

# PROJET DE NORME INTERNATIONALE

## ISO/DIS 23431

ISO/TC 146/SC 3

Secrétariat: ANSI

Début de vote:  
2020-04-09

Vote clos le:  
2020-07-02

---

---

## Mesurage de la qualité de l'air du tunnel routier

*Measurement of road tunnel air quality*

ICS: 93.060; 13.040.20

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)  
Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c09e222a-4ddf-4dd9-abe7-b7d2ae6e5182/iso-dis-23431>

CE DOCUMENT EST UN PROJET DIFFUSÉ POUR OBSERVATIONS ET APPROBATION. IL EST DONC SUSCEPTIBLE DE MODIFICATION ET NE PEUT ÊTRE CITÉ COMME NORME INTERNATIONALE AVANT SA PUBLICATION EN TANT QUE TELLE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

Le présent document est distribué tel qu'il est parvenu du secrétariat du comité.



Numéro de référence  
ISO/DIS 23431:2020(F)

© ISO 2020

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**  
Full standard:  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/c09e222a-4ddf-4dd9-abe7-b7d2-ae6e5182/iso-dis-23431>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2020

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en oeuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Geneva  
Tél.: +41 22 749 01 11  
Fax: +41 22 749 09 47  
E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Website: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Avant-propos.....	v
Introduction .....	vi
<b>1</b> <b>Domaine d'application .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives.....</b>	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions.....</b>	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Paramètre d'essai — vitesse et sens d'écoulement de l'air .....</b>	<b>3</b>
4.1 <b>Généralités .....</b>	<b>3</b>
4.2 <b>Principe .....</b>	<b>3</b>
4.3 <b>Appareillage.....</b>	<b>4</b>
4.3.1 <b>Instrument .....</b>	<b>4</b>
4.3.2 <b>Dispositif de mesure de la longueur du trajet de référence .....</b>	<b>4</b>
4.3.3 <b>Capteur de débit étalon de transfert.....</b>	<b>5</b>
4.4 <b>Mode opératoire .....</b>	<b>5</b>
4.5 <b>Contrôles et étalonnages des instruments .....</b>	<b>5</b>
4.5.1 <b>Généralités .....</b>	<b>5</b>
4.5.2 <b>Longueur du trajet de mesure.....</b>	<b>6</b>
4.5.3 <b>Contrôle initial .....</b>	<b>6</b>
4.5.4 <b>Contrôle du zéro .....</b>	<b>7</b>
4.5.5 <b>Contrôle des composants du système .....</b>	<b>7</b>
4.5.6 <b>Contrôle fonctionnel de la précision .....</b>	<b>7</b>
4.6 <b>Maintenance .....</b>	<b>8</b>
4.6.1 <b>Généralités .....</b>	<b>8</b>
4.6.2 <b>Contrôles sur site .....</b>	<b>8</b>
4.7 <b>Calcul et expression des résultats.....</b>	<b>9</b>
4.8 <b>Incertitude de mesure .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b> <b>Paramètres d'essai — monoxyde de carbone, oxyde d'azote et dioxyde d'azote .....</b>	<b>9</b>
5.1 <b>Généralités .....</b>	<b>9</b>
5.2 <b>Principe .....</b>	<b>10</b>
5.3 <b>Appareillage.....</b>	<b>11</b>
5.3.1 <b>Instrument .....</b>	<b>11</b>
5.3.2 <b>Baromètre de référence .....</b>	<b>12</b>
5.3.3 <b>Thermomètre de référence.....</b>	<b>12</b>
5.3.4 <b>Dispositif de mesure de la longueur du trajet de référence .....</b>	<b>13</b>
5.3.5 <b>Dispositif de mesure de la longueur de référence de la cellule d'étalonnage à débit continu.....</b>	<b>13</b>
5.4 <b>Mode opératoire .....</b>	<b>13</b>
5.5 <b>Contrôles et étalonnages des instruments .....</b>	<b>14</b>
5.5.1 <b>Généralités .....</b>	<b>14</b>
5.5.2 <b>Instruments de mesure à trajet ouvert .....</b>	<b>14</b>
5.5.3 <b>Instruments de mesure en un seul point .....</b>	<b>16</b>
5.5.4 <b>Longueur du trajet de mesure.....</b>	<b>16</b>
5.5.5 <b>Longueur de la cellule d'étalonnage à débit continu.....</b>	<b>16</b>
5.5.6 <b>Contrôles de la température et de la pression .....</b>	<b>16</b>
5.5.7 <b>Air de zéro .....</b>	<b>17</b>
5.5.8 <b>Atmosphère d'essai de référence .....</b>	<b>17</b>
5.5.9 <b>Contrôle du zéro .....</b>	<b>17</b>
5.5.10 <b>Étalonnage du zéro .....</b>	<b>18</b>

