
**Essais au feu — Étalonnage et utilisation
des appareils de mesure du flux
thermique —**

Partie 2:
Méthodes d'étalonnage primaire

iTeh STANDARD PREVIEW
*Fire tests — Calibration and use of heat flux meters —
Part 2: Primary calibration methods*

[ISO 14934-2:2006](https://standards.iso.org/iso-14934-2-2006)

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/sist/ad1281e4-eda2-4255-87ef-8db203c9b806/iso-14934-2-2006>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14934-2:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad1281e4-eda2-4255-87ef-8db203c9b806/iso-14934-2-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad1281e4-eda2-4255-87ef-8db203c9b806/iso-14934-2-2006>

© ISO 2006

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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
Introduction	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Principes	5
4.1 Principes généraux	5
4.2 Principe de la méthode VBCC (cavité corps noir sous vide) (Méthode 1)	5
4.3 Principe de la méthode de la cavité corps noir sphérique (Méthode 2)	5
4.4 Principe de la méthode VTBB (corps noir à température variable) (Méthode 3)	5
5 Aptitude d'un capteur à l'étalonnage	6
5.1 Types de fluxmètres thermiques	6
5.2 Conception des fluxmètres thermiques	6
5.3 Étendue de mesure	6
5.4 État du fluxmètre thermique avant l'étalonnage	6
6 Relation entre tension de sortie et flux thermique total	6
7 Méthode de la cavité corps noir sous vide (VBCC) (Méthode 1)	8
7.1 Appareillage	8
7.2 Mode opératoire de fonctionnement	10
7.3 Incertitude	11
8 Méthode de la cavité corps noir sphérique (Méthode 2)	12
8.1 Appareillage	12
8.2 Mode opératoire de fonctionnement	16
8.3 Incertitude	16
9 Méthode VTBB (corps noir à température variable) (Méthode 3)	16
9.1 Appareillage	16
9.2 Mode opératoire de fonctionnement	19
9.3 Incertitude	20
10 Nombre de niveaux d'étalonnage	22
11 Expression des résultats	22
12 Rapport d'étalonnage	23
Annexe A (normative) Mode opératoire pour la méthode VBCC (cavité corps noir sous vide) (Méthode 1)	24
Annexe B (normative) Calcul de l'éclairement énergétique produit par la cavité corps noir sous vide (VBCC) sur le fluxmètre thermique	26
Annexe C (informative) Exemples de captures d'écran d'ordinateur pour le calcul de l'éclairement énergétique produit par la cavité corps noir sous vide (VBCC)	29
Annexe D (normative) Mode opératoire pour la méthode de la cavité corps noir sphérique (Méthode 2)	30
Annexe E (normative) Calcul de l'éclairement énergétique produit par la cavité corps noir sphérique sur le fluxmètre thermique	31
Annexe F (normative) Plans pour les refroidisseurs fixe et mobile par rapport à la cavité corps noir sphérique	35

Annexe G (informative) Recommandations pour les opérateurs utilisant la méthode de la cavité corps noir sphérique	38
Annexe H (normative) Mode opératoire du radiomètre à substitution électrique (ESR)	39
Annexe I (normative) Mode opératoire pour l'étalonnage du fluxmètre thermique à l'aide de la méthode du VTBB de 25 mm (Méthode 3)	41
Annexe J (normative) Procédure de réduction des données pour la méthode VTBB (Méthode 3)	43
Bibliographie	45

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 14934-2:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad1281e4-eda2-4255-87ef-8db203c9b806/iso-14934-2-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad1281e4-eda2-4255-87ef-8db203c9b806/iso-14934-2-2006>

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 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

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.

L'ISO 14934-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 92, *Sécurité au feu*, sous-comité SC 1, *Amorçage et développement du feu*.

L'ISO 14934 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Essais au feu — Étalonnage et utilisation des appareils de mesure du flux thermique*:

— *Partie 1: Principes généraux*

— *Partie 2: Méthodes d'étalonnage primaire*

— *Partie 3: Méthode d'étalonnage secondaire*

La partie suivante est en cours de préparation:

— *Partie 4: Lignes directrices pour l'utilisation des fluxmètres thermiques dans les essais de feu*

Introduction

Dans de nombreuses méthodes d'essais au feu, le niveau de rayonnement est spécifié et, donc, il est très important que le flux thermique radiatif soit bien défini et mesuré avec une précision suffisante. Le transfert thermique radiatif est également le mode prépondérant de transfert thermique dans la plupart des feux réels.

