
**Filtres à haut rendement et filtres
pour l'élimination des particules
dans l'air —**

Partie 2:

**Production d'aérosol, équipement de
mesure et statistique de comptage de
particules**

(<https://standards.iteh.ai>)

High-efficiency filters and filter media for removing particles in air —

*Part 2: Aerosol production, measuring equipment and particle-
counting statistics*

[ISO 29463-2:2011](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/8be2e136-4ab3-4e0e-8dd5-caa93162a9b7/iso-29463-2-2011>



Numéro de référence
ISO 29463-2:2011(F)

© ISO 2011

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 29463-2:2011](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/8be2e136-4ab3-4e0e-8dd5-caa93162a9b7/iso-29463-2-2011>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, Genève
Tél.: +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 Production d'aérosol	2
4.1 Substances aérosols	2
4.2 Production d'aérosols monodispersés	3
4.2.1 Méthodes par condensation	3
4.2.2 Classification de la taille des particules	6
4.3 Génération des aérosols polydispersés	6
4.3.1 Générateur d'aérosol polydispersé à gicleur Laskin	6
4.3.2 Générateur Laskin — Vérification des caractéristiques pression-débit	8
4.4 Neutralisation des aérosols	8
4.5 Paramètres de performance minimale des générateurs d'aérosols	8
4.6 Sources d'erreurs	8
4.7 Maintenance et inspection	8
5 Dispositifs de mesure	9
5.1 Compteurs optiques de particules	9
5.1.1 Fonctionnement	9
5.1.2 Paramètres de performance minimale	10
5.1.3 Sources d'erreurs et erreurs limites	10
5.1.4 Maintenance et inspection	11
5.1.5 Étalonnage	11
5.2 Compteur de particules de condensation	11
5.2.1 Fonctionnement	11
5.2.2 Paramètres de performance minimale	13
5.2.3 Sources d'erreurs et erreurs limites	13
5.2.4 Maintenance et inspection	13
5.2.5 Étalonnage	14
5.3 Analyseur de mobilité différentiel	14
5.3.1 Fonctionnement	14
5.3.2 Paramètres de performance minimale	14
5.3.3 Sources d'erreurs et erreurs limites	14
5.3.4 Maintenance et inspection	15
5.3.5 Étalonnage	16
5.4 Système d'analyse de la taille des particules sur la base de l'analyse de la mobilité différentielle	16
5.4.1 Fonctionnement	16
5.4.2 Paramètres de performance minimale	16
5.4.3 Sources d'erreurs et erreurs limites	16
5.4.4 Maintenance et inspection	16
5.4.5 Étalonnage	16
5.5 Systèmes de dilution	16
5.5.1 Fonctionnement	16
5.5.2 Paramètres de performance minimale	17
5.5.3 Sources d'erreurs et erreurs limites	17
5.5.4 Maintenance et inspection	17
5.6 Photomètre d'aérosol	17
5.6.1 Fonctionnement	18
5.6.2 Paramètres de performance minimale	18
5.6.3 Sources d'erreurs et erreurs limites	19

5.6.4	Maintenance et inspection	19
5.6.5	Étalonnage.....	19
5.7	Équipement de mesure de pression différentielle	19
5.8	Équipement de mesure de pression absolue	19
5.9	Thermomètres.....	20
5.10	Hygromètre	20
6	Intervalles de maintenance et d'inspection	20
7	Statistiques de comptage de particules	21
Annexe A (informative) Taille moyenne des distributions granulométriques		23
Bibliographie		25

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 29463-2:2011](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/8be2e136-4ab3-4e0e-8dd5-caa93162a9b7/iso-29463-2-2011>

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/IEC, 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 29463-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 142, *Séparateurs aérauliques*.

L'ISO 29463 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Filtres à haut rendement et filtres pour l'élimination des particules dans l'air*:

- Partie 1: *Classification, essais de performance et marquage*
- Partie 2: *Production d'aérosol, équipement de mesure et statistique de comptage de particules*
- Partie 3: *Méthode d'essai des filtres à feuille plate*
- Partie 4: *Méthode d'essai pour déterminer l'étanchéité de l'élément filtrant (méthode scan)*
- Partie 5: *Méthode d'essai des éléments filtrants*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/8be2e136-4ab3-4e0e-8dd5-caa93162a9b7/iso-29463-2-2011>

Introduction

L'ISO 29463 (toutes les parties) découle de l'EN 1822 (toutes les parties) avec des changements importants pour répondre aux demandes de membres P non membres de l'UE. Elle donne des exigences, des principes d'essai fondamentaux et le marquage pour les filtres à air à haut rendement d'efficacité ayant une efficacité comprise entre 95 % et 99,999 995 % et qui peuvent être utilisés pour classifier les filtres en général ou pour un usage spécifique par accord entre utilisateurs et fournisseurs.