5.5.11	Contrôle du point d'échelle .....	18
5.5.12	Étalonnage du point d'échelle .....	19
5.5.13	Contrôle de précision multipoint .....	20
5.5.14	Contrôle des composants du système .....	20
5.6	Maintenance .....	21
5.6.1	Généralités .....	21
5.6.2	Nettoyage des fenêtres .....	21
5.6.3	Remplacement de la lampe .....	21
5.6.4	Alignement optique .....	21
5.7	Calcul et expression des résultats .....	22
5.8	Incertitude de mesure .....	22
6	Paramètre d'essai — visibilité .....	22
6.1	Généralités .....	22
6.2	Principe .....	23
6.3	Appareillage .....	24
6.3.1	Instrument .....	24
6.3.2	Dispositif de mesure de la longueur du trajet de référence .....	24
6.4	Mode opératoire .....	24
6.5	Contrôles et étalonnages des instruments .....	25
6.5.1	Généralités .....	25
6.5.2	Longueur du trajet de mesure .....	26
6.5.3	Contrôle du zéro .....	26
6.5.4	Contrôle du point d'échelle .....	26
6.5.5	Étalonnage du zéro et du point d'échelle .....	27
6.5.6	Contrôle de précision multipoint .....	27
6.5.7	Contrôle des composants du système .....	28
6.6	Maintenance .....	28
6.6.1	Généralités .....	28
6.6.2	Nettoyage des fenêtres .....	28
6.6.3	Remplacement de la lampe .....	29
6.6.4	Alignement optique .....	29
6.7	Calcul et expression des résultats .....	29
6.8	Incertitude de mesure .....	29
7	Contrôle et assurance de la qualité .....	30
7.1	Généralités .....	30
7.2	Journal d'instrument .....	30
7.3	Acquisition et transfert des données .....	30
7.4	Validation des données .....	31
8	Rapport d'essai .....	31
	Bibliographie .....	33

## 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 en général 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. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant : [www.iso.org/iso/fr/avant-propos](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 146/SC 3/GT 22.

## Introduction

L'objectif de la présente norme est de fournir aux organismes de réglementation et d'essai des méthodes normalisées pour la surveillance en continu de l'air dans les tunnels routiers au regard de la vitesse de l'air, des concentrations en monoxyde de carbone (CO), en oxyde d'azote (NO) et en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) ainsi que de la visibilité.

La présente norme a été élaborée comme une norme fondée sur les performances permettant l'utilisation d'un certain nombre d'instruments à lecture directe. Les énoncés exprimés en termes obligatoires dans les notes aux tableaux et aux figures sont réputés être des exigences de la présente norme.

Afin d'améliorer le débit de circulation dans les grands centres d'affaires et dans les environnements sensibles, les tunnels routiers sont de plus en plus utilisés dans le monde entier pour atteindre les résultats escomptés. Il existe un grand nombre de tunnels en service et plusieurs autres sont en cours de planification.

Les projets de tunnels routiers sont soumis à des conditions d'approbation environnementales et/ou de planification par les autorités réglementaires qui spécifient les paramètres à surveiller dans le tunnel, lesquels incluent généralement la vitesse de l'air, le CO, le NO, le NO<sub>2</sub> et la visibilité, le NO étant mesuré comme valeur de substitution au NO<sub>2</sub>, en supposant traditionnellement que 10 % des oxydes d'azote totaux sont du NO<sub>2</sub>. Toutefois, cette hypothèse prudente pourrait ne plus être valable compte tenu de la proportion accrue de véhicules à moteur diesel dans les parcs automobiles. Il peut également être exigé que le système de ventilation du tunnel soit contrôlé de sorte à :

- a) réduire l'exposition aux concentrations en CO et en NO<sub>2</sub> à l'intérieur du tunnel, en permettant la conformité aux critères pour diverses périodes de calcul de moyennes ;
- b) prévenir ou réduire les émissions au niveau des têtes de tunnel et les impacts environnementaux qui en résultent ;
- c) assurer une visibilité adéquate pour les différentes conditions d'exploitation du tunnel.