Dans la pratique, le flux thermique radiatif est habituellement mesuré au moyen des fluxmètres thermiques totaux du type Schmidt-Boelter ¹⁾ (thermopile) ou du type Gardon ¹⁾ (feuille). Ces fluxmètres enregistrent le flux thermique combiné par rayonnement et convection par rapport à une surface refroidie. La contribution au transfert thermique par convection dépend principalement de la différence de température entre les gaz environnants et la surface sensible et de la vitesse des gaz environnants. Elle dépendra également de la taille et de la forme du fluxmètre thermique, de son orientation et de sa température qui est proche de la température de l'eau de refroidissement. Dans de nombreuses situations pratiques dans les essais de feu, la contribution de la convection à la surface sensible de l'instrument peut s'élever à 25 % du flux thermique radiatif. Par conséquent, il est toujours nécessaire de déterminer et contrôler cette composante.

Pour déterminer la fraction du flux thermique total dû au rayonnement, un schéma d'étalonnage a été mis au point dans lequel l'étalonnage primaire est réalisé sur deux types différents de fluxmètres thermiques: (1) un radiomètre hémisphérique total, sensible uniquement au rayonnement, et (2) un fluxmètre thermique total (plus fréquemment utilisé), sensible à la fois au transfert thermique par rayonnement et au transfert thermique par convection. La comparaison des mesures entre les deux types d'appareils de mesure dans des méthodes d'étalonnage (ou de transfert) secondaire permet de caractériser l'influence de la convection dans la méthode. Pour tous les étalonnages et mesures du flux thermique radiatif, il convient dans toute la mesure du possible d'inclure dans les calculs d'incertitude celle qui est associée à l'élimination de la composante de convection. Pour les méthodes d'étalonnage secondaire, l'utilisation combinée des radiomètres hémisphériques et fluxmètres thermiques totaux permet d'estimer la contribution de la convection. La même configuration peut être également utilisée dans l'étalonnage des méthodes d'essais de feu.

L'étalonnage primaire est réalisé dans une cavité corps noir dans des conditions où la composante convective du transfert thermique peut être négligée ou contrôlée. Un exemple d'un tel appareillage est une installation de corps noir sous vide ayant la caractéristique unique de présenter des effets négligeables de la convection et de la conduction décrits dans le présent document comme étant la méthode de cavité corps noir sous vide (Méthode 1). D'autres installations de corps noirs (non sous vide) peuvent également être appropriées comme sources primaires de chaleur pour l'étalonnage, sous réserve qu'elles soient complètement caractérisées, particulièrement en termes d'effets convectifs éventuels sur la surface sensible du fluxmètre thermique qui est en cours d'étalonnage. Un exemple d'une telle installation décrite dans le présent document comme étant la méthode de la cavité corps noir sphérique (Méthode 2) est un four ayant un orifice orienté vers le bas afin de réduire la convection au minimum. Un autre exemple en est la méthode du corps noir à température variable (Méthode 3) dans laquelle l'effet de la composante convective est réduit au minimum par l'adoption d'une procédure de substitution où le fluxmètre thermique devant être étalonné est comparé à un radiomètre étalon primaire. Dans ces conditions, l'effet convectif pour chaque mesurage peut être supposé comme étant d'un même ordre de grandeur.

1) Les fluxmètres Schmidt-Boelter et Gardon sont des exemples de produits appropriés disponibles sur le marché. Cette information est donnée à l'intention des utilisateurs du présent document et ne signifie nullement que l'ISO approuve ou recommande l'emploi exclusif des produits ainsi désignés.

