
**Émissions de sources fixes —
Détermination du débit-volume des
courants gazeux dans des conduites —
Méthode automatisée**

*Stationary source emissions — Determination of the volume flowrate of gas
streams in ducts — Automated method*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14164:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/953336a8-a36c-4372-aeff-dc06ed7e2dee/iso-14164-1999>



Sommaire

1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions.....	2
4 Principes de mesurage des AMS disponibles	4
5 Caractéristiques de performance numériques et leur applicabilité.....	6
6 Rapport d'essai	6
Annexe A (normative) Détermination des principales caractéristiques de performance.....	8
Annexe B (informative) Caractéristiques de performance supplémentaires	13
Bibliographie.....	15

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 14164:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/953336a8-a36c-4372-aeff-dc06ed7e2dee/iso-14164-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/953336a8-a36c-4372-aeff-dc06ed7e2dee/iso-14164-1999>

© ISO 1999

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet iso@iso.ch

Imprimé en Suisse

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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 3.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 14164 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 146, *Qualité de l'air*, sous-comité SC 1, *Émissions de sources fixes*.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente Norme internationale. L'annexe B est donnée uniquement à titre d'information.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14164:1999](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/953336a8-a36c-4372-aeff-dc06ed7e2dee/iso-14164-1999)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/953336a8-a36c-4372-aeff-dc06ed7e2dee/iso-14164-1999>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14164:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/953336a8-a36c-4372-aeff-dc06ed7e2dee/iso-14164-1999>

Émissions de sources fixes — Détermination du débit-volume des courants gazeux dans des conduites — Méthode automatisée

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit les principes de fonctionnement et les caractéristiques de performance les plus importantes des systèmes de mesurage automatiques destinés à déterminer le débit-volume dans les conduites de sources fixes. Les modes opératoires permettant de déterminer les caractéristiques de performance des systèmes automatiques de mesurage du débit-volume figurent également dans la présente Norme internationale.

Les caractéristiques de performance sont d'ordre général et ne sont pas limitées à des principes spécifiques de mesurage ou à des systèmes spécifiques d'instrumentation.

NOTE Des systèmes du commerce utilisant ces principes de fonctionnement et respectant les exigences de la présente Norme internationale sont disponibles.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 6879:1995, *Qualité de l'air — Caractéristiques de fonctionnement et concepts connexes pour les méthodes de mesurage de la qualité de l'air.*

ISO 7935:1992, *Émissions de sources fixes — Détermination de la concentration en masse de dioxyde de soufre — Caractéristiques de performance des méthodes de mesurage automatiques.*

ISO 9096:1992, *Émissions de sources fixes — Détermination de la concentration et du débit-masse de matières particulaires dans des veines gazeuses — Méthode gravimétrique manuelle.*

ISO 9169:1994, *Qualité de l'air — Détermination des caractéristiques de fonctionnement des méthodes de mesurage.*

ISO 10155:1995, *Émissions de sources fixes — Contrôle automatique des concentrations en masse de particules — Caractéristiques de fonctionnement, modes opératoires d'essai et spécifications.*

ISO 10780:1994, *Émissions de sources fixes — Mesurage de la vitesse et du débit-volume des courants gazeux dans des conduites.*

ISO 10849:1996, *Émissions de sources fixes — Détermination de la concentration en masse des oxydes d'azote — Caractéristiques de performance des systèmes de mesurage automatiques.*

ISO 12039:—¹⁾, *Émissions de sources fixes — Dosage du monoxyde de carbone, du dioxyde de carbone et de l'oxygène — Méthodes automatisées.*

¹⁾ À publier.

