
**Analyse des gaz — Préparation
des mélanges de gaz pour étalonnage
à l'aide de méthodes volumétriques
dynamiques —**

Partie 7:
**Régulateurs thermiques de débit
massique**

(standards.iteh.ai)

*Gas analysis — Preparation of calibration gas mixtures using dynamic
volumetric methods —*

ISO 6145-7:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bf90-ce2bb4e81acb/iso-6145-7-2009>
Part 7: Thermal mass-flow controllers



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 6145-7:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8b9e1a0-dacd-4593-bf90-ce2bb4e81acb/iso-6145-7-2009>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2009

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.....	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Principe	2
5 Configuration	2
5.1 Généralités	2
5.2 Régulateur thermique de débit massique utilisant un générateur de courant constant	2
5.3 Régulateur thermique de débit massique opérant à température constante	3
6 Préparation de mélanges de gaz	4
6.1 Description du mode opératoire expérimental	4
6.2 Zone de validité	6
6.3 Conditions de fonctionnement	7
7 Calculs	7
7.1 Fraction volumique	7
7.2 Sources d'incertitude	7
7.3 Incertitude de mesure	8
Annexe A (informative) Prémélanges gazeux utilisés pour la préparation de mélanges fortement dilués	9
Annexe B (informative) Conseils pratiques	10
Annexe C (informative) Calcul des incertitudes	12
Bibliographie	15

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 6145-7 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 158, *Analyse des gaz*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 6145-7:2001). Lors de l'élaboration de la première édition, on a supposé que chaque régulateur thermique de débit massique serait configuré pour être utilisé à sa performance optimale et l'incertitude de la méthode a été estimée sur cette base. On a donc été particulièrement prudent dans la présente édition et du texte a été ajouté pour indiquer clairement que la méthode ne doit pas être appliquée, par exemple, pour constituer un mélange à deux constituants à 10:1 en utilisant deux régulateurs thermiques de débit massique ayant un domaine de travail identique mais dont l'un fonctionne à son maximum, disons de 1 000 ml/min, et l'autre à 100 ml/min. Dans la première édition, cette disposition indispensable a été brièvement mentionnée uniquement dans une annexe informative; elle a maintenant été développée et formulée de façon plus explicite dans une partie normative. La division de l'Article 3 initial en deux articles, l'un (Article 4) définissant le principe et l'autre (Article 5) présentant une explication supplémentaire destinée à l'utilisateur, constitue une autre mise à jour importante. Ce dernier article comporte maintenant également les exigences nécessaires. L'introduction de deux nouvelles références bibliographiques pertinentes améliore la compréhension de l'Annexe B. Enfin, certaines fautes de frappe ont été corrigées.

L'ISO 6145 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Analyse des gaz — Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage à l'aide de méthodes volumétriques dynamiques*:

- *Partie 1: Méthodes d'étalonnage*
- *Partie 2: Pompes volumétriques*
- *Partie 4: Méthode continue par seringue d'injection*
- *Partie 5: Dispositifs d'étalonnage par capillaires*
- *Partie 6: Orifices critiques*
- *Partie 7: Régulateurs thermiques de débit massique*
- *Partie 8: Méthode par diffusion*

- *Partie 9: Méthode par saturation*
- *Partie 10: Méthode par perméation*
- *Partie 11: Génération électrochimique*

L'ISO 6145-3 intitulée *Injections périodiques dans un flux gazeux* a été supprimée.

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 6145-7:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8b9e1a0-dacd-4593-bf90-ce2bb4e81acb/iso-6145-7-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8b9e1a0-dacd-4593-bf90-ce2bb4e81acb/iso-6145-7-2009>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 6145-7:2009

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8b9e1a0-dacd-4593-bf90-ce2bb4e81acb/iso-6145-7-2009>

Analyse des gaz — Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage à l'aide de méthodes volumétriques dynamiques —

Partie 7: Régulateurs thermiques de débit massique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 6145 fait partie d'une série de Normes internationales qui traitent des méthodes volumétriques dynamiques utilisées pour la préparation des mélanges de gaz pour étalonnage. La présente partie spécifie une méthode de production continue de mélanges de gaz pour étalonnage à au moins deux constituants, à partir de gaz purs ou d'autres mélanges de gaz, en utilisant les régulateurs thermiques de débit massique disponibles sur le marché.

