

---

---

**Méthode d'essai pour mesurer  
l'efficacité des médias de filtration  
d'air par rapport aux nanomatériaux  
sphériques —**

Partie 2:

**Spectre granulométrique de 3 nm à 30  
nm**

*Test method to measure the efficiency of air filtration media against  
spherical nanomaterials —*

*Part 2: Size range from 3 nm to 30 nm*

ISO/TS 21083-2:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e2a4d155-af09-4268-9638-2bb4f6cb1df4/iso-ts-21083-2-2019>



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

ISO/TS 21083-2:2019

<https://standards.itih.ai/catalog/standards/iso/e2a4d155-af09-4268-9638-2bb4f6cb1df4/iso-ts-21083-2-2019>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2019

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](mailto:copyright@iso.org)  
Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b>	<b>v</b>
<b>Introduction</b>	<b>vi</b>
<b>1 Domaine d'application</b>	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b>	<b>1</b>
<b>3 Termes, définitions, symboles et abréviations</b>	<b>1</b>
3.1 Termes et définitions	1
3.2 Symboles et abréviations	2
3.2.1 Symboles	2
3.2.2 Abréviations	3
<b>4 Principe</b>	<b>3</b>
<b>5 Matériaux d'essai</b>	<b>4</b>
5.1 Généralités	4
5.2 Aérosol en phase solide — Aérosol d'argent pour essai à titre d'exemple	4
5.3 Méthode de génération d'aérosols en phase solide	5
<b>6 Montage d'essai</b>	<b>5</b>
6.1 Généralités	5
6.2 Spécification du montage	7
6.2.1 Système de génération d'aérosols	7
6.2.2 Tubes	7
6.2.3 DEMC	7
6.2.4 Distribution des charges en équilibre et neutralisation des particules d'aérosol	9
6.2.5 Neutralisation des particules d'aérosol	10
6.2.6 Ligne d'air d'appoint	12
6.2.7 Assemblage de fixation du filtre d'essai	12
6.2.8 CPC	13
6.2.9 Filtre final	15
6.3 Montage détaillé pour l'essai à l'aide de nanoparticules d'argent	15
6.4 Détermination de la vitesse au niveau du média filtrant	16
<b>7 Qualification du banc d'essai et de l'appareillage</b>	<b>17</b>
7.1 Essais du CPC	17
7.1.1 CPC — Essai de stabilité du débit d'air	17
7.1.2 CPC — Essai à zéro	17
7.1.3 CPC — Essai de surcharge	17
7.1.4 Étalonnage de l'exactitude du comptage	18
7.2 Essais du DEMC	20
7.3 Qualification de la neutralisation d'aérosol	20
7.3.1 Généralités	20
7.3.2 Qualification de la neutralisation par vérification de la fraction de charge multiple sur les particules traversant le neutraliseur	20
7.3.3 Qualification du neutraliseur d'aérosols à l'aide de la sortie à décharge Corona équilibrée	21
7.3.4 Qualification de la neutralisation selon l'ISO/TS 19713-1	21
7.4 Contrôles de l'étanchéité du système	22
7.4.1 Essais de fuite d'air	22
7.4.2 Détection visuelle à la fumée froide	22
7.4.3 Pressurisation du système d'essai	22
7.4.4 Utilisation de médias filtrants à haute efficacité	22
7.5 Uniformité de la concentration d'aérosols d'essai	22
<b>8 Mode opératoire d'essai</b>	<b>23</b>
8.1 Détermination du rapport de corrélation	23
8.2 Protocole de mesurage de l'efficacité de filtration	24