L'ISO 29463 (toutes les parties) définit un mode opératoire de détermination de l'efficacité de tous les filtres, à partir d'une méthode de comptage de particules à l'aide d'un aérosol d'essai liquide (ou solide) et permet une classification normalisée de ces filtres en fonction de leur efficacité locale et globale, qui couvre effectivement la plupart des exigences des différentes applications. La différence entre l'ISO 29463 (toutes les parties) et les autres normes nationales se situe au niveau de la technique utilisée pour la détermination de l'efficacité globale. Cette technique s'appuie sur le comptage des particules pour la taille de particule ayant la plus forte pénétration (MPPS), qui, pour les médias filtrants en micro-verre, est généralement dans la plage de 0,12 µm à 0,25 µm, plutôt que sur les relations de masses ou les concentrations totales. Cette méthode permet également de soumettre à essai les filtres à air à très faible pénétration, ce qui n'était pas possible avec les méthodes d'essai précédentes en raison de leur sensibilité insuffisante. Pour les médias filtrants à membrane, des règles différentes s'appliquent; celles-ci sont décrites dans l'ISO 29463-5:2011, Annexe B. Bien qu'aucun mode opératoire d'essai équivalent ne soit spécifié pour les essais des filtres munis de médias chargés, une méthode pour traiter ces types de filtres est décrite dans l'ISO 29463-5:2011, Annexe C. Les exigences spécifiques concernant la méthode d'essai, la fréquence et les exigences de déclaration peuvent être modifiées par accord entre le fournisseur et le client. Pour les filtres à faible efficacité (groupe H, tel que décrit ci-dessous), d'autres méthodes d'essais d'étanchéité, décrites dans l'ISO 29463-4:2011, Annexe A, peuvent être utilisées par accord spécifique entre le fournisseur et le client, mais seulement si l'utilisation de ces autres méthodes est clairement indiquée dans les marquages des filtres, tel que décrit dans l'ISO 29463-4:2011, Annexe A.

Il existe des différences entre l'ISO 29463 (toutes les parties) et d'autres pratiques normatives courantes dans plusieurs pays. Par exemple, plusieurs de ces pratiques s'appuient sur les concentrations totales d'aérosols plutôt que sur les particules individuelles. À titre informatif, une description succincte de ces méthodes et leurs normes de référence sont fournies dans l'ISO 29463-5:2011, Annexe A.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/8be2e136-4ab3-4e0e-8dd5-caa93162a9b7/iso-29463-2-2011>

Filtres à haut rendement et filtres pour l'élimination des particules dans l'air —

Partie 2: Production d'aérosol, équipement de mesure et statistique de comptage de particules

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 29463 spécifie la production d'aérosol et l'équipement de mesure utilisé pour soumettre à essai des filtres à haut rendement et des médias filtrants conformément à l'ISO 29463-3, à l'ISO 29463-4 et à l'ISO 29463-5, ainsi que les bases statistiques des comptages de particules sur un nombre limité d'événements dénombrés. Elle est destinée à être utilisée conjointement avec l'ISO 29463-1, l'ISO 29463-3, l'ISO 29463-4 et l'ISO 29463-5.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application de ce 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 29463-1, *Filtres et media à très haute efficacité pour la rétention particulaire — Partie 1: Classification, essais de performance et marquage*

ISO 29463-3, *Filtres à haut rendement et filtres pour l'élimination des particules dans l'air — Partie 3: Méthode d'essai des filtres à feuille plate*

<https://standards.jeh.ai/catalog/standards/iso/8be2e136-4ab3-4e0e-8dd5-caa93162a9b7/iso-29463-2-2011>
ISO 29463-4:2011, *Filtres à haut rendement et filtres pour l'élimination des particules dans l'air — Partie 4: Méthode d'essai pour déterminer l'étanchéité de l'élément filtrant (méthode scan)*

ISO 29463-5:2011, *Filtres à haut rendement et filtres pour l'élimination des particules dans l'air — Partie 5: Méthode d'essai des éléments filtrants*

ISO 29464,¹⁾ *Épuration de l'air et autres gaz — Terminologie*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 29463-1, l'ISO 29464 ainsi que les suivants, s'appliquent.