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 système automatique de mesurage du débit AMS

système pouvant être fixé sur une conduite pour mesurer et enregistrer en continu le débit-volume d'un gaz

3.2 analyseur terme

partie d'un AMS qui mesure les paramètres servant à calculer le débit-volume d'un gaz

3.3 conduite

gaine, cheminée ou conduit de rejet d'une source fixe d'émission servant à la dispersion des gaz résiduels du processus

3.4 mesurages comparatifs

mesurages de l'écoulement de gaz effectués dans la conduite par l'AMS soumis à l'essai (évaluation) et comparés au débit-volume mesuré simultanément dans la même conduite, conformément à l'ISO 10780

3.5 méthode comparative

méthode pour la détermination du débit-volume d'un gaz dans une conduite, conformément à l'ISO 10780

NOTE L'essai comparatif ayant pour but de montrer que l'AMS soumis à l'essai donne une estimation exacte du débit-volume dans la conduite, la méthode comparative nécessite le mesurage de la répartition du débit-volume sur la section entière de la conduite. Il n'est pas possible d'utiliser un AMS comme méthode comparative car tous les AMS servant à mesurer le débit-volume mesurent la vitesse dans une petite zone de la conduite et extrapolent ensuite ce mesurage pour obtenir le débit-volume dans la conduite. <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/953336a8-a36c-4372-aeff-dc06ed7e2dee/iso-14164-1999>

3.6 écart-type

s_A
mesure de la fidélité de travail de l'AMS installé

NOTE 1 L'écart-type est estimé d'après les différences entre les paires de valeurs du débit-volume obtenues en effectuant des essais comparatifs de l'AMS conformément à l'ISO 10780 et en se basant sur le fait que le nombre de mesurages comparatifs effectué sur la période de fonctionnement sans intervention (voir annexe A) est statistiquement suffisant. La valeur de s_A s'exprime en fonction de l'étendue de mesure de l'AMS et est calculée en prenant pour hypothèse que s_A est une estimation de la fidélité d'une série de mesurages normalement répartis.

NOTE 2 Il convient, dans la mesure du possible, que la méthode comparative mesure la même portion d'écoulement de gaz que l'AMS.

NOTE 3 Il n'est pas possible de déterminer directement l'écart-type d'un AMS dans un laboratoire car les souffleries ne reproduisent pas normalement toutes les propriétés des gaz dans les conduites et ne sont pas la réplique de toutes les conditions possibles de mesurage. L'écart-type est donc déterminé après installation de l'AMS dans la conduite. L'application de la méthode comparative associée à l'essai de recherche d'erreurs systématiques (voir A.4.2.3) garantit une précision satisfaisante de l'AMS.

NOTE 4 Outre l'erreur aléatoire, s_A englobe l'effet sur la fidélité globale de l'AMS de variables locales propres au site, telles que variations de température du flux gazeux, fluctuations d'alimentation électrique de l'AMS ainsi que de la dérive de zéro et du gain. Il inclut également l'écart-type de la méthode comparative. s_A est une estimation de la limite supérieure pour la fidélité de l'AMS.

NOTE 5 Le mode opératoire de la présente Norme internationale convient pour trouver l'incertitude des données fournies par l'AMS tant que l'écart-type des valeurs mesurées de la méthode comparative, s_C , est nettement inférieur à l'écart-type de la différence entre les paires de valeurs mesurées, s_D .

3.7 période de fonctionnement sans intervention

période pour laquelle les valeurs données des caractéristiques de performance d'un instrument peuvent être garanties avec une probabilité de 95 %, sans entretien ou réglage

[ISO 6879]

NOTE Un fonctionnement minimum de sept jours sans intervention est requis pour les installations de surveillance à long terme.

3.8 temps de réponse

temps mis par l'AMS pour afficher 90 % du niveau élevé de la valeur d'étalonnage sur le système d'acquisition de données à partir du moment du lancement du cycle d'étalonnage de haut niveau

NOTE Le temps de réponse peut être déterminé en laboratoire ou après installations de l'AMS.

3.9 émissions de sources fixes

gaz émis par une usine ou un processus fixe et transportés vers une conduite pour dispersion dans l'atmosphère

3.10 étalonnage

(au titre de la présente Norme internationale) réglage et vérification de l'AMS installé avant de déterminer ses caractéristiques de performance ou avant de commencer tout mesurage du débit-volume

3.11 fonction étalonnage

corrélation, dans la plage de gain de l'AMS, entre le débit-volume circulant dans la conduite, mesuré par l'AMS installé, et le débit-volume de référence

NOTE 1 L'ISO 10780 est un exemple de norme de débit de référence.

NOTE 2 Une fonction étalonnage non linéaire est acceptable à condition de compenser cette non-linéarité dans la valeur de sortie de l'AMS.