8.2.1	Contrôles préparatoires.....	24
8.2.2	Préparation de l'équipement.....	24
8.2.3	Générateur d'aérosols.....	25
8.2.4	Générateur d'aérosols — Neutraliseur.....	25
8.2.5	Neutralisation du média filtrant.....	26
8.2.6	Neutralisation du média filtrant selon l'ISO 29461-1.....	27
8.2.7	Mesurage du débit d'air.....	29
8.2.8	Mesurage de la perte de charge.....	29
8.2.9	Essai de comptage nul.....	29
8.2.10	Essai de fuite d'air.....	30
8.2.11	Essai de l'effet de chargement.....	30
8.2.12	Valeurs rapportées.....	30
8.2.13	Mesurage de l'efficacité de filtration — Nanoparticules d'argent.....	30
8.3	Évaluation de l'essai.....	31
8.4	Protocole de mesurage pour un échantillon — Résumé.....	32
8.4.1	Utilisation d'un CPC pour le mesurage des concentrations de particules en amont et en aval.....	32
8.4.2	Utilisation de deux CPC pour le mesurage des concentrations de particules en amont et en aval.....	33
<b>9</b>	<b>Points de maintenance.....</b>	<b>34</b>
<b>10</b>	<b>Incertitudes de mesure.....</b>	<b>35</b>
<b>11</b>	<b>Présentations des résultats.....</b>	<b>36</b>
11.1	Généralités.....	36
11.2	Éléments de rapport requis.....	36
11.2.1	Généralités.....	36
11.2.2	Synthèse du rapport.....	36
11.2.3	Partie détaillée du rapport.....	37
<b>Annexe A (informative)</b>	<b>Spécifications des instruments.....</b>	<b>42</b>
<b>Annexe B (informative)</b>	<b>Analyse statistique de précision d'une expérimentation (selon l'ISO 5725-2).....</b>	<b>45</b>
<b>Annexe C (informative)</b>	<b>Utilisation en toute sécurité de l'IPA.....</b>	<b>50</b>
<b>Annexe D (informative)</b>	<b>Manipulation sûre des dispositifs radioactifs.....</b>	<b>51</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>52</b>

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

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

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

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

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

Le présent document a été élaboré par le comité technique du Comité européen de normalisation (CEN) CEN/TC 195, *Filtres air pour la propreté de l'air* en collaboration avec le Comité technique ISO/TC 142, *Séparateurs aérauliques*, conformément à l'accord technique de coopération entre l'ISO et le CEN (accord de Vienne).

Une liste de toutes les parties de la série ISO 21083 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

Les nano-objets sont des pièces de matériaux discrètes ayant une, deux ou trois dimensions extérieures à l'échelle du nanomètre (voir l'ISO/TS 80004-2) et sont des éléments constitutifs des nanomatériaux. Les nanoparticules, c'est-à-dire les particules ayant au moins une dimension inférieure à 100 nm, ont généralement une mobilité supérieure à celle des particules plus grandes. En raison de leur plus grande mobilité et de leur plus grande surface spécifique, disponible pour les réactions chimiques de surface, elles peuvent poser un risque plus grave pour la santé que les particules plus grosses. Ainsi, la pollution de l'air par les particules avec de grandes concentrations de nanoparticules peut avoir un effet néfaste accru sur la santé humaine et une mortalité accrue (voir référence [15]).

Avec le focus accru sur les nanomatériaux et les nanoparticules, la filtration des nanoparticules en suspension dans l'air fait également l'objet d'une attention croissante. La filtration des aérosols peut être utilisée dans diverses applications, telles que le contrôle de la pollution de l'air, la réduction des émissions, la protection des voies respiratoires chez l'homme et le traitement des matériaux dangereux. L'efficacité du filtre peut être déterminée en mesurant les concentrations de particules d'essai en amont et en aval du filtre. La concentration de particules peut être exprimée en masse, en aire surfacique ou en nombre. Parmi ceux-ci, la concentration en nombre est le paramètre le plus sensible pour le mesurage des nanoparticules. Les instruments de pointe permettent de mesurer précisément la concentration en nombre de particules dans l'air, et par conséquent, une efficacité fractionnaire de la filtration précise. Comprendre l'efficacité de la filtration des nanoparticules est crucial dans les programmes d'élimination des nanoparticules, et donc, dans un contexte plus large, pour améliorer la qualité générale de l'environnement, y compris l'environnement de travail.

