres orthogonaux à une distance de l'axe du

conduit égale à 0,4 fois le diamètre de la section transversale. La pression totale sera considérée conventionnellement comme étant la moyenne arithmétique des cinq mesures de pression totale enregistrées. Les pressions ainsi obtenues peuvent aussi être ramenées à une masse volumique normale de l'air de 1,2 kg/m<sup>3</sup>. Si la section est rectangulaire, les mesurages se font sur des diagonales dont la longueur sert de dimension de référence pour la localisation des quatre points supplémentaires comme l'indique la figure 6.

**3.1.4.1** Enregistrer les résultats pour un minimum de quatre débits d'air convenablement répartis dans la moitié supérieure de la gamme de service de chaque bouche d'air essayée. La pression peut être ramenée à des conditions normales de masse volumique.

### 3.1.5 Mesure de la pression effective dans la première installation d'essai B

Construire l'installation d'essai de la manière indiquée à la figure 3 de façon à respecter la relation :

$$\frac{q_V}{A} < \sqrt{\frac{p_s}{5 \rho}}$$

où

$q_V$  est le débit-volune;

$A$  est l'aire de la section intérieure de la chambre;

$p_s$  est la pression requise.

$\rho$  est la masse volumique.

NOTE — La masse volumique normale de l'air étant  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ , la formule devient

$$\frac{q_V}{A} < \sqrt{\frac{p_s}{6}}$$

Monter la bouche d'air à essayer sur un tronçon de conduit d'essai de la dimension nominale de la bouche et de longueur égale à la plus grande des deux valeurs suivantes  $D_e$  ou 0,15 m. Il est recommandé de prendre un conduit à entrée conique.

Mesurer la pression requise à l'aide d'au moins une prise de pression statique à la paroi située à moins de 0,05 m de la surface intérieure de la plaque de montage de la bouche d'air.

Prévoir dans la chambre des dispositifs régulateurs y assurant un écoulement relativement uniforme et sans giration une fois la plaque de montage de la bouche d'air enlevée.

**3.1.5.1** Enregistrer les résultats pour un minimum de quatre débits d'air convenablement répartis dans la moitié supérieure de la gamme de service de chaque bouche d'air essayée.

**3.1.5.2** La pression mesurée  $p_s$  sera considérée conventionnellement comme étant la pression totale  $p_t$  et elle peut être ramenée aux conditions normales de masse volumique de l'air de 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.1.6 Présentation des résultats

**3.1.6.1** Ramener les résultats aux conditions normales de l'air et déterminer la pression requise à la bouche d'air sur un graphique donnant la pression totale en fonction du débit de l'air.

**3.1.6.2** Calculer le coefficient de perte  $\zeta$  à l'aide des relations appropriées suivantes, basées sur les pressions mesurées en 3.1.3, 3.1.4 et 3.1.5:

$$\zeta = \frac{p_s}{p_d} + 1 \text{ (voir 3.1.3)}$$

$$\zeta = \frac{p_t}{p_d} \text{ (voir 3.1.4 et 3.1.5)}$$

où  $p_s$  ou  $p_t$  est la grandeur mesurée et  $p_d$  est calculée comme

$$\text{étant } \frac{\rho}{2} \left( \frac{q_v}{A_d} \right)^2$$

(où  $\rho$  et  $q_v$  correspondent aux conditions de l'écoulement dans le conduit d'essai).

Le coefficient de perte  $\zeta$  peut suffire à remplacer le graphe donnant la pression totale en fonction du débit-volume d'air.

### 3.2 Mesure de la pression requise au refoulement d'une bouche d'évacuation

À une valeur donnée de débit, la pression requise au refoulement d'une bouche d'évacuation est fonction du type et du dimensionnement de la bouche ainsi que du profil des vitesses en amont et en aval de celle-ci. On emploiera un conduit d'air normalisé qu'on place immédiatement en aval de la bouche d'air. Si celle-ci comporte un conduit de raccordement, un dispositif régularisateur d'écoulement ou un registre faisant partie intégrante de la bouche d'air, le conduit d'essai normalisé doit être placé immédiatement à l'aval de ce conduit ou autre accessoire incorporé.