3.12 linéarité

dans une plage de débits-volumes, mesure du degré d'accord entre les mesurages de la méthode comparative (ISO 10780) et ceux de l'AMS lorsque les différences entre l'AMS et la méthode comparative sont soumises à une régression linéaire

3.13 gain

différence entre la valeur de sortie de l'AMS (valeur lue) pour un débit connu, et un débit nul

3.14 dérive de zéro

variation de la valeur de sortie de l'AMS, dans un intervalle de temps donné, lors d'une exposition à un débit nul

3.15 dérive du gain

variation de la valeur de sortie de l'AMS, dans un intervalle de temps donné, lors d'une exposition à un débit constant proche de la valeur du gain

3.16 emplacement de l'AMS

point de la conduite où l'AMS est installé

4 Principes de mesurage des AMS disponibles

4.1 Généralités

La plupart des AMS disponibles dans le commerce fonctionnent selon l'un des trois principes suivants: pression différentielle, taux de déperdition de chaleur et variation de la vitesse d'une onde sonore. Une brève description de chaque type courant d'AMS ainsi que les avantages et les inconvénients de chacun sont présentés ci-dessous.

Avant toute décision d'achat d'un type particulier d'AMS, il faut établir les caractéristiques du profil de débit à l'endroit de la conduite où l'AMS sera installé (voir l'article A.2). Il convient de ne pas utiliser les AMS de mesurage du débit-volume dans les conduites où l'écoulement est non uniforme, asymétrique, non stabilisé, rotationnel et/ou stratifié.

4.2 Sonde de pression différentielle

4.2.1 Méthode du tube de Pitot simple

L'ISO 10780, la méthode manuelle de référence pour le mesurage de la vitesse et du débit-volume dans les conduites, utilise des tubes de Pitot qui sont des moyens traditionnels servant à déterminer le profil de vitesse de l'écoulement dans les conduites. Il existe un certain nombre de tubes de Pitot, mais les tubes de Pitot de type S et de type L, spécifiés dans l'ISO 10780, sont ceux utilisés pour la grande majorité des mesurages de débit dans les conduites. Certains AMS basés sur le tube de Pitot combinent simplement des dispositifs enregistrant en continu la pression différentielle et la température dans la conduite, un système automatique de réduction des données, tel qu'un enregistreur de données ou un ordinateur, et un tube de Pitot pour obtenir un mesurage en continu du débit.

Les tubes de Pitot utilisent la température du flux gazeux et la différence de pression mesurée en deux points ou plus de la surface du tube de Pitot pour déterminer la vitesse du flux de gaz en des points particuliers de la section transversale de la conduite. Le débit-volume est alors déterminé en multipliant la vitesse moyenne sur la section transversale par l'aire de cette section.

ISO 14164:1999

Ces systèmes sont simples et relativement économiques à installer, à faire fonctionner et à entretenir, mais ils sont sujets aux mêmes erreurs que les tubes de Pitot décrits à l'article 6 de l'ISO 10780:1994. À moins de prendre des précautions particulières, les tubes de Pitot peuvent, par exemple, donner des résultats erronés lors de leur utilisation pour le mesurage de flux de gaz se trouvant dans l'une des conditions suivantes:

- a) nombres de Reynolds inférieurs à 1 200;
- b) vitesses inférieures à 5 m/s ou supérieures à 50 m/s;
- c) écoulement rotationnel ou angulaire;
- d) variations de pression irrégulières;
- e) concentrations élevées en particules et/ou aérosols.

Ces deux derniers types de problèmes peuvent être souvent évités en s'assurant que le tube de Pitot ne vibre pas et en le purgeant périodiquement en retour, les variations de pression du flux de gaz pouvant être compensées en employant un amortisseur dans le système de mesurage.

4.2.2 Méthode de la sonde à prises de pression multiples

La sonde à prises de pression multiples est une variante du tube de Pitot; elle comporte trois ouvertures ou plus aménagées dans un tube, situées aux points du tracé correspondant aux centres d'aires égales de la section transversale de la conduite. Les ouvertures situées face au sens de l'écoulement donnent la pression d'impact moyenne sur le diamètre de la conduite, celles tournées dans le sens contraire à celui de l'écoulement donnant la pression de sillage moyenne. Une cloison, placée au centre du tube, sépare les deux zones de la sonde à prises de pression multiples. On compare la pression d'impact moyenne et la pression de sillage moyenne à l'aide d'un capteur de pression électrique ou d'un autre indicateur de pression différentielle. L'emplacement des ouvertures

variant sur chaque installation, il faut soigneusement spécifier les dimensions de la conduite avant de construire la sonde à prises de pression multiples.