Les essais de filtration des nanoparticules, plus particulièrement celles de moins de 10 nanomètres, représentent une tâche difficile qui nécessite de générer une grande quantité de particules extrêmement petites et de dimensionner et quantifier ces particules avec une grande précision. Le rebond thermique reste une question pour les particules jusqu'à 1 nm à 2 nm (voir référence [11]). La très forte diffusion des particules de moins de 10 nm tend à entraver la précision de la classification granulométrique (voir références [7] et [8]). Les compteurs de particules à condensation conformément à l'état de l'art à usage général disponibles dans le commerce peuvent détecter des particules de seulement 1 nm à 2 nm.

Il existe un grand nombre de normes d'essai des filtres à air, telles que la série ISO 29463 et la série ISO 16890. La plage de particules d'essai de la série ISO 29463 se situe entre 0,04 µm et 0,8 µm, et l'accent est mis sur la mesure de l'efficacité minimale des particules de taille pour laquelle la pénétration est la plus élevée (MPPS). La plage de particules d'essai de la série ISO 16890 se situe entre 0,3 µm et 10 µm. La série ISO 21083 vise à normaliser les méthodes de détermination de l'efficacité des médias filtrants, de toutes classes, utilisés dans les produits de filtration d'air courant et se concentre sur l'efficacité de filtration des nanoparticules en suspension dans l'air, en particulier pour des tailles de particules de moins de 10 nanomètres.

Les progrès réalisés ces dernières années dans le domaine des instruments à aérosol et des études sur la filtration des nanoparticules fournissent une base solide pour l'élaboration d'une méthode d'essai permettant de déterminer l'efficacité des médias filtrants par rapport à des nanoparticules en suspension dans l'air d'une granulométrie jusqu'à 3 nm.

# Méthode d'essai pour mesurer l'efficacité des médias de filtration d'air par rapport aux nanomatériaux sphériques —

## Partie 2: Spectre granulométrique de 3 nm à 30 nm

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les instruments et modes opératoires d'essai pour la détermination de l'efficacité de filtration d'un média filtrant plan par rapport à des nanoparticules en suspension dans l'air dans la plage de 3 nm à 30 nm. Les méthodes d'essai décrites dans le présent document sont limitées à des particules sphériques ou quasi-sphériques afin d'éviter les incertitudes liées à la forme des particules.

### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 5167 (toutes les parties), *Mesure de débit des fluides au moyen d'appareils déprimogènes insérés dans des conduites en charge de section circulaire*

ISO 5725-1, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 1: Principes généraux et définitions*

ISO 5725-2, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 2: Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée*

ISO 15900, *Détermination de la distribution granulométrique — Analyse de mobilité électrique différentielle pour les particules d'aérosol*

ISO 27891, *Densité de particules d'aérosol — Étalonnage de compteurs de particules d'aérosol à condensation*

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

### 3 Termes, définitions, symboles et abréviations

#### 3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 5167-1, l'ISO 5725-1, l'ISO 5725-2, l'ISO 15900, l'ISO 27891 et l'ISO 29464 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

— ISO online browsing platform: <http://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: <http://www.electropedia.org/>