3.1

efficacité de comptage

expression de la proportion de particules de taille détectable en suspension dans le débit volumique analysé, qui traversent le volume mesuré et qui sont dénombrées par le compteur de particules

EXEMPLE Rapport de la concentration mesurée sur la concentration d'aérosols réelle.

Note 1 à l'article: L'efficacité de comptage dépend de la taille des particules; elle diminue progressivement à l'approche de la limite basse de détection du compteur de particules.

1) À publier.

4 Production d'aérosol

Pour des essais de filtre, un aérosol d'essai contenant des particules liquides doit être utilisé comme méthode d'essai de référence conformément à l'ISO 29463-1. Un aérosol PSL solide peut également être utilisé pour les essais d'efficacité locale (d'étanchéité) (voir l'ISO 29463-4:2011, Annexe E).

Les essais des filtres à hautes performances (ISO 65 U et plus) nécessitent des méthodes de production d'aérosol à haut débit (10^{10} s^{-1} à 10^{11} s^{-1}) afin de fournir des mesures statistiquement significatives en aval du filtre.

En ajustant les paramètres de fonctionnement du générateur de particules, il doit être possible d'ajuster le diamètre moyen des particules de l'aérosol de façon qu'il soit égal à la MPPS. La concentration et la distribution granulométrique de l'aérosol produit doivent rester constantes tout au long de l'essai.

4.1 Substances aérosols

Une substance aérosol adaptée à la méthode d'essai de référence est un liquide dont la pression de vapeur à température ambiante est si faible que la taille des gouttelettes produites ne varie pas de façon significative par évaporation sur l'échelle de temps pertinente pour le mode opératoire d'essai (de l'ordre de quelques secondes).

4.1.1 Les substances possibles comprennent mais ne sont pas limitées à:

- DEHS;
- PAO;
- huile de paraffine (faible viscosité).

4.1.2 Les propriétés les plus critiques d'une substance aérosol possible sont les suivantes, et il convient qu'elles ne diffèrent pas significativement des valeurs données au [Tableau 1](#) pour les trois substances proposées:

[ISO 29463-2:2011](#)

- indice de réfraction; <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/8be2e136-4ab3-4e0e-8dd5-caa93162a9b7/iso-29463-2-2011>
- pression de vapeur;
- masse volumique.

Les règlements de sécurité standards des laboratoires doivent être respectés lors de la manipulation de ces substances. Il doit être garanti, au moyen de systèmes d'évacuation et de systèmes étanches de circulation des aérosols adaptés, que les aérosols d'essai ne sont pas inhalés. En cas de doute, les fiches de données de sécurité des substances appropriées doivent être consultées.

Tableau 1 — Données importantes pour les substances aérosols à 20 °C

Nom commun	DEHS	PAO ^a	Huile de paraffine (faible viscosité)
Désignation chimique	Acide sébacique-bis(2-éthyl-hexyl) ester (par exemple, N° CAS 122-62-3)	Poly-Alpha-Oléfine (par exemple N° CAS ^b 8649-12-7)	Mélange (par exemple, N° CAS 64742-46-7)
Nom commun	Sébacate de diéthylhexyle	Polyalphaoléfine	Huile de paraffine
Massé volumique, kg/m ³	912	800 à 820 (820 ^c)	843
Point de fusion, K	225	~ 280	259
Point d'ébullition, K	529	650 à 780 (674 ^c)	526
Point d'éclair, K	> 473	445 à 500	453
Pression de vapeur à 293 K, kPa	1,9 < 0,1 kPa à 423 K	0,1 à 0,13	< 0,1
Viscosité dynamique, kg/m·s	0,022 à 0,024	0,003 1 à 0,003 4 à 373 K 0,014 à 313 K ^c	0,026 0,002 5 à 0,003 8 à 313 K
Viscosité cinématique, mm ² /s	—	3,8 à 4,2 à 373 K	3,0 à 4,5 à 313 K
Indice de réfraction/longueur d'onde, nm	1,450/650 1,452/600 1,4535/550 1,4545/500 1,4585/450 1,475/400	(1,455 6 ^c)	(1,466 ^c)

^a Les brevets américains 5,059,349, 5,059,352 et 5,076,965 décrivent et limitent l'utilisation de PAO aux fins d'essais des filtres.

Les propriétés matériau du PAO sont telles que données dans la norme japonaise JACA No. 37-2001 et l'ISO 14644-3.