Essais au feu — Étalonnage et utilisation des appareils de mesure du flux thermique —

Partie 2: Méthodes d'étalonnage primaire

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 14934 décrit trois méthodes d'étalonnage pour les radiomètres hémisphériques totaux et les fluxmètres thermiques totaux, ces appareils étant exposés à un rayonnement bien défini provenant d'une source de chaleur rayonnante. L'équipement est dimensionné pour minimiser les influences du transfert thermique par convection pendant l'étalonnage. Il est important de noter que, dans leur utilisation pratique, ces instruments mesurent une combinaison du transfert thermique par rayonnement et du transfert thermique par convection. L'influence de cette dernière composante dépendra de la conception du fluxmètre thermique, de l'orientation, des conditions locales de température et d'écoulement ainsi que de la température de l'eau de refroidissement.

iTeh STANDARD PREVIEW

2 Références normatives (standards.iteh.ai)

Les documents de référence suivants sont indispensables pour 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).

ISO 13943:2000, *Sécurité au feu — Vocabulaire*

CEI 60584-2:1982, *Couples thermoélectriques — Partie 2: Tolérances*

Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie (VIM), BIPM/CEI/FICC/ISO/OIML/ICPA/UIPPA

Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM), BIPM/CEI/FICC/ISO/OIML/ICPA/UIPPA

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 13943:2000 et dans le *GUM* ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

rayonnement

émission ou transfert d'énergie sous la forme d'ondes électromagnétiques avec les photons associés

NOTE Voir la Référence [1].

3.2

convection

mouvement de fluide

3.3

chaleur

énergie thermique

NOTE La chaleur est exprimée en joules.

3.4

transfert thermique

mouvement de la chaleur entre des corps par rayonnement, convection ou conduction

EXEMPLE Les corps peuvent être un gaz, un liquide, un corps solide ou leurs combinaisons.

NOTE Le transfert thermique est exprimé en watts.

3.5

transfert thermique radiatif

transfert thermique par rayonnement

NOTE Le transfert thermique radiatif est exprimé en watts.

3.6

transfert thermique convectif

transfert thermique entre un fluide environnant et une surface par convection dépendant de la vitesse du fluide et de la différence de température entre le fluide et la surface

NOTE Le transfert thermique convectif est exprimé en watts.

3.7

transfert thermique total

somme du transfert thermique radiatif et du transfert thermique convectif

NOTE Le transfert thermique total est exprimé en watts.

3.8

flux thermique

chaleur passant à travers une surface par aire et par temps

NOTE Le flux thermique pour les besoins de l'essai est exprimé en watts par mètre carré. Hors du champ des essais de feu, la définition devient «densité de flux thermique».

3.9

rayonnement thermique incident

flux thermique radiatif qui arrive sur une surface

NOTE Le rayonnement thermique incident est exprimé en watts par mètre carré.

3.10

rayonnement thermique absorbé

flux thermique radiatif absorbé par une surface

NOTE Le rayonnement thermique absorbé est exprimé en watts par mètre carré.

3.11

rayonnement thermique émis

flux thermique émis depuis une surface

NOTE Le rayonnement thermique émis est exprimé en watts par mètre carré.

3.12**rayonnement thermique net**

rayonnement thermique absorbé diminué du rayonnement thermique émis

NOTE Le rayonnement thermique net est exprimé en watts par mètre carré.

3.13**flux thermique quittant une surface**

flux composé du rayonnement thermique émis et du rayonnement thermique réfléchi

NOTE Le terme est également appelé «radiosité». Le flux thermique quittant une surface est exprimé en watts par mètre carré.

3.14**flux thermique radiatif**

flux thermique par transfert thermique radiatif

NOTE Le flux thermique radiatif est exprimé en watts par mètre carré.

3.15**flux thermique convectif**

flux thermique par transfert thermique convectif

NOTE Le flux thermique convectif est exprimé en watts par mètre carré.

3.16**flux thermique total**

somme du flux thermique net radiatif et convectif

NOTE Le flux thermique total est exprimé en watts par mètre carré.

3.17**source rayonnante corps noir**

source rayonnante thermique idéale qui absorbe tout le rayonnement thermique incident, quelles que soient la longueur d'onde et la direction

NOTE Cette définition est une partie de la définition donnée dans la Référence [1].

3.18**éclairage énergétique**

flux thermique radiatif incident qui arrive de toutes les directions hémisphériques

NOTE L'éclairage énergétique est exprimé en watts par mètre carré.

3.19**émissivité**

quotient du flux thermique radiatif émis par une surface par le flux thermique radiatif émis par un radiateur corps noir à la même température

NOTE L'émissivité est sans dimension.