## 3.2 Symboles et abréviations

### 3.2.1 Symboles

Symbole	Définition
$A$	Intensité source de la source radioactive
$A_0$	Intensité source d'origine de la source radioactive
$A_f$	Surface effective de filtration
$C_{up}$	Concentration de particules en amont du média filtrant
$C_{up,i}$	Concentration de particules de la $i$ ème taille monodispersée en amont du média filtrant
$C_{down}$	Concentration de particules en aval du média filtrant
$C_{down,i}$	Concentration de particules de la $i$ ème taille monodispersée en aval du média filtrant
$C_{ni}$	Concentration de particules après le second DEMC pour les particules porteuses de $i$ charge(s)
$d_d$	Diamètre de la gouttelette initiale y compris le solvant
$d_p$	Diamètre de la particule d'essai après évaporation complète du solvant
$E$	Efficacité de filtration du média filtrant d'essai
$E_i$	Efficacité de filtration du média filtrant d'essai par rapport aux particules de la $i$ ème taille monodispersée
$e$	Charge d'un électron
$\phi_v$	Fraction volumique du DEHS dans la solution
$t_{0,5}$	Demi-vie de la source radioactive
$N_{up}$	Nombre total de particules en amont du média filtrant pendant un certain intervalle de temps défini par l'utilisateur
$N_{up,i}$	Nombre de particules de la $i$ ème taille monodispersée en amont du média filtrant pendant un certain intervalle de temps défini par l'utilisateur
$N_{down}$	Nombre total de particules en aval du média filtrant pendant un certain intervalle de temps défini par l'utilisateur
$N_{down,i}$	Nombre de particules de la $i$ ème taille monodispersée en aval du média filtrant pendant un certain intervalle de temps défini par l'utilisateur
$N_{ni}$	Nombre total de particules après le second DEMC pour les particules porteuses de $i$ charge(s)
$n_p$	Nombre de charges élémentaires
$P$	Pénétration fractionnelle du média filtrant d'essai
$P_i$	Pénétration fractionnelle de particules de la $i$ ème taille monodispersée pour le média filtrant d'essai
$P_m$	Pénétration avec le média filtrant, avant application du rapport de corrélation
$P_{m,i}$	Pénétration mesurée par rapport aux particules de la $i$ ème taille monodispersée lorsque le média filtrant est installé dans le porte-filtre, avant application du rapport de corrélation
$q$	Débit à travers le média filtrant
$q_e$	Débit d'air à travers l'électromètre
$R$	Rapport de corrélation
$R_i$	Rapport de corrélation pour la $i$ ème taille de particule monodispersée, obtenu comme la pénétration sans le média filtrant
$R_{es}$	Résistance de l'élément résistif
$t$	Temps
$v_f$	Vitesse au niveau du média filtrant
$V$	Tension
$x$	Volume de l'air échantillonné
$\alpha$	Angle de la section de transition dans le porte-filtre
$\Delta p$	Perte de charge aux bornes du média filtrant



Symbole	Définition
$E_0$	Efficacité particulaire initiale de l'échantillon de média
$\Delta E_c$	Différence d'efficacité particulaire entre $E_0$ et l'efficacité conditionnée de l'échantillon de média
$\lambda$	Constante de décroissance radioactive égale à $0,693/t_{0,5}$

### 3.2.2 Abréviations

AC	Courant alternatif
CAS	Chemical abstract service
CL	Limite de concentration
CMD	Diamètre médian
CPC	Compteur de particules à condensation
DEHS	Diéthylhexylsébacate
DEMC	Classificateur différentiel de mobilité électrique
DMAS	Système d'analyse différentielle de mobilité
HEPA	Filtre à particules à haute efficacité
Kr	Krypton
IPA	Isopropanol
MPPS	Taille de particule ayant la plus forte pénétration
Po	Polonium
PSL	Latex de polystyrène
HR	Humidité relative
SRM	Matériau de référence étalon

## 4 Principe

L'efficacité de filtration du média filtrant est déterminée en mesurant les concentrations de particules en amont et en aval du média filtrant. La pénétration fractionnelle,  $P$ , représente la fraction de particules d'aérosol pouvant traverser le média filtrant, comme indiqué dans la [Formule \(1\)](#):

$$P = C_{\text{down}} / C_{\text{up}} \quad (1)$$

où  $C_{\text{down}}$  et  $C_{\text{up}}$  représentent respectivement les concentrations de particules en aval et en amont du média filtrant. Une autre approche consiste à mesurer le nombre de particules en amont et en aval du média filtrant pour un intervalle de temps et un débit volumique d'échantillonnage définis par l'utilisateur. La pénétration est alors le rapport entre le comptage en aval,  $N_{\text{down}}$ , et le comptage en amont,  $N_{\text{up}}$ , comme indiqué dans la [Formule \(2\)](#):

$$P = N_{\text{down}} / N_{\text{up}} \quad (2)$$

L'efficacité du média filtrant,  $E$ , est la fraction de particules d'aérosol éliminées par le média filtrant, comme montré dans la [Formule \(3\)](#):

$$E = 1 - P \quad (3)$$

L'efficacité du média filtrant dépend de la taille des particules d'essai. Si l'essai est réalisé avec un certain nombre de particules monodispersées de tailles différentes, l'expression pour la pénétration des particules de la  $i$ ème taille monodispersée,  $P_i$ , peut être écrite comme indiqué dans la [Formule \(4\)](#):