**3.2.1** Le circuit d'essai doit comporter au minimum un ventilateur, un dispositif de réglage du débit d'air, un dispositif de mesure du débit et un conduit d'essai normalisé pour la bouche d'air. Les essais doivent avoir lieu dans des conditions isothermes.

**3.2.1.1** Monter la bouche à essayer dans un simulacre de paroi ou de plafond avec le système de fixation recommandé par le fabricant. Si les bouches d'air sont circulaires ou carrées la surface de montage doit s'étendre de chaque côté de la bouche sur au moins  $2 D_e$  comptés à partir de l'extérieur de celle-ci.

Si les bouches d'air ont la forme de fentes ou des formes similaires la surface doit se prolonger sur au moins deux largeurs de fente de chaque côté de la bouche.

Avec les bouches d'air d'évacuation spéciales, telles que lumineuses à extraction de chaleur où, dans le plan de la surface du plafond, la vitesse ne dépasse pas 1 m/s, il n'est pas besoin de prolongement de la surface.

**3.2.2** Procéder à des essais de pression de la bouche d'évacuation seule ou de la bouche raccordée à des conduits, régularisateurs d'écoulement ou registres, de manière à établir une pression pour un débit d'air donné. Monter la bouche d'air dans l'une des installations d'essai décrites en 3.2.3 (figure 4) ou 3.2.5 (figure 5).

Les mesurages doivent être faits en position d'ouverture normale du registre pour définir la pression minimale. Les essais de pression d'une bouche d'évacuation doivent être rapportés explicitement à une position de réglage donnée.

Deux méthodes peuvent être utilisées pour déterminer les pressions requises dans l'installation d'essai C: l'une mesure la pression effective (voir 3.2.3), l'autre directement la pression totale (voir 3.2.4).

### 3.2.3 Mesure de la pression effective dans la première installation d'essai C, pour les bouches d'évacuation (à l'exclusion des bouches à transfert d'air)

Monter la bouche d'air sur un conduit d'essai dont la section droite correspond au dimensionnement nominal de la bouche ou aux dimensions normalement recommandées par le fabricant. Le conduit doit avoir une longueur droite dans laquelle doit se trouver un dispositif antigiratoire efficace situé à au moins  $7,5$  diamètres équivalents ( $D_e$ ) de tout élément de la bouche d'évacuation. Il est recommandé que les cellules du dispositif aient une longueur axiale au moins égale à six fois le diamètre hydraulique de leur section de passage.

**3.2.3.1** L'installation d'essai sera généralement construite de la manière indiquée à la figure 4. Pour déterminer dans quel plan effectuer les mesurages dans un tronçon de conduit rectiligne d'aire constante, il faut procéder à des mesurages de pression effective à intervalles de  $1 D_e$  au moins en aval de la bouche jusqu'à ce que la variation entre deux mesures soit presque nulle. On procède alors à une exploration de pression sur deux diamètres orthogonaux de manière à obtenir une valeur maximale et une valeur minimale. La pression mesurée au point d'essai choisi dans le plan de mesure ne doit pas s'écarter de plus de 10 % des valeurs maximale et minimale relevées dans ce plan.

**3.2.3.2** Enregistrer les résultats pour un minimum de quatre débits d'air convenablement répartis dans la moitié supérieure de la gamme de service de chaque bouche d'air essayé.

**3.2.3.3** La pression effective requise à la bouche est obtenue par correction des variations de pression effective le long du conduit grâce à l'équation:

$$p_{sD} = p_s - (0,02 L/D_h) p_d$$

où

$p_s$  est la pression effective (négative) mesurée sur l'axe du conduit dans la section où elle commence à ne plus varier de façon notable;

$L$  est la distance entre la bouche d'air et la section de mesure de  $p_s$ ;

$D_h$  est le diamètre hydraulique du conduit;

$p_d$  est la pression dynamique correspondant à la vitesse débitante dans le conduit d'essai.

**3.2.3.4** La pression totale dans le plan de mesure sera considérée conventionnellement comme étant la somme de la pression effective mesurée et de la pression dynamique calculée à partir de la vitesse obtenue en divisant le débit d'air par l'aire de la section transversale du conduit. Les pressions ainsi obtenues peuvent aussi être ramenées à une masse volumique normale de l'air de 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.2.4 Mesure directe de la pression totale dans la première installation d'essai C pour les bouches d'évacuation

L'installation d'essai est la même que celle décrite à la figure 4 et en 3.2.3.