3.20**absorptivité**

quotient du flux thermique radiatif absorbé par le flux thermique radiatif incident

NOTE L'absorptivité est sans dimension.

3.21**intensité énergétique**

transfert thermique radiatif par angle solide quittant une source dans une direction donnée

NOTE L'intensité énergétique est exprimée en watts par stéradian.

3.22

fluxmètre

appareil de mesure de flux thermique

instrument réagissant au flux thermique radiatif incident et/ou au transfert thermique convectif vers une surface refroidie

3.23

radiomètre

appareil de mesure du flux rayonné

fluxmètre thermique qui n'est sensible qu'au flux thermique radiatif incident

3.24

radiomètre hémisphérique total

radiomètre également sensible à l'intensité énergétique provenant de toutes les directions au-dessus de la surface sensible

3.25

fluxmètre thermique total

fluxmètre thermique sensible tant au flux thermique radiatif incident qu'au transfert thermique convectif vers une surface refroidie

NOTE Il convient de n'utiliser l'expression «fluxmètre thermique» sans le qualificatif «total» que lorsqu'il n'est pas précisé que l'instrument est un radiomètre ou un fluxmètre thermique total. Lorsque l'instrument est sensible tant au flux thermique radiatif qu'au flux thermique convectif, il convient de toujours utiliser l'expression «fluxmètre thermique total».

3.26

étalon primaire

étalon qui est réputé ou largement reconnu comme ayant les plus hautes qualités métrologiques et dont la valeur est acceptée sans référence à d'autres étalons de la même quantité

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

[VIM:1993]

[ISO 14934-2:2006](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad1281e4-eda2-4255-87ef-8db203c9b806/iso-14934-2-2006)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad1281e4-eda2-4255-87ef-8db203c9b806/iso-14934-2-2006>

3.27

fluxmètre thermique étalon secondaire

fluxmètre thermique avec un étalonnage traçable par rapport à un étalon primaire, utilisé uniquement pour l'étalonnage des fluxmètres thermiques étalons de travail

3.28

fluxmètre thermique étalon de travail

fluxmètre thermique étalonné par rapport à un étalon secondaire pour une utilisation ultérieure au cours des essais de feu

3.29

surface sensible

surface du fluxmètre thermique qui détecte l'éclairement énergétique

3.30

sensibilité

quotient de la tension de sortie par la quantité mesurée

3.31

constante de Stefan-Boltzmann

σ

constante dans l'expression utilisée pour calculer le flux thermique radiatif à partir de la température absolue, égale à $5,67 \times 10^{-8}$ watts par mètre carré Kelvin à la quatrième puissance

NOTE Voir la Référence [2].

4 Principes

4.1 Principes généraux

L'étalonnage des fluxmètres thermiques (radiomètres hémisphériques totaux et fluxmètres thermiques totaux) est effectué avec une source de chaleur rayonnante de type corps noir.

4.2 Principe de la méthode VBBC (cavité corps noir sous vide) (Méthode 1)

Cette méthode est utilisée pour étalonner les fluxmètres thermiques entre 2 kW/m^2 et 70 kW/m^2 . Elle est conçue pour les fluxmètres thermiques totaux ou les radiomètres hémisphériques totaux ayant un diamètre hors tout de 50 mm au maximum. Ces appareils peuvent avoir des tubes pour l'eau et/ou l'air qui sont placés dans la direction axiale. L'étalonnage des fluxmètres thermiques consiste à lire la tension de sortie des fluxmètres thermiques totaux ou des radiomètres hémisphériques totaux lorsqu'ils sont éclairés par une source rayonnante corps noir traçable fonctionnant sous vide. Le fait de baisser la pression absolue dans la cavité corps noir à une valeur comprise entre 0,5 Pa et 2 Pa réduit considérablement le transfert thermique convectif. Les fluxmètres thermiques devant être étalonnés sont fixés sur un support et font partie intégrante du système fermé. Le mode opératoire en est donné en Annexe A. La relation entre la température du four et l'éclairement énergétique au niveau du fluxmètre thermique est donnée en Annexe B. Des exemples de captures d'écran d'ordinateur sont donnés en Annexe C.