$$P_i = C_{\text{down},i} / C_{\text{up},i} \quad (4)$$

où  $C_{\text{up},i}$  et  $C_{\text{down},i}$  sont respectivement les concentrations de particules de la  $i$ ème taille monodispersée en amont et en aval du média filtrant. Si l'essai est effectué avec un certain nombre de particules monodispersées de tailles différentes, l'expression pour la pénétration des particules de la  $i$ ème taille monodispersée,  $P_i$  peut être écrite comme indiqué dans la [Formule \(5\)](#):

$$P_i = N_{\text{down},i} / N_{\text{up},i} \quad (5)$$

où  $N_{\text{up},i}$  et  $N_{\text{down},i}$  sont respectivement les nombres de particules de la  $i$ ème taille monodispersée en amont et en aval du média filtrant pour un intervalle de temps et un débit volumique d'échantillonnage définis par l'utilisateur. Par conséquent, l'efficacité de filtration,  $E_i$ , du média filtrant d'essai par rapport aux particules de la  $i$ ème taille monodispersée est comme indiqué dans la [Formule \(6\)](#):

$$E_i = 1 - P_i \quad (6)$$

Les particules d'essai comprises dans la plage de 3 nm à 30 nm sont générés par une méthode évaporation-condensation. Cette méthode peut notamment consister à générer des particules d'argent (Ag) à partir d'un four tubulaire électrique.

Les particules d'essai provenant du générateur sont neutralisées. Les particules sont mélangées de manière homogène avec de l'air d'essai filtré, si nécessaire, jusqu'à atteindre la concentration et le débit souhaités, avant d'être utilisées pour contrôler le média filtrant d'essai.

Une éprouvette du média filtrant plan est fixée dans un assemblage de filtre d'essai et est soumise au débit d'air d'essai correspondant à la vitesse spécifiée du média filtrant. Le débit partiel, qui est le débit avec lequel le CPC fonctionne, de l'aérosol d'essai est échantillonné en amont et en aval du média filtrant, et la pénétration fractionnelle est déterminée à partir des concentrations numériques en amont et en aval ou des nombres totaux dans des intervalles de temps définis par l'utilisateur. De plus, la perte de charge aux bornes du média filtrant est mesurée à la vitesse spécifiée au niveau du média filtrant.

Des équipements supplémentaires sont nécessaires pour mesurer la pression absolue, la température et l'humidité relative de l'air d'essai. Il est également nécessaire de mesurer et contrôler le débit volumique d'air.

## 5 Matériaux d'essai

### 5.1 Généralités

Tout aérosol utilisé pour soumettre à essai les performances de filtration selon la présente méthode d'essai ne doit être introduit dans la section d'essai que le temps nécessaire pour soumettre à essai les caractéristiques de performance de filtration du média filtrant d'essai sans modifier les caractéristiques de performance de filtration du média filtrant d'essai soumis sous l'effet d'un chargement, d'une neutralisation de la charge ou d'une autre réaction physique ou chimique.

### 5.2 Aérosol en phase solide — Aérosol d'argent pour essai à titre d'exemple

Source de poudre d'argent pur – Ag (99,999 %)

**Propriétés de la poudre d'argent pur:**

Densité	10,49 · 10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup>
Point de fusion	1 234 K
Point d'ébullition	2 434 K
Solubilité	insoluble dans l'eau

**5.3 Méthode de génération d'aérosols en phase solide**

Les nanoparticules d'argent ou les nanoparticules d'autres matériaux peuvent être utilisées à condition que le mode opératoire de qualification soit effectué et que les exigences soient remplies.