Si cette méthode est employée pour la préparation de mélanges de gaz pour étalonnage, la performance optimale est la suivante: l'incertitude élargie relative de mesurage, U , obtenue en multipliant l'incertitude type composée par un facteur d'élargissement $k = 2$, n'est pas supérieure à 2 %.

Si l'on utilise des gaz mélangés au préalable à la place des gaz purs, il est possible d'obtenir des fractions molaires inférieures à 10^{-6} . Le mesurage du débit massique n'étant alors pas suffisamment précis, le régulateur de débit doit faire l'objet d'un étalonnage indépendant.

Cette méthode a pour principal mérite de permettre la préparation en continu d'un mélange de gaz en grande quantité ainsi que de rendre la préparation de mélanges à plusieurs constituants aussi simple que celle de mélanges ne comptant que deux constituants, à condition d'utiliser le bon nombre de régulateurs thermiques de débit massique.

NOTE Des systèmes permettant le mélange des gaz à partir de régulateurs thermiques de débit massique existent dans le commerce, certains offrant la possibilité d'informatiser et d'automatiser les commandes.

2 Références normatives

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 (y compris les éventuels amendements) s'applique.

ISO 6143, *Analyse des gaz — Méthodes comparatives pour la détermination et la vérification de la composition des mélanges de gaz pour étalonnage*

ISO 6145-1:2003, *Analyse des gaz — Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage à l'aide de méthodes volumétriques dynamiques — Partie 1: Méthodes d'étalonnage*

ISO 7504, *Analyse des gaz — Vocabulaire*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 7504 s'appliquent.

4 Principe

La production continue de mélanges de gaz pour étalonnage à au moins deux constituants, à partir de gaz purs ou d'autres mélanges de gaz, en utilisant les régulateurs thermiques de débit massique disponible sur le marché, est décrite. Le réglage des points de consigne sur les régulateurs de débit à des valeurs prédéterminées permet de modifier rapidement et de manière continûment variable la composition du mélange de gaz. En choisissant des combinaisons appropriées de régulateurs thermiques de débit massique et en utilisant des gaz purs, il est possible de faire varier d'un facteur de 1 000 la fraction volumique du constituant ciblé dans le gaz de complément.

5 Configuration

5.1 Généralités

Pour préparer le mélange de gaz, chaque constituant gazeux sort du régulateur thermique de débit massique étalonné à un débit contrôlé connu et à pression constante. Utiliser des débitmètres précis lors du mesurage des débits afin d'obtenir une mesure acceptable de l'incertitude, quel que soit le réglage du régulateur de débit massique (voir également l'ISO 6145-1:2003, Tableau 1).

Un régulateur thermique de débit massique est constitué d'une unité de mesurage du débit massique et d'une vanne de mélange à commande électronique (voir également les Références [1] et [2]).

5.2 Régulateur thermique de débit massique utilisant un générateur de courant constant

Le débit gazeux traverse un dispositif de chauffage raccordé à un générateur de courant constant, deux capteurs mesurant la température en amont et en aval du dispositif de chauffage.