4.3 Principe de la méthode de la cavité corps noir sphérique (Méthode 2)

Cette méthode est utilisée pour étalonner les fluxmètres thermiques entre 2 kW/m^2 et 70 kW/m^2 . Une source de chaleur rayonnante corps noir conçue comme un four sphérique comportant une ouverture à sa partie inférieure est utilisée. La température du four, réglée avec une précision élevée, est très uniforme à l'intérieur du four, assurant un niveau élevé de précision de la chaleur rayonnante.

Les fluxmètres thermiques devant être étalonnés sont insérés par l'ouverture située au fond du four, la surface sensible du fluxmètre thermique étant orientée horizontalement. L'influence de la convection est réduite à un minimum. Le fluxmètre thermique ne «voit» que l'environnement contrôlé de l'émetteur corps noir. Le niveau de rayonnement de cet émetteur corps noir dépend principalement de la température mesurée, ce qui le rend traçable par rapport aux étalons internationaux de température.

L'exactitude de la méthode dépend de la conception de l'appareillage d'essai. Le mode opératoire est donnée en Annexe D. La relation entre la température du four et l'éclairement énergétique au niveau du fluxmètre thermique est décrit en Annexe E. Les limites d'erreurs supposent que l'appareillage est construit conformément aux figures montrées dans l'Annexe F. Des recommandations pour les opérateurs sont données dans l'Annexe G.

4.4 Principe de la méthode VTBB (corps noir à température variable) (Méthode 3)

La méthode exploite le principe de la radiométrie à substitution électrique pour étalonner des capteurs de flux thermique pouvant atteindre 50 kW/m^2 au maximum. Les capteurs sont étalonnés en se référant à un radiomètre à substitution électrique à température ambiante dont l'étalonnage est traçable par rapport à un radiomètre cryogénique de haute précision (HACR) étalon primaire. Il s'agit d'un étalon qui est utilisé pour la puissance optique rayonnée et qui est soutenu par une chaîne d'étalonnages indépendants.

L'étalonnage utilise un corps noir à température variable (VTBB) de 25 mm de diamètre de cavité comme source rayonnante à large bande. Le VTBB se compose d'une cavité double dans un tube de graphite chauffée électriquement. La température de corps noir est régulée et stable à $\pm 0,1 \text{ K}$ par rapport à la valeur de consigne.

Le capteur de flux thermique devant être étalonné et le radiomètre étalon de référence sont placés à une distance fixe de l'ouverture du corps noir, en fonction du niveau du flux thermique. La variation du niveau du flux thermique incident au droit de l'emplacement du capteur est obtenue en faisant varier la température du VTBB. Le mode opératoire pour le radiomètre à substitution électrique est donnée en Annexe H. Le mode opératoire de l'étalonnage est donné en Annexe I. La procédure de réduction des données est donnée en Annexe J.

5 Aptitude d'un capteur à l'étalonnage

5.1 Types de fluxmètres thermiques

Toutes les trois méthodes sont prévues pour l'étalonnage des radiomètres hémisphériques totaux et des fluxmètres thermiques totaux. Les fluxmètres thermiques totaux sont généralement du type Schmidt-Boelter et du type Gardon. Les données d'étalonnage expérimentales sont normalement accompagnées d'une expression indiquant la sensibilité du fluxmètre. Il convient de noter que le fluxmètre a une sensibilité spectrale spécifique à chaque longueur d'onde λ . Toutefois, pour les fluxmètres thermiques utilisés dans les essais de feu, la sensibilité peut être supposée indépendante de la longueur d'onde sur la plage spectrale des sources rayonnantes communément examinées. Les écarts par rapport aux caractéristiques idéales de réponse directionnelle peuvent être négligés.

Le champ est admis hémisphérique (angle solide de 180°) et la surface est censée se comporter comme un corps noir parfait, tant du point de vue des caractéristiques spectrales que de celui de la réponse directionnelle.

Les méthodes peuvent être utilisées pour les radiomètres ayant un champ limité, à condition que ce champ soit bien caractérisé et que les corrections apportées pour ce champ soient traçables.