Les nanoparticules d'argent peuvent être générées par la méthode évaporation-condensation (voir Référence [17]). Un four électrique est utilisé pour générer des nanoparticules d'argent à partir d'une source de poudre d'argent pur (99,999 %), et de l'air comprimé propre ou un autre gaz, comme l'azote, est employé comme gaz porteur à un débit de 16,7 m<sup>3</sup>/s à 50·10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>/s (1 l/min à 3,0 l/min). Lorsque le flux d'air sort du four tubulaire, la source de poudre d'argent située au centre d'un tube chauffant est vaporisée et condensée en nanoparticules d'argent présentant une distribution granulométrique relativement large. Pour les très petites particules, une diminution rapide de la température peut être appliquée à la sortie du four tubulaire afin de produire des particules dans la plage de taille souhaitée. À titre d'exemple, certaines spécifications techniques concernant les fours tubulaires sont présentées à l'[Annexe A, Tableaux A.1 à A.4](#).

Tout autre générateur capable de produire des particules en concentrations suffisantes dans la plage granulométrique de 3 nm à 30 nm, à condition que la concentration de particules en amont du média filtrant d'essai soit d'au moins 1 000 par cm<sup>3</sup> quel que soit le mode d'essai, tel que l'essai monodispersé ou polydispersé décrit dans l'[Article 6](#), peut être utilisé.

**6 Montage d'essai**

ISO/TS 21083-2:2019

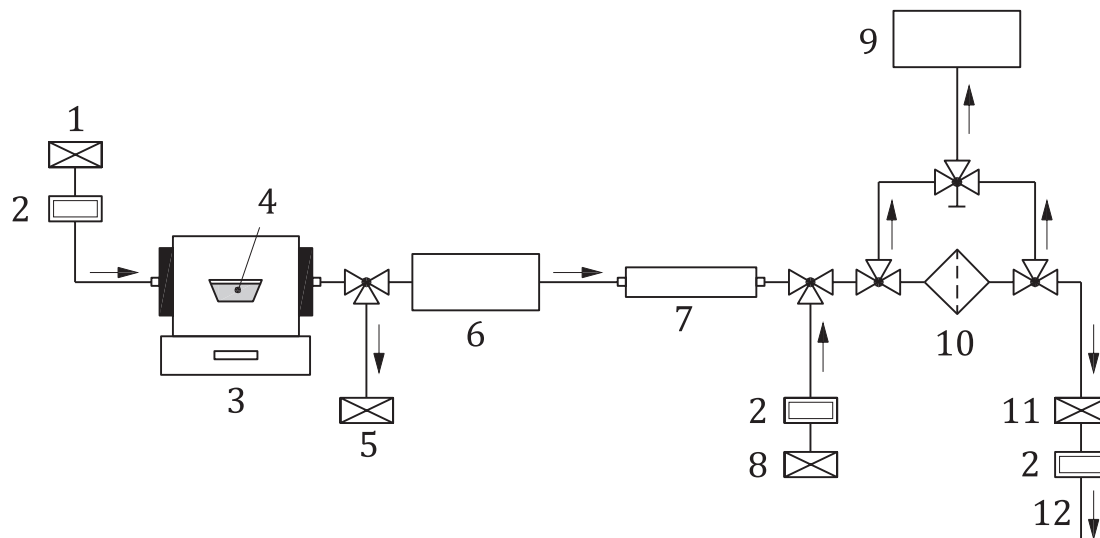
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e2a4d155-af09-4268-9638-2bb4f6cb1df4/iso-ts-21083-2-2019>

**6.1 Généralités**

Le montage d'essai est illustré à la [Figure 1](#) pour les particules d'essai monodispersées et à la [Figure 2](#) pour les particules d'essai polydispersées. Dans le cas de particules d'essai monodispersées, le montage est composé de trois sections: celle qui produit les particules d'aérosols (qui contient le générateur d'aérosols), la section de classification des particules (qui contient le DEMC) et la section de mesurage des particules (qui contient le CPC). Dans le cas de particules d'essai polydispersées, la classification des particules doit être effectuée après échantillonnage de l'aérosol dans la section amont ou aval.

La mesure avec des particules monodispersées est l'essai de référence, tandis que la mesure avec des particules polydispersées doit être soigneusement qualifiée et vérifiée par comparaison avec l'essai de monodispersées pour valider le mode opératoire de mesure.