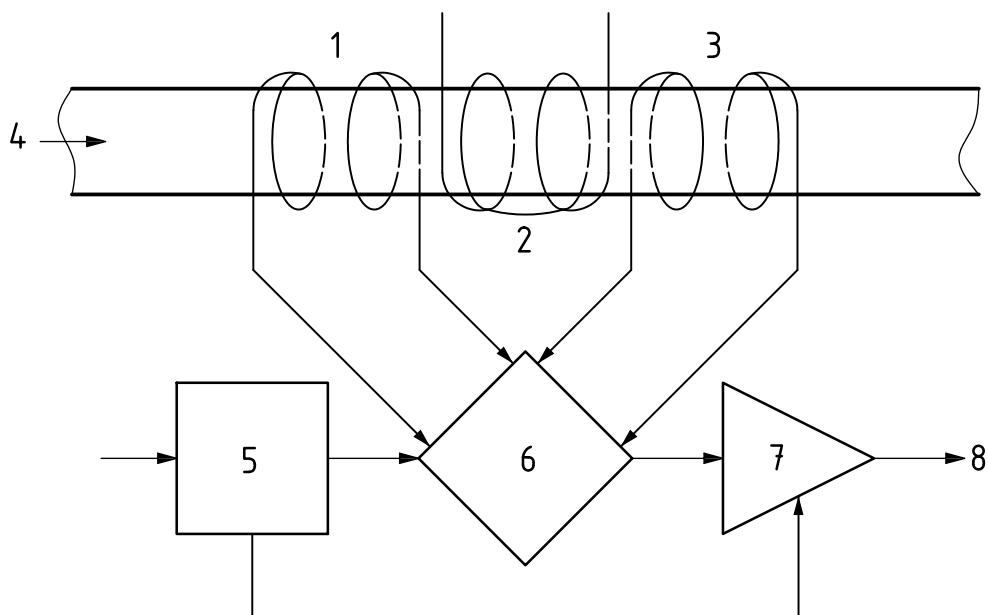
La Figure 1 présente le principe d'un régulateur thermique de débit massique: dispositif de chauffage, capteurs de température et circuits qui leur sont associés. Les deux capteurs de température, situés l'un en amont l'autre en aval du dispositif de chauffage, forment les deux bras du circuit du pont de Wheatstone, réglé pour afficher «zéro» en l'absence de débit. Lorsqu'un flux gazeux passe dans le circuit, une différence de température, ΔT , se crée entre les deux capteurs, produisant un flux calorifique, Φ , donné par:

$$\Phi = c_p \Delta T q_m \tag{1}$$

où

c_p est la capacité thermique par unité de masse, ou capacité thermique molaire, du gaz à pression constante;

q_m est le débit massique.



Légende

- 1 capteur de température 1
- 2 capteur de température 2
- 3 dispositif de chauffage
- 4 alimentation en gaz
- 5 alimentation électrique
- 6 pont de Wheatstone
- 7 amplificateur différentiel
- 8 affichage du signal

I^Teh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 6145-7:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8b9e1a0-dacd-4593-bf90-ce2bb4e81acb/iso-6145-7-2009)

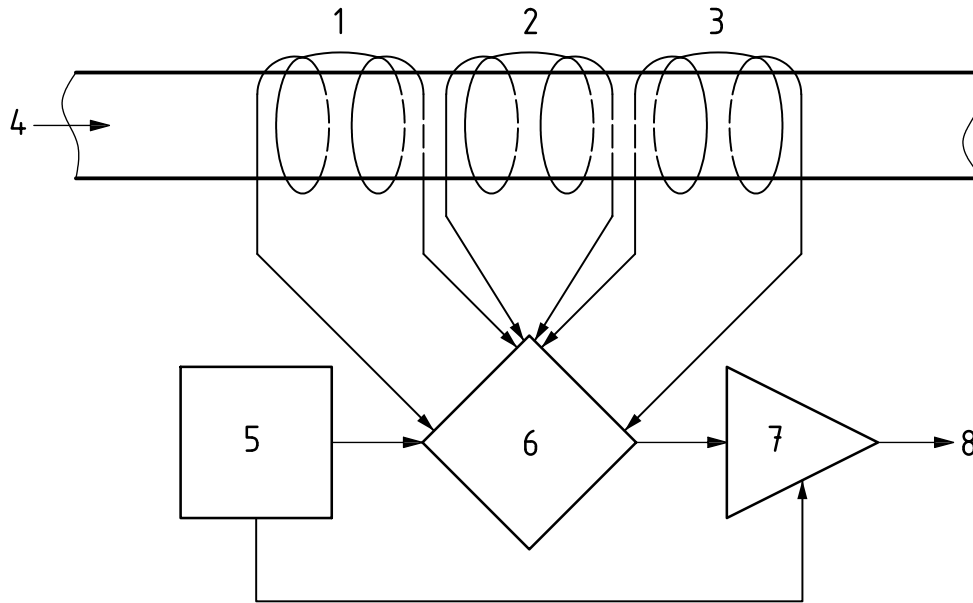
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8b9e1a0-dacd-4593-bf90-ce2bb4e81acb/iso-6145-7-2009>