5.2 Conception des fluxmètres thermiques

Les radiomètres et les fluxmètres thermiques ayant un diamètre hors tout maximal de 50 mm et un diamètre de surface sensible pouvant atteindre 10 mm peuvent être pris en charge par les Méthodes 1 et 2. Au cours de l'étalonnage, la température de corps du fluxmètre thermique doit rester constante. Un refroidissement à l'eau permet de s'en assurer. Dans un certain nombre de cas, une alimentation d'air est utilisée pour maintenir la fenêtre exempte de poussière. Dans la mesure du possible, les canalisations d'eau et/ou d'air suivent un chemin parallèle à l'axe de l'appareil de mesure afin de maintenir les conduites dans les limites du diamètre hors tout de 50 mm.

ISO 14934-2:2006

Pour la méthode du mode ouvert, aucune restriction n'est imposée sur le diamètre hors tout du capteur ou sur la manière d'acheminer les conduites d'eau de refroidissement ou de gaz de purge. Toutefois, il est recommandé que la surface sensible du capteur ait un diamètre inférieur ou égal à 10 mm.

5.3 Étendue de mesure

Les radiomètres étant généralement conçus pour être utilisés dans une certaine plage, il convient de les étalonner dans cette plage. Pour les radiomètres qui seront utilisés hors de la plage de la méthode choisie, il n'est pas permis, sauf justification, d'extrapoler les résultats d'étalonnage obtenus.

5.4 État du fluxmètre thermique avant l'étalonnage

Le revêtement sur le capteur est examiné visuellement et, si une réparation est nécessaire, le client en est informé.

6 Relation entre tension de sortie et flux thermique total

La sensibilité des fluxmètres thermiques est principalement déterminée par la composition physique du capteur lui-même. Les propriétés combinées de l'absorbeur, de la géométrie environnante (limitant le champ de vision) de la fenêtre et de la thermopile se traduiront par une certaine tension de sortie pour un niveau de rayonnement thermique incident donné.

Le flux thermique total arrivant au capteur, q_{tot} , peut s'écrire:

$$q_{\text{tot}} = q_{\text{rad}} - q_{\text{emi}} + q_{\text{con}} \quad (1)$$

où

- q_{tot} est le flux thermique total arrivant au capteur;
- q_{rad} est le rayonnement thermique absorbé par le capteur;
- q_{emi} est le rayonnement thermique émis par le capteur;
- q_{con} est le transfert thermique convectif arrivant au capteur.

Le rayonnement thermique absorbé par le capteur dépend de l'absorptivité de la surface du capteur et s'écrit:

$$q_{\text{rad}} = \varepsilon \cdot I_{\text{rad}} \quad (2)$$

où

- ε est l'absorptivité du capteur; l'absorptivité et l'émissivité du capteur sont supposées égales;
- I_{rad} est le rayonnement thermique incident tel que défini par la méthode d'étalonnage (Articles 7, 8 et 9); la valeur tient compte de la dépendance de l'angle de visée pour la méthode.

Le rayonnement thermique émis par le capteur, q_{emi} , est:

$$q_{\text{emi}} = \varepsilon \cdot \sigma T_{\text{w}}^4 \quad (3)$$

où

- T_{w} est la température absolue de l'eau de refroidissement, qui est supposée représenter également la température du capteur.

Le transfert de chaleur convectif, q_{con} , est spécifique à la méthode d'étalonnage. Il dépend de la configuration de l'étalonnage ainsi que de la température de l'eau de refroidissement et de l'air ambiant.

Le flux thermique total arrivant au capteur, q_{tot} , est supposé être un polynôme du second degré du signal de tension de sortie:

$$q_{\text{tot}} = A_0 + A_1 \cdot U_{\text{out}} + A_2 \cdot U_{\text{out}}^2 \quad (4)$$

où

- A_0, A_1, A_2 sont des constantes devant être déterminées par le mode opératoire d'étalonnage selon la procédure de meilleur ajustement décrite dans l'Article 10;
- U_{out} est le signal de tension de sortie.