**3.2.4.1** Le plan de mesure où est utilisé le tube Pitot double est le même que celui qui est décrit en 3.2.3.1. Les mesurages de pression totale et effective se font aux cinq mêmes points du plan définis en 3.1.4 et cela dans des plans successifs définis en 3.2.3.1. Si la différence maximale de pression effective entre les cinq points mesurés n'excède pas 2/10 de la pression effective moyenne mesurée dans le conduit, la valeur de la pression totale moyenne  $p_{tm}$  servant à calculer la perte de pression totale sera la moyenne arithmétique des valeurs de pression totale obtenues en chacun des cinq points.

**3.2.4.2** Enregistrer les résultats pour un minimum de quatre débits d'air convenablement répartis dans la moitié supérieure de la gamme de service de chaque bouche d'air essayée.

**3.2.4.3** La pression totale requise à la bouche sera obtenue par correction des variations de pression totale le long du conduit grâce à l'équation:

$$p_{td} = p_t - (0,02 L/D_h) p_d$$

La pression ainsi obtenue peut être ramenée aux conditions normales de masse volumique de 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.2.5 Mesure de la pression effective dans la première installation d'essai D pour les bouches d'évacuation

Construire l'installation d'essai de la manière indiquée à la figure 5 de manière à respecter la relation suivante:

$$\frac{q_V}{A} < \sqrt{\frac{p_s}{\rho}}$$

où

$q_V$  est le débit-volume;

$A$  est l'aire de la section intérieure de la chambre;

$p_s$  est la pression requise;

$\rho$  est la masse volumique.

NOTE — La masse volumique normale de l'air étant  $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ , la formule devient

$$\frac{q_V}{A} < \sqrt{\frac{p_s}{6}}$$

Monter la bouche d'air à essayer sur un tronçon de conduit d'essai de la dimension nominale de bouche et de longueur égale à la plus grande des deux valeurs suivantes:  $D_e$  ou 0,15 m.

Mesurer la pression requise à l'aide d'au moins une prise de pression statique à la paroi située à moins de 0,05 m de la surface intérieure de la plaque de montage de la bouche d'air.

Prévoir dans la chambre des dispositifs régularisateurs y assurant un écoulement relativement uniforme et sans giration une fois la plaque de montage de la bouche d'air enlevée.

**3.2.5.1** Enregistrer les résultats pour un minimum de quatre débits d'air convenablement répartis dans la moitié supérieure de la gamme de service de chaque bouche d'air essayée.

**3.2.5.2** La pression mesurée  $p_s$  sera considérée conventionnellement comme étant la pression totale  $p_t$  et elle peut être ramenée aux conditions normales de masse volumique de l'air de 1,2 kg/m<sup>3</sup>.

### 3.2.6 Présentation des résultats

**3.2.6.1** Ramener les résultats aux conditions normales de l'air et déterminer la pression requise à la bouche d'air sur un graphique donnant la pression totale en fonction du débit de l'air.

**3.2.6.2** Calculer le coefficient de perte  $\zeta$  à l'aide des relations appropriées suivantes, basées sur les pressions mesurées en 3.2.3, 3.2.4 et 3.2.5:

$$\zeta = \frac{p_s}{p_d} - (1 + 0,02 \frac{L}{D_h}) \text{ (voir 3.2.3)}$$

$$\zeta = \frac{p_t}{p_d} - 0,02 \frac{L}{D_h} \text{ (voir 3.2.4)}$$

$$\zeta = \frac{p_t}{p_d} \text{ (voir 3.2.5)}$$

où  $p_s$  ou  $p_t$  est la grandeur mesurée et  $p_d$  est calculée comme étant  $\frac{\rho}{2} \left( \frac{q_V}{A_d} \right)^2$

(où  $\rho$  et  $q_V$  correspondent aux conditions de l'écoulement dans le conduit d'essai).

Le coefficient de perte  $\zeta$  peut suffire à remplacer le graphe donnant la pression totale en fonction du débit-volume d'air.