Figure 1 — Principe d'un régulateur thermique de débit massique avec générateur de courant constant

La différence de température entre les capteurs conduit à une différence de potentiel dans le circuit du pont de Wheatstone et donc à un signal. Le signal est comparé à une tension de référence réglable dans un amplificateur différentiel. Le signal de sortie qui en résulte actionne à son tour une vanne de régulation qui règle le débit du gaz.

5.3 Régulateur thermique de débit massique opérant à température constante

Dans ce système (voir Figure 2), le gaz traverse trois dispositifs de chauffage montés en série, chacun d'eux étant raccordé à l'un des bras du pont de Wheatstone autorégulateur. Au lieu de mesurer une différence de température, la tension à l'entrée de chaque dispositif de chauffage est réglée de façon à obtenir une répartition uniforme de la température le long du flux de gaz. Le courant à la sortie du pont de Wheatstone est proportionnel à la perte calorifique et donc au débit massique du gaz. Le signal de sortie est à nouveau utilisé pour actionner la vanne solénoïde permettant de réguler le débit massique.



Légende

- 1 dispositif de chauffage 1
- 2 dispositif de chauffage 2
- 3 dispositif de chauffage 3
- 4 alimentation en gaz
- 5 alimentation électrique
- 6 pont de Wheatstone
- 7 amplificateur différentiel
- 8 affichage du signal

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 6145-7:2009
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8b9e1a0-dacd-4593-bf90-ce2bb4e81acb/iso-6145-7-2009>

Figure 2 — Régulateur thermique de débit massique opérant à température constante

La préparation de mélanges à plusieurs constituants implique généralement l'utilisation d'un régulateur de débit massique par constituant. Il existe des régulateurs à deux canaux qui peuvent être utilisés pour préparer des mélanges à deux constituants ou encore des mélanges d'air avec un gaz donné.

6 Préparation de mélanges de gaz

6.1 Description du mode opératoire expérimental

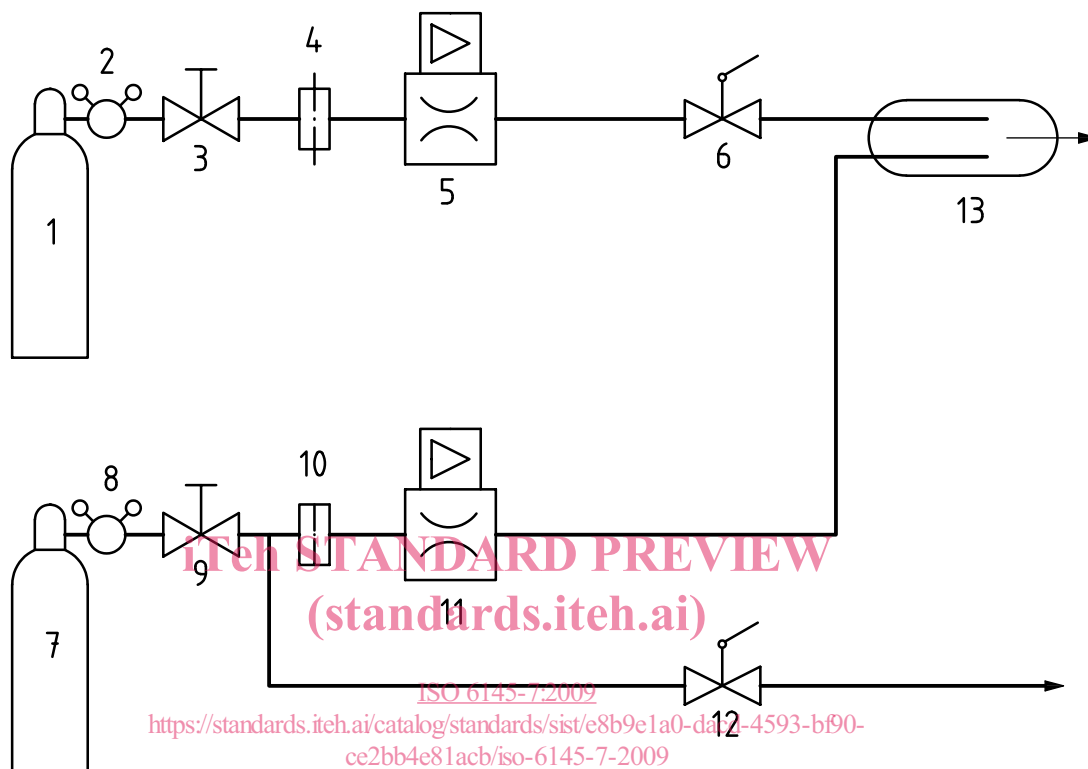
La Figure 3 représente schématiquement le système permettant la préparation des mélanges à deux constituants.