^b N° CAS, numéro d'enregistrement du Chemical Abstract Service, pour les substances enregistrées auprès du Chemical Abstract, délivré par l'American Chemical Society.

^c Données pour « Emery 3004 » comme exemple spécifique d'une PAO.

Source: Crosby, David W., *Concentration produced by a Laskin nozzle generator, a comparison of substitute materials and DOP*, 21st DOE/NRC Nuclear Air Cleaning Conference.

4.2 Production d'aérosols monodispersés

4.2.1 Méthodes par condensation

Les méthodes par condensation sont recommandées pour la fabrication d'aérosols monodispersés, c'est-à-dire que les particules sont formées par condensation en phase vapeur. Il est nécessaire de faire la distinction entre condensation hétérogène et condensation homogène.

4.2.1.1 Condensation hétérogène

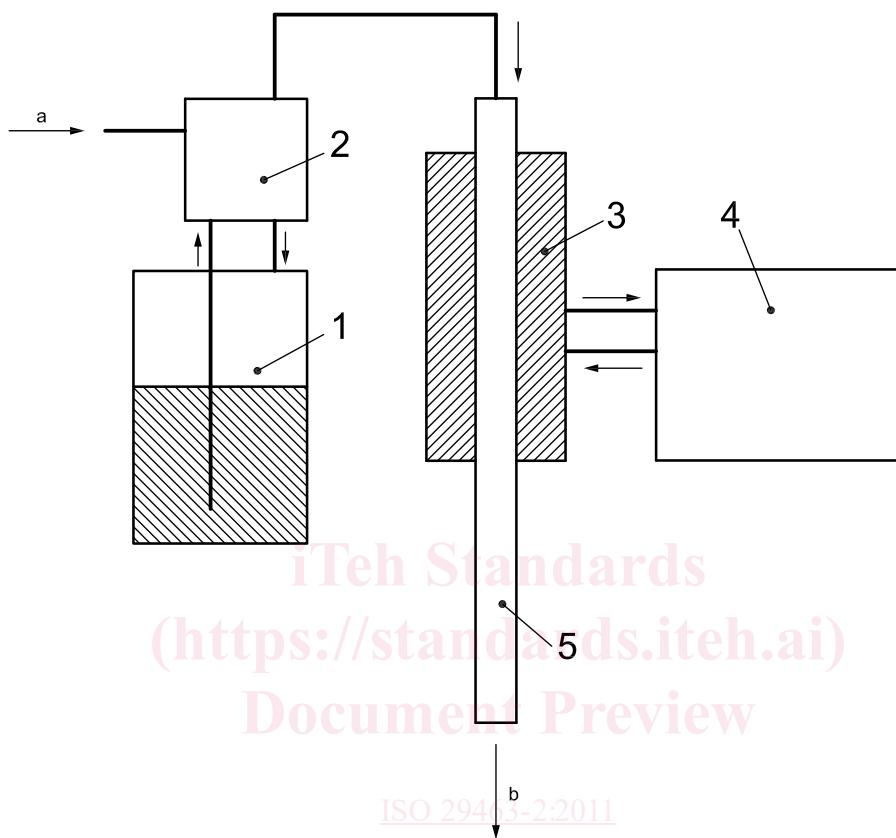
Dans le cas de la condensation hétérogène, la vapeur se condense à un niveau de sursaturation relativement bas autour de très petites particules déjà présentes, dénommées noyaux de condensation. La distribution granulométrique de l'aérosol ainsi obtenu a un écart-type géométrique compris entre $\sigma_g = 1,05$ et $\sigma_g = 1,15$.

Le générateur Rapaport-Weinstock (voir [Figure 1](#)) est un type de générateur d'aérosol qui fonctionne selon le principe de la condensation hétérogène et qui convient pour les essais de filtres conformément à la présente partie de l'ISO 29463.

4.2.1.1.1 Générateur Rapaport-Weinstock

NOTE Voir [Figure 1](#).

Une substance aérosol est nébulisée à travers un gicleur, sous forme d'une substance pure ou d'une solution, et l'aérosol polydispersé obtenu est alors vaporisé le long de la section chauffée d'un tube en verre. Il reste les noyaux résiduels des impuretés du matériau.



iteh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/8be2e136-4ab3-4e0e-8dd5-caa93162a9b7/iso-29463-2-2011>

Légende

- 1 réservoir de liquide
- 2 nébuliseur
- 3 section de vaporisation
- 4 thermostat
- 5 section de condensation
- a Air comprimé.
- b Aérosol.