## 3.3 Détermination de la vitesse de l'air $v_k$ et de la grandeur correspondante $A_k$ de la bouche d'air

**3.3.1** Utiliser pour mesurer  $v_k$  et calculer  $A_k$  la même installation que pour le mesurage de pression (voir figures 1, 3, 4 et 5).

**3.3.2** Mesurer la vitesse  $v_k$  à l'aide d'un appareil indicateur de vitesse choisi en fonction des spécifications données en 2.4.2.

**3.3.2.1** Indiquer avec les valeurs de  $v_k$  la position et l'emplacement des points correspondants où est mesurée la vitesse de l'air au niveau de la bouche.

**3.3.2.2** Rapporter les valeurs  $v_k$  à la position de réglage correspondante de la bouche d'air.

**3.3.2.3** Déterminer pour chaque débit d'air d'essai la moyenne arithmétique des vitesses mesurées pour définir  $v_k$ ; cette moyenne est obtenue à partir des mesures obtenues aux points dont le nombre et l'emplacement sur la bouche d'air sont spécifiés par le fabricant.

**3.3.2.4** Calculer la valeur de  $A_k$  en divisant le débit d'air mesuré par la moyenne  $v_k$ .

**3.3.3** Effectuer l'essai pour un minimum de quatre débits d'air convenablement répartis sur toute la gamme de capacité nominale de la bouche d'air.

**3.3.4** La valeur  $A_k$  peut être indiquée comme la moyenne arithmétique des valeurs obtenues pour chacun des débits d'air mesurés lors des essais. Une seule valeur sera donnée si les valeurs calculées ne s'écartent pas de plus de 5% de la moyenne de ces valeurs. Dans le cas contraire, la valeur de  $A_k$  sera donnée en fonction du débit.

## 4 Essais pour la détermination des caractéristiques de jet d'air isotherme des bouches d'alimentation (seconde installation d'essai)

Les caractéristiques de jet d'air isotherme d'une bouche peuvent être déterminées à partir de mesures de la portée ( $X$ ), de la portée latérale ( $Y$ ) et de la chute ( $Z$ ) dans des conditions isothermes sur une installation d'essai spécifique.

### 4.1 Salle d'essai

**4.1.1** Tous les mesurages s'effectuent dans un espace clos appelé «salle d'essai».

**4.1.2** Les dimensions de la salle d'essai sont normalisées

a) hauteur ( $h_R$ )  $\geq 2,8$  m;

b) largeur ( $b_R$ ) déterminée à partir de la relation

$$(1,5 < \frac{b_R}{h_R} < 2,2);$$

c) longueur ( $l_R$ )  $\geq 7,5$  m;

d) les dimensions  $l_R = 7,5$  m,  $b_R = 5,6$  m, et  $h_R = 2,8$  m constituent des caractéristiques minimales d'essai. Cependant une longueur de 9 m permet d'essayer une plus large gamme de bouches (voir figure 6).

**4.1.3** Toutes les surfaces doivent être perpendiculaires entre elles aux angles de la salle, lisses et planes le long du jet d'air. Les luminaires et fenêtres doivent être montés au ras de la surface où ils sont installés.

**4.1.4** L'air doit être évacué de la salle d'essai en un endroit éloigné de la trajectoire du jet et des plans de mesure.

### 4.2 Équipement de la salle d'essai et instruments de mesure

Le circuit d'alimentation de la salle d'essai doit comporter un ventilateur et un dispositif de réglage du débit d'air, un dispositif de mesure du débit d'air, un conduit d'essais normalisé (première installation d'essais) ou un conduit d'essais permettant d'obtenir des valeurs  $v_k$  ne divergeant pas plus de 5% de celles que donne un essai effectué dans les conditions de 3.3.

### 4.3 Installation de la bouche d'air

Les bouches d'air se divisent en trois grandes classes:

Classe I Bouches à jet essentiellement tridimensionnel:

A) éjecteurs

B) grilles et grilles à registre

Classe II Bouches à jet radial le long d'une surface: diffuseurs de plafond.

Classe III Bouches à jet essentiellement bidimensionnel: grilles linéaires fentes, diffuseurs linéaires.