La conformité à la première exigence est généralement déterminée en calculant la moyenne des concentrations en CO et en NO<sub>2</sub> mesurées ou estimées à l'aide d'un certain nombre d'instruments placés sur des trajets possibles tout le long du système de tunnels.

Le nombre d'instruments requis pour caractériser correctement l'environnement du tunnel dépend d'un certain nombre de facteurs, incluant :

- a) la longueur du tunnel ainsi que le nombre de changements de déclivité et de bretelles d'entrée et de sortie ;
- b) la densité du trafic et les types de véhicules ;
- c) le débit et le régime de contrôle du système de ventilation par aspiration ;
- d) les exigences réglementaires.

Par conséquent, cet aspect n'est pas abordé dans la présente norme. Il convient toutefois de noter que la modélisation numérique de la mécanique des fluides peut être utilisée comme outil de conception pour aider à la mise en place des instruments, en garantissant que les concentrations maximales et moyennes indicatives sont mesurées.

# Mesurage de la qualité de l'air du tunnel routier

## 1 Domaine d'application

La présente norme décrit des méthodes permettant de déterminer la vitesse et le sens d'écoulement de l'air, les concentrations en monoxyde de carbone (CO), en oxyde d'azote (NO) et en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), et la visibilité dans les tunnels routiers à l'aide d'instruments à lecture directe. Elle exclut spécifiquement les exigences relatives aux essais de conformité des instruments.

## 2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

EN 14211, *Air ambient — Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en dioxyde d'azote et monoxyde d'azote par chimiluminescence.*

EN 14626, *Air ambient — Méthode normalisée de mesurage de la concentration en monoxyde de carbone par spectroscopie à rayonnement infrarouge non dispersif.*

ISO 4224, *Air ambient — Dosage du monoxyde de carbone — Méthode par spectrométrie dans l'infrarouge selon un procédé de type non dispersif.*

ISO 6145, *Analyse des gaz — Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage à l'aide de méthodes dynamiques.*

ISO 7996, *Air ambient — Détermination de la concentration en masse des oxydes d'azote — Méthode par chimiluminescence.*

ISO/IEC Guide 98-3:2008, *Incertitude de mesure — Partie 3 : Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995).*

ISO/IEC 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.*

## 3 Termes et définitions

### 3.1

#### étalonnage

ensemble des opérations permettant d'établir, dans des conditions spécifiées, les rapports existant entre la valeur indiquée par un instrument de mesure et la valeur connue correspondante d'un étalon de référence

### 3.2

#### matériau de référence certifié

matériau de référence caractérisé par un mode opératoire métrologiquement valide applicable à une ou plusieurs propriétés spécifiées et accompagné d'un certificat de matériau de référence qui indique la valeur de la propriété spécifiée, son incertitude associée, et une expression de la traçabilité métrologique

3.3

**contrôle**

confirmation de la réponse acceptable d'un instrument, sans réglage

3.4

**temps de descente**

intervalle de temps entre la réponse initiale de l'instrument et 10 % de la réponse initiale de l'instrument, après une diminution progressive de la concentration d'entrée

3.5

**pleine échelle**

concentration maximale désignée pour laquelle un instrument a été étalonné. La pleine échelle (PE) est sélectionnée de sorte à couvrir la plage normale des valeurs attendues dans l'environnement de prélèvement

3.6

**équivalent d'interférence**

réponse positive ou négative de l'instrument induite par une substance autre que celle mesurée

3.7

**linéarité**

divergence du relevé d'un instrument par rapport à une ligne d'ajustement linéaire optimal lorsque celui-ci est soumis à des atmosphères d'essai de référence variables

3.8

**limite inférieure de détection**

concentration minimale en polluant qui produit un signal d'exactly trois fois l'écart-type de répétabilité (par exemple, ISO 5725-1)

3.9

**paramètre**

une des caractéristiques liées à un échantillon d'air, telles que la concentration en polluant ou une autre propriété quantifiable (par exemple, la vitesse de l'air)