Les systèmes AMS basés sur l'approche de la sonde à prises de pression multiples souffrent des mêmes limites que les systèmes AMS à tube de Pitot simple. Ils peuvent également donner des mesurages erronés lorsque la vitesse varie sensiblement dans la conduite. Cette dernière erreur est due au fait que des écoulements secondaires se produisant dans la sonde à prises de pression multiples affectent les mesures des pressions différentielles moyennes.

4.3 Capteurs thermiques

Ces systèmes, que l'on désigne fréquemment sous le nom d'anémomètres thermiques, fonctionnent selon le principe qu'un écoulement de gaz peut refroidir un corps chauffé. Le type le plus couramment utilisé de ces systèmes met en œuvre deux débitmètres massiques à convection, l'un étant chauffé et l'autre maintenu à température ambiante. Les deux débitmètres sont insérés dans le flux de gaz. L'écart de température (mesuré en termes de tension ou d'intensité) entre les deux capteurs sert à déterminer le débit du flux gazeux.

Deux types fondamentaux de débitmètres massiques à convection sont actuellement d'usage courant, à savoir le capteur à puissance constante (CP) et le capteur à température constante (CT). Les systèmes basés sur le CP ne sont pas très utilisés car:

- a) ils sont lents à réagir aux variations de vitesse et de température;
- b) ils n'ont pas de «zéro» stable; et
- c) leur plage de compensation en température est limitée.

Du fait des limites ci-dessus, la plupart des systèmes AMS à écart thermique utilisent l'approche CT. Dans ce système, on utilise un circuit de régulation à semi-conducteurs pour maintenir le capteur chauffé à température constante. Le courant nécessaire pour maintenir le capteur à température constante est mesuré et converti en unités de débit-masse basées sur des calculs faisant intervenir les propriétés de transport du flux de gaz. Les systèmes basés sur le CT réagissent beaucoup plus vite aux variations de vitesse que les systèmes CP car seule la surface externe du capteur chauffé dépend de son inertie thermique; le centre est donc déjà à température constante. Les temps de réponse des systèmes basés sur le CT sont généralement inférieurs ou égaux à 5 s.

Les AMS basés sur un écart de température présentent les avantages suivants: signaux électroniques de sortie élevés; précision à des vitesses très basses du flux gazeux; aucune partie mobile; et enfin bonne répétabilité entre 0 °C et 450 °C. Cependant, la sortie du capteur n'est pas linéaire et il est nécessaire de procéder à un ajustement précis de l'AMS étalonné en usine après son installation afin de compenser les différences entre les propriétés du flux gazeux et le flux gazeux créé dans la soufflerie du fabricant à l'usine. Cet ajustement précis est généralement effectué à l'aide de l'un des tubes de Pitot décrits dans l'ISO 10780.

Il n'est pas possible d'utiliser les AMS basés sur un capteur thermique dans les conduites où il y a des gouttelettes de condensation ni dans les cas où le vecteur vitesse de l'écoulement gazeux s'écarte de plus de 10° de l'axe primaire de la conduite. La formation d'un dépôt de matières particulaires sur le capteur et la corrosion peuvent également provoquer une erreur de mesurage significative.

Les fournisseurs d'AMS basés sur les capteurs thermiques recommandent généralement d'installer et de faire fonctionner l'AMS pendant au moins sept jours avant d'essayer de réaliser un ajustement précis. Cela permet d'établir un équilibre entre les capteurs et l'électronique et les conditions existant dans la conduite.

La plupart de ces AMS font appel à des capteurs multiples placés en des points prédéterminés de la conduite afin d'obtenir une vitesse moyenne du flux de gaz, cette vitesse moyenne étant multipliée par la section transversale de la conduite pour donner le débit-volume du gaz dans cette conduite. Chaque capteur effectuant un mesurage séparé, les systèmes à plusieurs capteurs peuvent être utilisés pour surveiller la répartition du débit de gaz dans la section transversale de la conduite.