**4.3.1** Les bouches d'air doivent être montées sur la seconde installation d'essai (suivant la méthode recommandée par le fabricant) selon les positions suivantes (voir figure 6).

**4.3.1.1** Les bouches de la classe IA (éjecteurs) doivent être montées dans une position permettant une portée maximale avec un minimum d'effet dû aux parois adjacentes, par exemple au centre de l'une des plus petites parois de la salle d'essais.

**4.3.1.2** Les bouches de la classe IB (grilles et grilles à registre) doivent être montées sur la ligne médiane de l'une des plus petites parois de la salle d'essais, la surface interne supérieure de la bouche se trouvant à 0,2 m du plafond.

**4.3.1.3** Les bouches de la classe II (diffuseurs) doivent être montées au ras de la surface dans une position telle que:

a) pour les diffuseurs à jet radial, le centre du conduit d'essai soit à une distance de toute paroi d'environ une demi-largeur de la salle d'essai;

b) pour les diffuseurs à jet directif, l'on respecte les recommandations du fabricant quant à l'utilisation et à l'installation.

**4.3.1.4** Les bouches de la classe III (bouches linéaires) doivent être montées suivant les instructions de 4.3.1.2 en cas d'essai sur paroi latérale. Les fentes doivent être montées comme des bouches de classe I ou II selon le cas. Des parois latérales artificielles seront employées pour les bouches qui s'étendraient normalement sur toute la largeur de la salle séparant deux de ses parois. La longueur minimale de la bouche d'air essayée doit être d'au moins 1,2 m si l'on emploie des parois latérales artificielles.

**4.3.2** Le conduit d'essai doit, sauf recommandation contraire du fabricant, être monté perpendiculairement à la surface de montage de la bouche d'air.

**4.3.3** Le débit maximal d'une bouche d'air dans une salle de dimensions données est limité au débit correspondant à une vitesse maximale du jet d'air de 1,0 m/s à 1,0 m de la paroi limite dans la direction étudiée.

#### 4.4 Mode opératoire

**4.4.1** L'essai ne doit commencer qu'après établissement de conditions isothermes stables. Ces conditions sont considérées comme établies lorsque des sondes de température placées

- dans le conduit d'alimentation en amont de la bouche d'air essayée;
- au centre de la bouche d'évacuation;

indiquent des températures qui ne diffèrent pas l'une de l'autre de plus de 2 K durant une période commençant 5 min avant l'essai et à n'importe quel moment de celui-ci.

**4.4.2** Le débit de doit pas varier de plus de  $\pm 2\%$  avant et pendant l'essai.

**4.4.3** Les mesurages de vitesse effectués à des distances d'une paroi vers laquelle s'écoule l'air inférieurs à

1 m	pour la classe I	} pour la classe III
0,5 m	pour la classe II	
1 m	(en l'absence de parois latérales)	
0,5 m	(en cas de parois latérales)	

ne doivent pas servir à l'établissement des caractéristiques.

**4.4.4** La portée, la portée latérale et la chute doivent être définies pour quatre débits très différents pour chaque dimension de bouche d'air essayée.

#### 4.5 Détermination du fonctionnement dans des conditions isothermes

**4.5.1** Cet essai sert à déterminer la portée ( $X$ ), la portée latérale ( $Y$ ) et la chute ( $Z$ ) dans des conditions isothermes à partir de mesures des vitesses dans le jet d'air à différentes distances de la bouche d'alimentation, les vitesses de l'air sont à mesurer à l'aide de l'instrument spécifié à l'annexe A, avec une technique d'exploration pour déterminer l'emplacement de l'enveloppe (ou des enveloppes) du jet d'air. On utilisera soit la méthode A (voir 4.5.2), soit les variantes données à l'annexe C.

**4.5.2** Déterminer un plan vertical de vitesse maximale à partir d'un graphique représentatif du lieu des points du jet où la vitesse a une valeur donnée comprise entre 1,0 et 1,5 m/s (soit l'isovitesse du jet issu de la bouche d'air à vitesse donnée comprise entre 1,0 et 1,5 m/s). Les figures 7A à 7F indiquent l'orientation typique des plans verticaux de vitesse maximale.