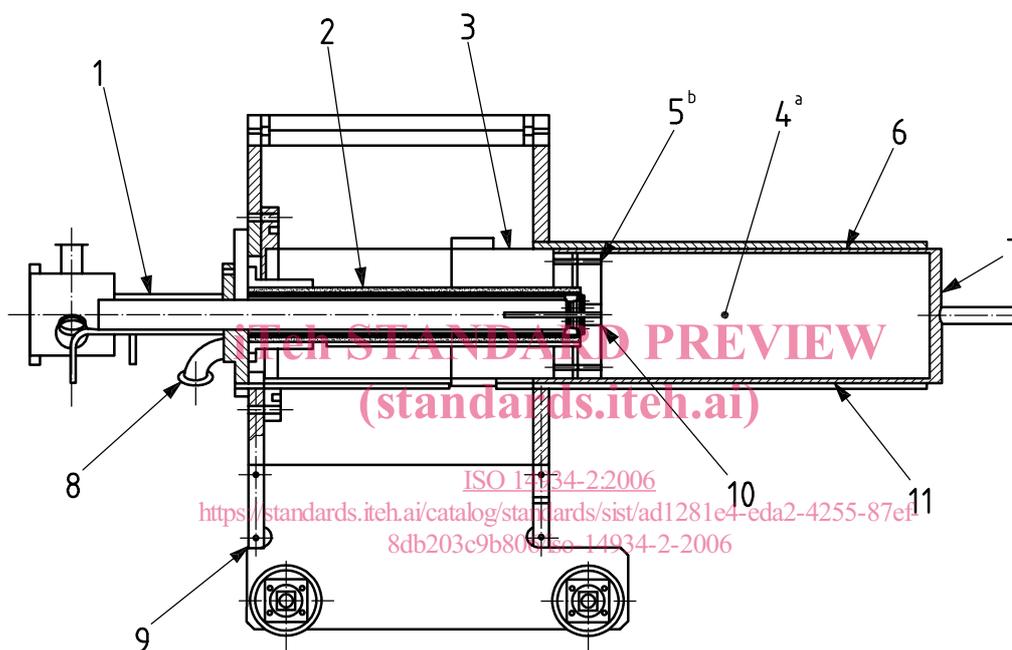
7 Méthode de la cavité corps noir sous vide (VBBC) (Méthode 1)

7.1 Appareillage

7.1.1 Description générale d'un appareillage pour la Méthode 1

L'appareillage d'étalonnage primaire est un système isolé fermé comportant deux pièces essentielles (voir le schéma de la Figure 1):

- un canon qui est un tube cylindrique mobile (1) comprenant la cavité corps noir (4) chauffée électriquement [(3), (6)], les diaphragmes (5), le fluxmètre thermique (10) et ses tubes de refroidissement,
- une chambre isolée et refroidie (2).



Légende

- | | |
|---|--|
| 1 porte-fluxmètre refroidi à l'eau | 7 thermocouples radiaux multipoints |
| 2 tube de céramique | 8 pompe à vide |
| 3 dispositif de chauffage électrique | 9 chariot mobile |
| 4 cavité corps noir | 10 fluxmètre thermique |
| 5 diaphragmes | 11 thermocouples longitudinaux multipoints |
| 6 trois dispositifs de chauffage électrique | |
- a Voir Figure 3.
b Voir Figure 2.

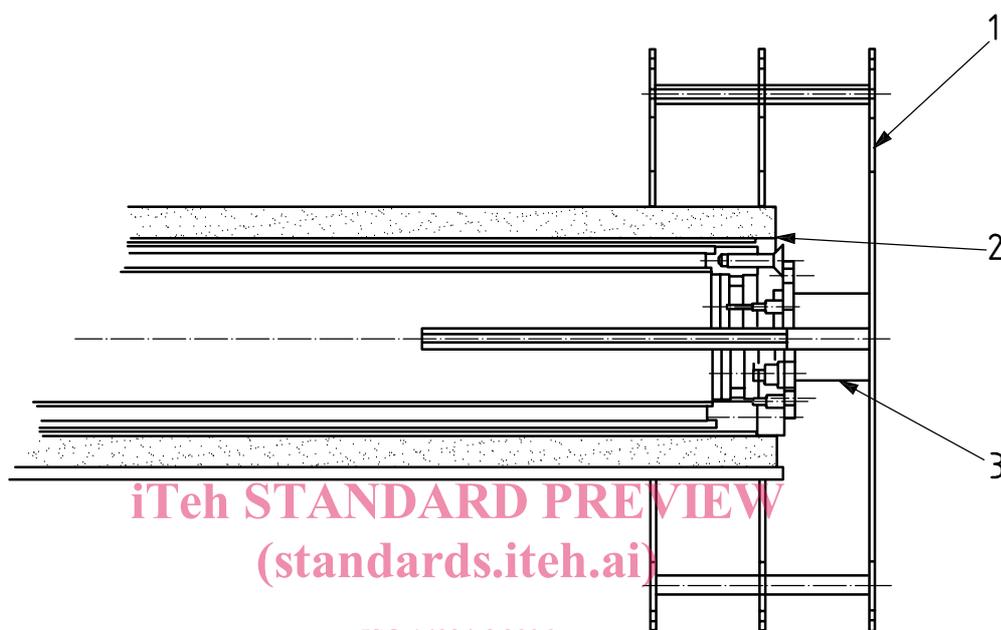
Figure 1 — Coupe du four (VBBC)