Il convient que les essais utilisant des aérosols monodispersés et polydispersés donnent des résultats équivalents s'ils sont effectués correctement. Japuntich et al.[9] ont effectué des mesures de polydispersés et de monodispersés jusqu'à une plage de 20 nm à 30 nm et ont montré une concordance raisonnable. Buha et al.[20] ont comparé les résultats des essais de polydispersés avec des modèles de plage taille similaire et ont montré une bonne concordance. Avec des particules dans une plage de taille encore plus petite, la mesure de la distribution granulométrique en aval du filtre est encore plus difficile.



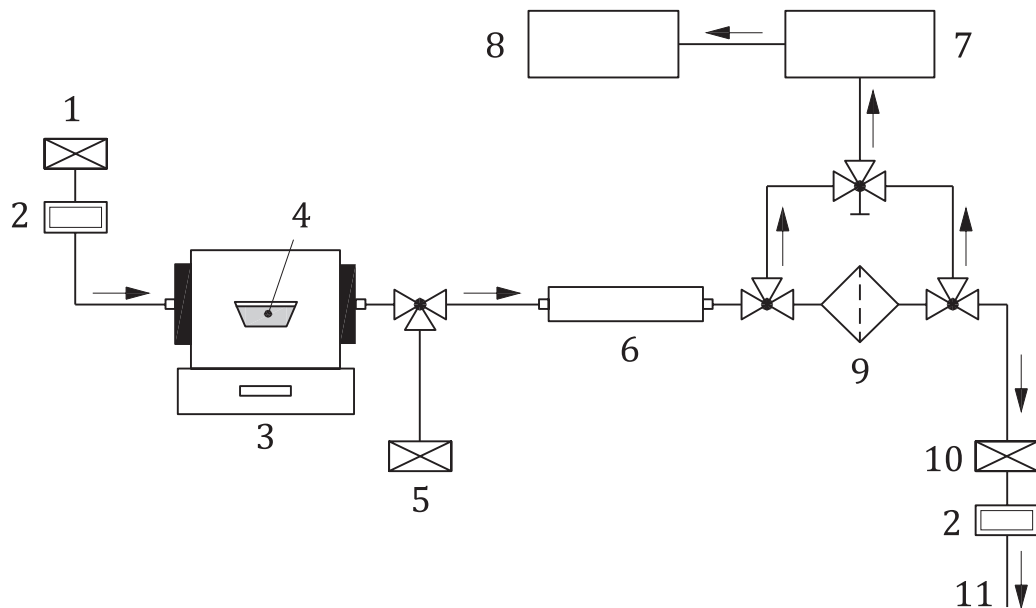
### Légende

- |   |  |    |                                      |
|---|--|----|--------------------------------------|
| 1 | air ou N <sub>2</sub> à travers le filtre HEPA | 7  | neutraliseur                         |
| 2 | contrôleur de débit                            | 8  | air d'appoint avec filtre HEPA       |
| 3 | four   | 9  | CPC                                  |
| 4 | argent   | 10 | porte-filtre                         |
| 5 | débit excédentaire avec filtre HEPA            | 11 | filtre HEPA sur la conduite de rejet |
| 6 | DEMC   | 12 | vide                                 |

**Figure 1 — Installation d'essai pour les particules d'essai monodispersées**

ISO/TS 21083-2:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/e2a4d155-af09-4268-9638-2bb4f6cb1df4/iso-ts-21083-2-2019>



### Légende

1	air ou N <sub>2</sub>	7	DEMC
2	contrôleur de débit	8	CPC
3	four	9	porte-filtre
4	argent	10	filtre HEPA sur la conduite de rejet
5	compensation de débit à travers le filtre HEPA	11	vide
6	neutraliseur		

Figure 2 — Installation d'essai pour les particules d'essai polydispersées

## 6.2 Spécification du montage

### 6.2.1 Système de génération d'aérosols

Le système de génération d'aérosols est décrit en 5.3.

### 6.2.2 Tubes

Les tubes doivent être constitués de matériaux électriquement conducteurs (acier inoxydable, tubes en silicone avec incrustation de carbone, etc.) afin de minimiser les pertes de particules dues à la déposition électrostatique. De plus, la longueur de tube doit être minimisée afin de minimiser les pertes de particules liées à la diffusion. Les lignes d'échantillonnage amont et aval doivent être nominalement identiques en termes de géométrie et de matériau.