3.10

**parties par million (ppm)**

rapport exprimant le volume de polluant gazeux contenu dans 1 000 000 volumes d'atmosphère et pouvant être exprimé en millilitres par mètre cube, les valeurs étant identiques. En variante, ce rapport est égal à un million de fois le rapport entre la pression partielle du polluant gazeux et la pression de l'atmosphère dans laquelle il est contenu

3.11

**fidélité**

variation autour de la moyenne des mesures obtenues par mesurages répétés de la même concentration en polluant avec le même instrument, exprimée sous la forme d'un écart-type autour de la moyenne

3.12

**plage**

concentrations minimale et maximale nominales qu'une méthode est capable de mesurer

Note 1 à l'article : La plage nominale est spécifiée par les limites inférieure et supérieure de la plage en unités de concentration, par exemple 0 ppm à 250 ppm.

**3.13****atmosphère d'essai de référence**

atmosphère d'essai contenant une concentration connue en polluant, généralement créée par la dilution du contenu d'une bouteille contenant un matériau de référence certifié gazeux

**3.14****temps de montée**

intervalle de temps entre la réponse initiale de l'instrument et 90 % de la réponse finale de l'instrument, après une augmentation progressive de la concentration d'entrée

**3.15****tunnel routier**

toute longueur de route entièrement confinée d'une longueur minimale comprise entre 90 m (par exemple, National Fire Protection Association) et 150 m (par exemple, UK Design Manual for Roads and Bridges)

**3.16****dérive au point d'échelle**

variation, en pourcentage, de la réponse d'un instrument à une concentration en polluant à l'échelle sur une période d'exploitation en continu non ajustée

**3.17****U<sub>95</sub>**

mesure de l'incertitude à un intervalle de confiance de 95 % conformément au Guide ISO/IEC 98-3

**3.18****air de zéro**

air exempt de contaminants susceptibles d'induire une réponse détectable sur l'instrument d'essai

**3.19****dérive au zéro**

variation de la réponse d'un instrument à une concentration en polluant zéro sur une période d'exploitation en continu non ajustée

**4 Paramètre d'essai — vitesse et sens d'écoulement de l'air****4.1 Généralités**

Le présent article décrit des instruments à lecture directe et en continu permettant de déterminer la vitesse et le sens d'écoulement de l'air dans les tunnels routiers.

**4.2 Principe**

La vitesse et le sens d'écoulement de l'air dans les tunnels routiers sont généralement mesurés sous forme de valeurs moyennes sur la largeur du tunnel à l'aide de capteurs de débit à ultrasons en installant des paires d'émetteurs-récepteurs sur des parois opposées à un angle de 45° à 60° par rapport à l'axe du tunnel à divers emplacements sur la longueur du tunnel, y compris les têtes de tunnel et les bretelles de sortie. Des capteurs de débit à ultrasons ponctuels peuvent également être utilisés dans les tunnels routiers ; il convient toutefois de souligner que le risque d'erreur associé au mesurage instantané de la vitesse et du sens d'écoulement de l'air est accru en raison des turbulences créées par la circulation automobile.

Les systèmes de capteurs à ultrasons reposent sur le principe selon lequel la vitesse du mouvement de l'air modifie le temps de transit d'une impulsion sonore sur une distance fixe, ce qui permet de calculer la vitesse de l'air et de déterminer le sens d'écoulement.

Les relevés des instruments sont utilisés pour contrôler le sens de fonctionnement et la vitesse des ventilateurs accélérateurs axiaux installés sur le plafond du tunnel. En fonction de leur emplacement, les ventilateurs accélérateurs accompagnent le mouvement de l'air pollué dans le sens du débit de circulation généralement vers la cheminée de ventilation, ou réduisent ou éliminent les émissions polluantes au niveau des têtes de tunnel en créant un mouvement d'air dans la direction opposée au débit de circulation.

NOTE 1 Les capteurs de débit à ultrasons sont généralement situés en hauteur sur les parois du tunnel ; par conséquent, la vitesse de l'air mesurée peut ne pas être représentative de celle de l'ensemble de la section du tunnel.

NOTE 2 Afin d'éliminer les erreurs de mesure potentielles causées par des variations de la vitesse des ondes ultrasonores dues à la température et à la pression, il est nécessaire d'installer les unités émettrices-réceptrices de chaque côté de la paroi du tunnel, en mesurant le temps de transit dans les deux sens.

Sous réserve que les performances des instruments soient conformes aux spécifications indiquées dans le Tableau 4.3.1, d'autres méthodes peuvent être utilisées dans le cadre de la présente norme.