4.4 Systèmes basés sur les ondes sonores

Ces systèmes déterminent le débit en comparant le temps mis par une impulsion sonore pour aller dans le sens général du flux de gaz avec le temps mis par une impulsion sonore identique pour aller dans le sens opposé en empruntant la même trajectoire. Sur ce type d'AMS, deux émetteurs-récepteurs sont placés en vis-à-vis sur la conduite et décalés d'un angle connu. Sur chaque émetteur-récepteur, un transducteur piézoélectrique transmet les impulsions ultrasoniques à l'émetteur-récepteur opposé. Chaque transducteur convertit les signaux électriques en signaux acoustiques et inversement. La vitesse à laquelle l'impulsion traverse la conduite dépend du sens de son déplacement, en suivant le flux ou en sens contraire du flux.

Ce type d'AMS transmettant l'impulsion sonore à travers la conduite, il est extrêmement important de confirmer l'absence d'obstacle empêchant la propagation des ondes dans la conduite. Afin d'améliorer la précision, il importe également de placer l'AMS en un point où les parois de la conduite ne sont pas soumises à des vibrations et de s'assurer que les fenêtres restent propres. Cependant, en cas d'utilisation d'une purge à air pour garder les émetteurs-récepteurs propres, il faut veiller à corriger la réponse de l'AMS en tenant compte de tout effet de l'air de purge sur la vitesse du gaz à proximité des émetteurs-récepteurs.

Ces systèmes présentent les avantages suivants: aucun mesurage intrusif, aucune partie mobile, éléments facilement accessibles et fidélité stable sur une large plage de débits.

5 Caractéristiques de performance numériques et leur applicabilité

Le Tableau 1 donne les caractéristiques de performance des systèmes automatiques de mesurage du débit. Ces caractéristiques résultent des essais effectués sur des AMS disponibles dans le commerce et basés sur l'un des trois principes de fonctionnement décrits ci-dessus.

Lorsque le mesurage est réalisé conformément aux méthodes données à l'annexe A, l'AMS évalué doit fournir des résultats répondant aux critères présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Principales caractéristiques de performance des systèmes de mesurage de débit en continu

Caractéristique de fonctionnement	Valeur numérique	Méthodes d'essai (voir annexe A)
Écart-type, s_A	$\leq 5\%$ ^a	A.4
Erreur systématique	$\leq 3\%$ ^b	A.5
NOTE 1 Le Tableau B.1 dans l'annexe B donne des caractéristiques de performance supplémentaires pouvant servir de lignes directrices afin de faciliter le respect des spécifications de fonctionnement données dans le Tableau 1.		
NOTE 2 La sortie d'un AMS, corrigée des erreurs systématiques connues, est supposée se situer au centre d'un intervalle contenant la valeur réelle du débit-volume au niveau d'incertitude statistique de 95 %. La différence entre la limite supérieure ou inférieure de cet intervalle et la valeur corrigée de l'AMS est appelée incertitude de la mesure.		
^a Exprimé en valeur absolue (100 %) (s_A) divisée par toute l'étendue de mesure de l'AMS.		
^b Exprimée en valeur absolue (100 %) (différence moyenne) divisée par toute l'étendue de mesure de l'AMS.		

6 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit comporter les informations suivantes:

- une référence à la présente Norme internationale;
- l'identification complète de toutes les conditions d'échantillonnage et de mesurage;
- les détails indiquant les essais effectués en laboratoire et ceux effectués sur site et les détails relatifs à l'emplacement et aux conditions des essais sur site, tels que température du gaz, débit et composition du gaz;
- toute modification des modes opératoires spécifiés dans la présente Norme internationale;

- e) tout mode opératoire supplémentaire ou facultatif intégré à l'essai;
- f) tous les résultats d'essai requis aux annexes A et B (selon le cas) et une indication de la conformité des résultats au Tableau 1;
- g) les paramètres définitifs de fonctionnement de l'AMS et tout réglage réalisé sur l'AMS installé lors de la détermination des caractéristiques de performance;
- h) la date et l'heure des mesures.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 14164:1999

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/953336a8-a36c-4372-aeff-dc06ed7e2dee/iso-14164-1999>