Figure 1 — Structure du générateur d'aérosol Rapaport-Weinstock

Dans la section de condensation qui suit, la substance aérosol se condense alors sur ces noyaux pour former un aérosol monodispersé (voir aussi la Référence [1]).

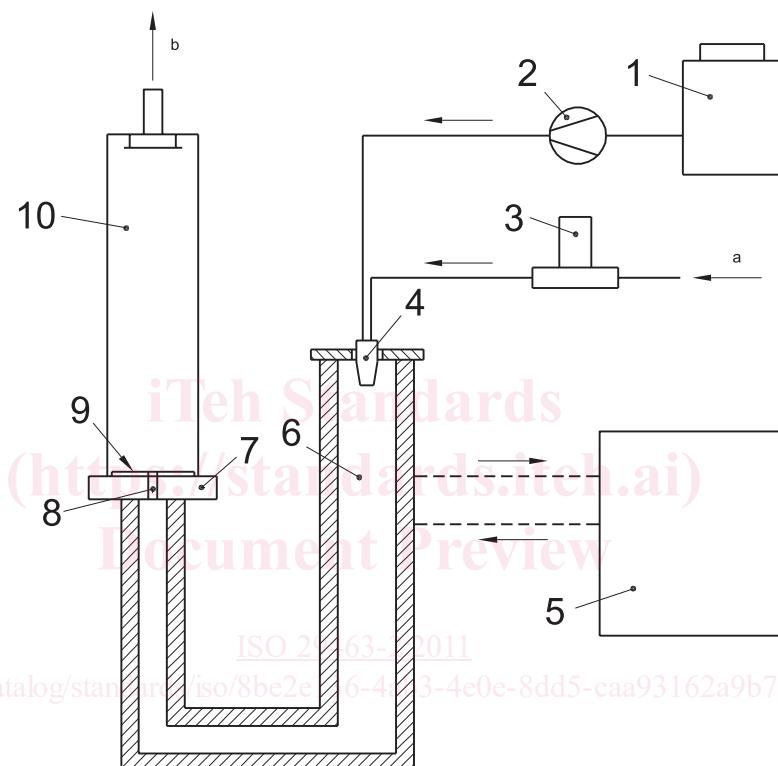
Le diamètre des particules de cet aérosol est déterminé par le rapport de mélange de la substance aérosol et du solvant. L'aérosol final contient le solvant utilisé (par exemple, propanol) sous forme de vapeur.

Les générateurs de ce type atteignent des taux de production de particules de 10^9 s^{-1} ; le diamètre des particules peut être ajusté entre 0,1 μm et 1,5 μm approximativement.

4.2.1.2 Condensation homogène

À des niveaux plus élevés de sursaturation, des grappes de molécules de vapeur se forment spontanément en l'absence de noyaux de condensation et grossissent ensuite jusqu'à former des particules de quelques nanomètres de diamètre (condensation homogène). Des particules plus grosses se forment alors par coagulation de ces particules entre elles. La distribution granulométrique qui en résulte a un écart-type $\sigma_g \sim 1,5$, indépendant de la taille moyenne des particules et ne peut être qualifié que de quasi monodispersée. Par contre, les taux de production de particules atteints peuvent être de deux ordres de grandeur plus élevés que ceux possibles avec la condensation hétérogène (plus de 10^{11} s^{-1}).

La [Figure 2](#) présente la structure d'un générateur d'aérosol à condensation à jet libre qui fonctionne selon ce principe.



Légende

1	réservoir à DEHS	6	tube de vaporisation avec élément chauffant et isolation
2	pompe	7	gaine d'air
3	régulateur de débit	8	gicleur
4	nébuliseur à ultrasons	9	plaqué de métal fritté
5	thermostat	10	section de coagulation
a	Azote.		
b	Aérosol.		

Figure 2 — Configuration d'un générateur d'aérosol à condensation à jet libre

Une pompe alimente en substance aérosol un nébuliseur à ultrasons à un débit donné. Les gouttelettes relativement grosses produites ($> 20 \mu\text{m}$) sont ensuite vaporisées dans un tube chauffé. La concentration de noyaux résiduels est si faible qu'elle n'influe pas sur le processus de condensation homogène ultérieur. Le flux d'azote chaud qui transporte la vapeur passe ensuite par un gicleur dans un flux de gaine d'air laminaire froid. Le mélange turbulent du jet libre et de l'air froid provoque la sursaturation nécessaire à la condensation homogène.