7.1.2 Cavité corps noir sous vide (VBBC)

La cavité est un cylindre horizontal ayant un diamètre de 160 mm environ et une longueur de 420 mm environ (voir Figures 2 et 3). Le fluxmètre thermique affleure le diaphragme afin de fermer le système composé du corps noir et du diaphragme.

La cavité corps noir est mise sous vide au moyen d'une pompe primaire et d'une turbopompe moléculaire. La pression dans la cavité est mesurée et enregistrée en continu.

La cavité corps noir est chauffée électriquement à travers la paroi cylindrique au moyen d'enroulements. Quatre régulateurs du type PID (commande proportionnelle-intégrale-dérivée) commandent le chauffage de la cavité. Ces régulateurs PID maintiennent la température du corps noir à $\pm 0,3$ K environ par rapport à la valeur de consigne. Une chemise de céramique est placée autour de la cavité afin de réduire les pertes thermiques. Le fluxmètre thermique est entouré de trois diaphragmes afin de réfléchir le rayonnement provenant de la cavité et de limiter les pertes créées par cette ouverture. La température de fonctionnement du corps noir peut atteindre jusqu'à 900 °C environ.



ISO 14934-2:2006
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ad1281e4-eda2-4255-87ef-8db203c9b806/iso-14934-2-2006>

Légende

- 1 diaphragme
- 2 interface du fluxmètre thermique pour un corps lisse avec et sans bride
- 3 fluxmètre thermique

Figure 2 — Coupe du fluxmètre thermique affleurant les diaphragmes

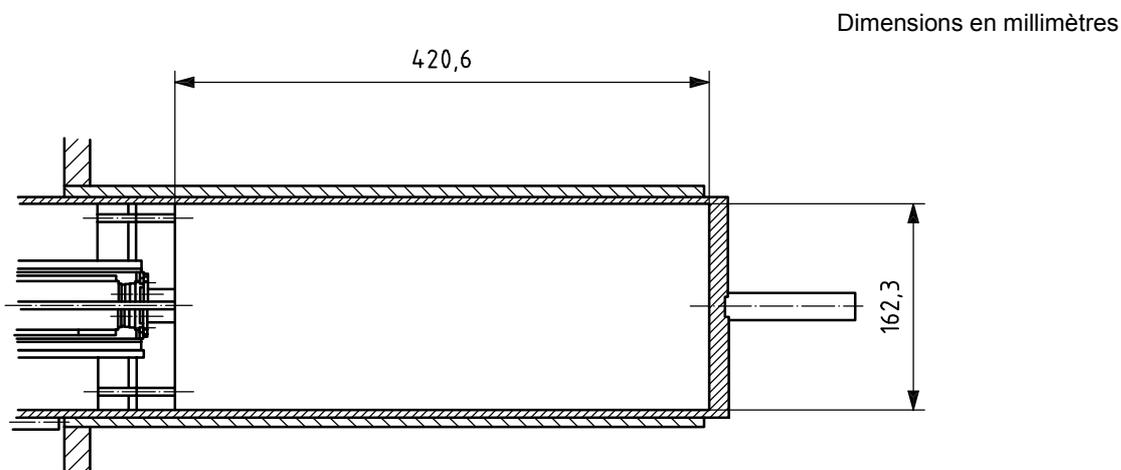


Figure 3 — Coupe de la cavité corps noir