### 4.3 Appareillage

#### 4.3.1 Instrument

Un instrument à lecture directe et en continu qui satisfait ou va au-delà des spécifications indiquées dans le Tableau 4.3.1. Les spécifications de performances publiées par le fabricant doivent être considérées comme une preuve acceptable de la conformité aux exigences données si elles sont accompagnées d'une déclaration d'incertitude de mesure émise par un laboratoire qui satisfait aux exigences de la norme ISO/IEC 17025.

**Tableau 4.3.1 — Spécifications de performances des instruments pour les systèmes de mesure de la vitesse de l'air dans les tunnels**

Paramètre	Exigences minimales
Plage	de -20 m/s à 20 m/s
Incertitude de mesure élargie	2 % des lectures ou 0,2 m/s <sup>a</sup>
Résolution	≤ 0,1 m/s
<sup>a</sup> La plus grande des deux valeurs étant retenue.	

#### 4.3.2 Dispositif de mesure de la longueur du trajet de référence

Un dispositif de mesure de la longueur du trajet de référence, traçable à des étalons nationaux et avec une incertitude de 0,5 %,  $U_{95}$ , est nécessaire pour déterminer avec exactitude la longueur du trajet. Le dispositif de mesure de la longueur du trajet de référence doit être contrôlé sur une longueur de trajet correspondant au moins à la longueur du trajet de mesure de l'instrument.

Les laboratoires qui réalisent les essais exposés dans le présent article doivent satisfaire aux exigences de l'ISO/IEC 17025.

NOTE Les organismes d'accréditation signataires de l'accord de reconnaissance mutuelle (ARM) de l'International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) pour les laboratoires d'essais sont en mesure de proposer une accréditation conformément aux exigences de l'ISO/IEC 17025. Une liste des signataires de l'ILAC est disponible sur son site Internet ([www.ilac.org](http://www.ilac.org)).

#### 4.3.3 Capteur de débit étalon de transfert

Pour contrôler le fonctionnement des capteurs de vitesse de l'air, il est requis de disposer d'un anémomètre portatif à hélice ou à fil chaud, ou dispositif équivalent, de spécification similaire ou supérieure au capteur de vitesse de l'air traçable à des étalons nationaux avec une incertitude de 2 %  $U_{95}$ . Le capteur de débit étalon de transfert doit être étalonné sur une plage dépassant le débit d'air maximum rencontré dans le tunnel.

Le capteur étalon de transfert doit être étalonné selon les exigences de sorte à être traçable aux étalons de référence requis. Cet étalonnage doit être attesté par un certificat d'étalonnage qui indique la sensibilité du dispositif par un mode opératoire établissant la traçabilité à un étalon reconnu et pour lequel une incertitude de mesure est donnée à un niveau de confiance spécifié, ainsi que la période pendant laquelle l'étalonnage est valide.

#### 4.4 Mode opératoire

Le mode opératoire doit être le suivant :

- a) s'assurer que les émetteurs-récepteurs sont installés de sorte que le trajet de l'impulsion sonore ne soit pas entravé par des équipements du tunnel ou autres obstacles, y compris la circulation automobile, tout en garantissant un accès facile pour la maintenance et l'étalonnage des instruments ;
- b) contrôler l'alignement horizontal et vertical des instruments conformément aux instructions du fabricant ;
- c) mesurer avec exactitude et enregistrer la distance entre les émetteurs-récepteurs à l'aide d'un dispositif de mesure de la longueur du trajet de référence (4.3.2) ;
- d) régler l'instrument et effectuer les premiers contrôles conformément aux instructions du fabricant (par exemple, réglage de la longueur du trajet, configuration et mise à l'échelle des sorties analogiques, réglage des valeurs d'alarme et du niveau d'atténuation) et aux exigences de 4.5 ;
- e) procéder aux mesurages conformément aux instructions du fabricant et s'assurer que les valeurs obtenues se rapportent à la date et à l'heure correctes.

#### 4.5 Contrôles et étalonnages des instruments

##### 4.5.1 Généralités

L'étalonnage d'un instrument établit la relation quantitative entre la vitesse de l'air et la réponse de l'instrument.

Les contrôles et les étalonnages des instruments doivent être réalisés conformément aux fréquences spécifiées dans le Tableau 4.5.6.