### 6.2.3 DEMC

#### 6.2.3.1 Principes et spécifications

Le système d'analyse différentielle de mobilité (DMAS) se compose principalement d'un chargeur bipolaire qui neutralise les charges sur les particules, d'un contrôleur de commande du débit et de la haute tension, d'un classificateur différentiel de mobilité électrique (DEMC) (voir Figure 3) qui sépare les particules en fonction de leur mobilité électrique, d'un détecteur de particules, d'une tuyauterie d'interconnexion, d'un ordinateur et d'un logiciel approprié.

Le DEMC doit être capable de classer les particules comprises dans la plage granulométrique de 3 nm à 30 nm et de satisfaire au mode opératoire de qualification décrit en 7.2. Dans le cas d'un instrument

équipé d'un chargeur unipolaire, le fabricant doit être consulté afin de connaître la plage granulométrique adéquate, ce afin d'éviter les erreurs dues à l'effet de multiplication des charges. La perte des plus petites particules due à la diffusion dans la plage d'essai doit également être prise en compte.

NOTE Pour plus d'information voir l'ISO 15900.

Les principes du DEMC sont les suivants.

Les particules sont introduites à la circonférence d'un tube creux. Un champ électrique radial est maintenu entre les parois externes de ce tube et une électrode centrale. À mesure que les particules chargées circulent dans le tube, elles sont attirées vers l'électrode centrale sous l'effet du champ électrique. Elles sont éliminées par les ouvertures présentes dans l'électrode centrale.

De faibles champs électriques sont nécessaires afin de déplacer les petites particules vers l'électrode centrale. Les particules plus grosses requièrent des champs plus puissants. En ajustant le champ électrique, les particules d'une granulométrie connue sont attirées vers l'ouverture de la tige centrale et ne sont donc pas prises en compte dans les mesures. Par conséquent, les particules avec une plage granulométrique étroite peuvent être extraites pour chaque réglage de tension. L'étroitesse est principalement déterminée par la géométrie et l'uniformité de l'écoulement d'air dans le dispositif. En ajustant progressivement la tension ou l'intensité du champ électrique, le nombre de particules de différentes granulométries contenues dans l'échantillon peut être mesuré et la distribution granulométrique de l'échantillon déterminée.

Sinon, dans la mesure où le DEMC sépare les particules en fonction de leur mobilité électrique, si la quantité de charges sur une particule est connue, cela peut être utilisé pour séparer les particules monodispersées d'un aérosol polydispersé.

Dans cette méthode de mesure, les particules d'essai sont d'abord générées et ensuite envoyées à travers un neutraliseur. Ensuite, les particules d'essai ont la distribution de charge d'équilibre de Boltzmann. Dans ce cas, les particules à charge unique représentent la fraction la plus importante des particules chargées (voir les détails au [7.3.2](#)). De plus, la distribution granulométrique peut être contrôlée de manière que la granulométrie monodispersée cible se trouve du côté droit du mode de distribution granulométrique (voir les détails au point [8.2.13](#)). Dans ces conditions soigneusement contrôlées, il est possible d'utiliser un DEMC pour classer les particules monodispersées dans la plage de 3 nm à 30 nm. (Voir l'ISO 15900 pour plus de détails.)

Un DEMC adapté pour les méthodes indiquées dans le présent document doit être capable de séparer et de fournir des particules monodispersées dans une plage granulométrique de 3 nm à 30 nm, avec un écart-type géométrique inférieur à 1,10. En règle générale, le rapport entre le débit en gaine et le débit d'aérosols dans le DEMC détermine la résolution granulométrique du DEMC. Un rapport plus élevé permet d'obtenir une granulométrie plus précise et évite un élargissement par diffusion excessif de la distribution granulométrique, de manière à obtenir une meilleure monodispersité de l'aérosol sortant du DEMC (voir référence [\[7\]](#)). La spécification des spécifications des dispositifs appropriés ne fait pas partie du domaine d'application du présent document.

NOTE Pour plus d'informations sur les principes d'un DEMC, voir l'ISO 15900.