La pression et la température doivent être enregistrées au moment de l'étalonnage.

En fonction des gaz à mélanger et du fait qu'ils ne sont pas parfaits, la pression et la température ambiantes peuvent avoir une certaine incidence sur la fraction volumique. Au moment de l'étalonnage de l'analyseur, il convient que la pression et la température soient aussi proches que possible de celles prévalant au moment du contrôle des régulateurs thermiques de débit massique selon la méthode comparative de l'ISO 6143 (voir 7.3).

Les concentrations des mélanges de gaz pour étalonnage sont normalement exprimées en fractions volumiques mais des spécifications de précision des fabricants concernant les régulateurs thermiques de débit massique sont exprimées en pourcentage de la pleine échelle de l'instrument. L'incertitude élargie

relative de 2 % mentionnée dans le domaine d'application de la présente partie de l'ISO 6145 correspond à 2 % de la fraction volumique du composant d'étalonnage dans le mélange. Cette valeur suppose une utilisation optimale de chaque régulateur thermique de débit massique dans le système, ce qui signifie que chacun fonctionne à son débit maximal ou à un débit très proche de celui-ci. Ainsi, si un régulateur thermique de débit massique fonctionne à 10 % de la pleine échelle, l'incertitude élargie, exprimée en pourcentage du débit maximal (distincte de l'incertitude élargie relative), peut être de ± 1 %; exprimée par contre en termes de pourcentage du débit réel, elle est alors de 10 %.



Légende

Gaz de complément:

- 1 bouteille de gaz sous pression
- 2 régulateur de pression
- 3 vanne d'arrêt
- 4 filtre protégeant contre d'éventuelles contaminations
- 5 régulateur thermique de débit massique
- 6 vanne d'arrêt

Constituant d'étalonnage:

- 7 bouteille de gaz sous pression
- 8 régulateur de pression
- 9 vanne d'arrêt
- 10 filtre protégeant contre d'éventuelles contaminations
- 11 régulateur thermique de débit massique
- 12 vanne d'arrêt
- 13 chambre de mélange

Figure 3 — Appareil de mélange permettant la production de mélanges de gaz à deux constituants au moyen de régulateurs thermiques de débit massique

Un mélange à deux constituants contenant le constituant d'étalonnage à une fraction volumique de 1:10 pourrait être préparé à l'aide de deux régulateurs thermiques de débit massique, chacun de 1 000 ml/min en pleine échelle, en faisant fonctionner l'un à 100 ml/min et l'autre à 1 000 ml/min. Toutefois, l'incertitude élargie du débit du premier serait de $\pm 10,00$ % du débit et l'incertitude élargie relative de la fraction volumique serait de $\pm 10,05$ %. Pour obtenir une incertitude élargie relative de 2 %, le mélange doit être préparé à l'aide de deux régulateurs thermiques de débit massique, le premier ayant une étendue complète de 100 ml/min et le second de 1 000 ml/min, tous deux fonctionnant très près de la pleine échelle.