**4.5.3** Les mesurages de vitesse doivent se faire en au moins huit emplacements en s'éloignant de la bouche d'air, mais distants d'au moins 0,3 m les uns des autres, dans le plan de vitesse maximale déterminée en 4.5.2. Les mesurages doivent commencer en un point où la vitesse maximale est d'au moins 0,5 m/s supérieure à la vitesse terminale considérée. Les mesurages se feront dans l'ordre pour chacune des distances de 25, 75, 150, 225, 300, 600, 900 mm, etc. de la surface adjacente ou de l'axe du jet avant de déterminer la vitesse maximale dans le jet.

**4.5.4** À chaque distance  $X$  de la bouche d'air où est mesurée la vitesse  $v_x$ , calculer le rapport non dimensionnel  $v_x/v_k$  et la valeur correspondante de  $X/\sqrt{A_k}$  et reporter les résultats sous forme de fonction logarithmique de la façon indiquées à la figure 8. (Pour une bouche donnée, la grandeur  $A_k$  demeure relativement constante et  $v_k$  varie avec le débit d'air.)

**4.5.4.1** L'analyse du comportement des jets permet de distinguer quatre zones principales qui se définissent comme suit en termes de vitesse maximale (ou vitesse sur l'axe) dans la section considérée:

Zone 1: Zone limitée, s'étendant sur environ quatre diamètres ou largeurs de la face de la bouche (ou *vena contracta* pour les jets d'orifice), où la vitesse maximale du jet d'air demeure pratiquement inchangée.

Zone 2: Zone de transition, s'étendant jusqu'à environ huit diamètres pour les bouches circulaires, ou les bouches rectangulaires à faible rapport d'aspect, dans la plus grande partie de laquelle les vitesses maximales varient en raison inverse de la racine carrée de la distance à la bouche. Pour les bouches rectangulaires à grand rapport d'aspect, cette zone est plus étendue, et s'étend depuis quatre largeurs jusqu'à une distance approximativement égale à la largeur multipliée par quatre fois le rapport d'aspect.

Zone 3: Zone étendue, d'importance technique majeure, où la vitesse maximale varie en raison inverse de la distance à la bouche. Cette zone est souvent appelée zone d'écoulement turbulent pleinement établi et peut s'étendre sur 25 à 100 diamètres (ou diamètres équivalents) selon la forme et l'aire de la bouche, la vitesse initiale et les dimensions de l'espace dans lequel débite la bouche.

Zone 4: Zone terminale dans laquelle, pour les espaces confinés, la vitesse maximale diminue de plus en plus rapidement, ou, pour les vastes espaces exempts d'effets de paroi, la vitesse maximale diminue rapidement en quelques diamètres jusqu'à une gamme de valeurs inférieures à 0,25 m/s, généralement comme celles de l'air calme.

**4.5.5** Tracer la courbe passant par les points d'essai et dont la pente est égale à celle des lignes de pente de référence (zones 2 et 3) de la figure 8. Répéter la même opération pour tous les essais de la série de produits. Pour les faibles vitesses  $v_x$ , tracer la courbe de la zone 4. Tracer les lignes de pente passant par les

points d'essai; les intersections des lignes de pente sont déterminées par ajustement optimal des points d'essai et des lignes de pente. Les courbes correspondant à chaque bouche d'air sont ainsi tracées et repérées. Déterminer une ligne médiane représentative de la série de produits. Si la différence entre une portée déduite par interpolation de la ligne médiane et la portée expérimentale n'excède pas  $\pm 20\%$ , la corrélation peut servir à interpoler la portée pour toute la série de produits.

**4.5.6** La portée  $X$  correspondant à un débit déterminé peut être fonction de n'importe quelle vitesse terminale appropriée  $v_x$ . La vitesse  $v_x$  choisie doit être indiquée dans le procès-verbal des résultats.

**4.5.7** Le rapport entre la portée et la portée latérale doit être déterminée à partir du graphique représentatif du bas des points où la vitesse a une valeur donnée (graphique servant à établir le plan de vitesse maximale). Ce rapport servira à calculer la portée latérale pour d'autres débits et les valeurs  $v_x$  de la bouche d'air essayée.

**4.5.8** La chute est déterminée et définie de la manière décrite en 4.5.7.

NOTE — Dans le cas des jets dissymétriques, des mesurages supplémentaires doivent être faits dans d'autres plans pour déterminer l'enveloppe des vitesses.

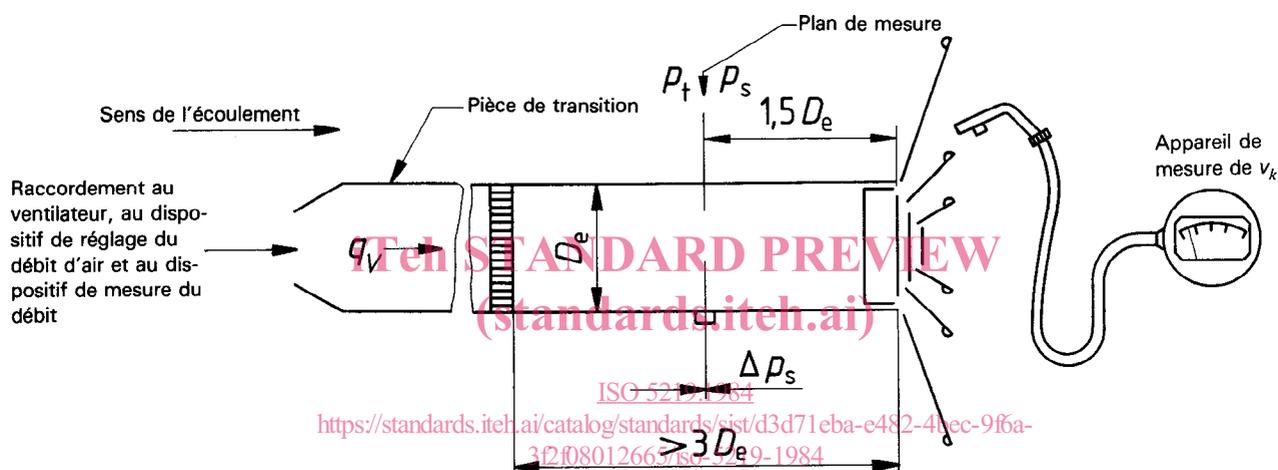


Figure 1 — Première installation d'essai «A» pour une bouche d'alimentation

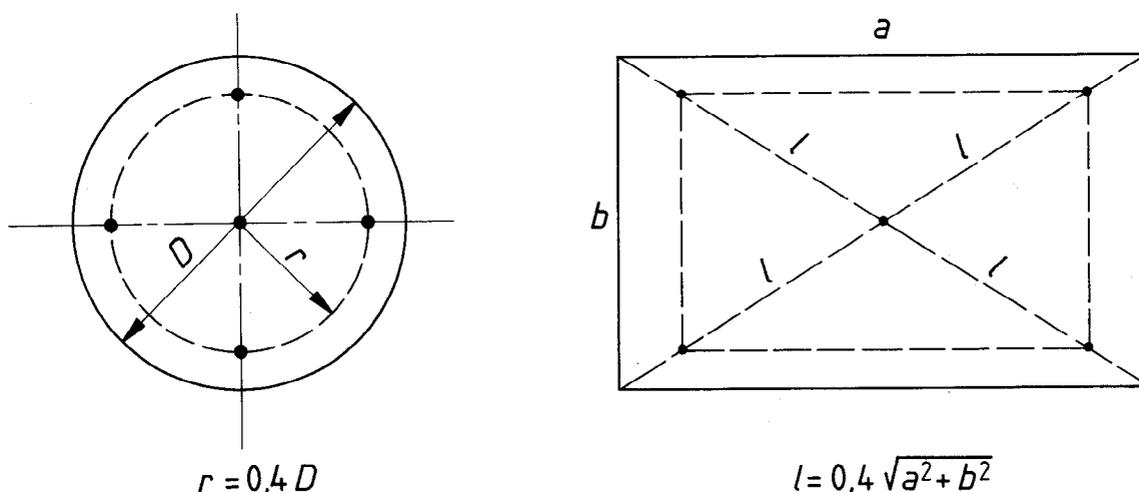


Figure 2 — Mesure directe de la pression totale — Position du tube de Pitot dans le cas de la première installation d'essai («A» pour une bouche d'alimentation ou «C» pour une bouche d'évacuation)