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

Partie 1:

**Spectre granulométrique de 20 nm à
500 nm**

(standards.iteh.ai)

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

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7f54580-03e5-4701-bd67-f9380dcd670e/iso-21083-1-2018>
Part 1: Size range from 20 nm to 500 nm



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 21083-1:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7f545f0-03e5-4791-bd67-f9380dcd670e/iso-21083-1-2018>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

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, définitions, symboles et abréviations	1
3.1 Termes et définitions.....	1
3.2 Symboles et abréviations.....	2
3.2.1 Symboles.....	2
3.2.2 Abréviations.....	3
4 Principe	3
5 Matériaux d'essai	4
5.1 Généralités.....	4
5.2 Aérosol en phase liquide.....	5
5.2.1 Aérosol d'essai de DEHS.....	5
5.2.2 Génération d'un aérosol en phase liquide.....	5
6 Montage d'essai	6
6.1 Généralités.....	6
6.2 Spécification du montage.....	8
6.2.1 Système de génération d'aérosols.....	8
6.2.2 Tubes.....	8
6.2.3 Séchoir.....	8
6.2.4 DEMC.....	9
6.2.5 Distribution des charges équilibrée et neutralisation des particules d'aérosols.....	11
6.2.6 Neutralisation des particules d'aérosols.....	11
6.2.7 Conduite d'air d'appoint.....	13
6.2.8 Assemblage de fixation du filtre d'essai.....	13
6.2.9 CPC.....	14
6.2.10 Filtre final.....	17
6.3 Montage d'essai détaillé pour l'essai à l'aide de particules de DEHS.....	17
6.4 Détermination de la vitesse au niveau du média filtrant.....	18
7 Qualification du banc d'essai et de l'appareillage	18
7.1 Essais du CPC.....	18
7.1.1 CPC — Essai de stabilité du débit d'air.....	18
7.1.2 CPC — Essai à zéro.....	19
7.1.3 CPC — Essai de surcharge.....	19
7.1.4 Étalonage de l'exactitude du comptage.....	20
7.2 Essais du DEMC.....	22
7.3 Qualification de la neutralisation d'aérosol.....	22
7.3.1 Généralités.....	22
7.3.2 Qualification de la neutralisation par vérification de la fraction de charge multiple sur les particules traversant le neutraliseur.....	22
7.3.3 Qualification du neutralisateur d'aérosol à l'aide d'une sortie équilibrée par décharge corona.....	23
7.3.4 Qualification de la neutralisation selon l'ISO/TS 19713-1.....	23
7.4 Contrôles de l'étanchéité du système.....	24
7.4.1 Essais de fuite d'air.....	24
7.4.2 Détection visuelle à la fumée froide.....	24
7.4.3 Pressurisation du système d'essai.....	24
7.4.4 Utilisation de médias filtrants à haute efficacité.....	24
7.5 Uniformité de la concentration d'aérosols d'essai.....	24
8 Mode opératoire d'essai	24

8.1	Détermination du rapport de corrélation/essai d'efficacité à zéro.....	24
8.2	Protocole de mesurage de l'efficacité de filtration.....	26
8.2.1	Contrôles préparatoires.....	26
8.2.2	Préparation de l'équipement.....	26
8.2.3	Générateur d'aérosols.....	26
8.2.4	Générateur d'aérosols — Neutraliseur.....	27
8.2.5	Neutralisation du média filtrant.....	28
8.2.6	Neutralisation du média filtrant selon l'ISO 29461-1.....	29
8.2.7	Mesurage du débit d'air.....	31
8.2.8	Mesurage de la perte de charge.....	31
8.2.9	Essai de comptage à zéro.....	31
8.2.10	Essai de fuite d'air.....	32
8.2.11	Essai de l'effet de chargement.....	32
8.2.12	Valeurs consignées.....	32
8.2.13	Mesurage de l'efficacité de la filtration — Particules de DEHS.....	32
8.3	Évaluation de l'essai.....	33
8.4	Protocole de mesurage pour un échantillon — Résumé.....	34
8.4.1	Utilisation d'un CPC pour mesurer les concentrations de particules en amont et en aval.....	34
8.4.2	Utilisation de deux CPC pour le mesurage des concentrations de particules en amont et en aval.....	35
9	Points de maintenance.....	36
10	Incertitudes de mesure.....	37
11	Présentation des résultats.....	38
11.1	Généralités.....	38
11.2	Éléments de rapport requis.....	38
11.2.1	Généralités.....	38
11.2.2	Rapport de synthèse.....	38
11.2.3	Rapport détaillé.....	39
Annexe A	(informative) Spécifications des instruments.....	43
Annexe B	(informative) Analyse statistique de précision d'une expérience (selon l'ISO 5725-2).....	47
Annexe C	(informative) Utilisation sûre de l'IPA.....	52
Annexe D	(informative) Manipulation sûre des appareils radioactifs.....	53
Bibliographie.....		54

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

ISO 21083-1:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7f545f0-03e5-4791-bd67-f9380dcd670e/iso-21083-1-2018>

f9380dcd670e/iso-21083-1-2018

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).

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).

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 www.iso.org/avant-propos.

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

Introduction

Les nanoparticules sont des portions discrètes de matériau dont une, deux ou les trois dimensions externes sont à l'échelle nanométrique (voir l'ISO/TS 80004-2) et ce sont des éléments constitutifs des nanomatériaux. Les nanoparticules, se référant à des particules ayant au moins une dimension inférieure à 100 nm, ont généralement une mobilité plus élevée que les particules plus grosses. En raison de leur plus grande mobilité et de leur plus grande surface spécifique, disponible pour les réactions chimiques de surface, elles peuvent présenter un risque plus élevé pour la santé que les particules plus grosses. Par conséquent, la pollution de l'air par des particules avec d'importantes concentrations de nanoparticules peut accentuer l'effet indésirable sur la santé humaine et augmenter la mortalité (voir Référence [17]).

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.

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 la taille de particules jusqu'au nanomètre à un chiffre.

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

Partie 1: Spectre granulométrique de 20 nm à 500 nm

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les instruments et modes opératoires d'essai à utiliser pour la détermination des efficacités fractionnelles de filtration des médias filtrants plans par rapport à des nanoparticules en suspension dans l'air dans la plage granulométrique de 20 nm à 500 nm. Les méthodes d'essai décrites dans le présent document sont limitées aux particules sphériques ou quasi-sphériques afin d'éviter toute incertitude liée à la forme des particules.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 5725-2, *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 29463-1, *Filtres et media à très haute efficacité pour la rétention particulaire — Partie 1: Classification, essais de performance et marquage*

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 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: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <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 $i^{\text{ème}}$ 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 $i^{\text{ème}}$ taille monodispersée en aval du média filtrant
C_{ni}	Concentration de particules après le second DEMC pour les particules porteuses de charge(s) i
d_d	Diamètre de la première goutte comprenant 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 $i^{\text{ème}}$ taille monodispersée
e	Charge d'un électron
φ_v	Fraction volumique de 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 $i^{\text{ème}}$ 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 $i^{\text{ème}}$ 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 charge(s) i
n_p	Nombre de charges élémentaires
P	Pénétration fractionnelle du média filtrant d'essai
P_i	Pénétration fractionnelle de particules de la $i^{\text{ème}}$ 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 $i^{\text{ème}}$ taille monodispersée lorsque le média filtrant est installé dans le porte média filtrant et 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 $i^{\text{ème}}$ taille de particule monodispersée, obtenue sous forme de pénétration sans média filtrant
R_{es}	Résistance de l'élément résistif
t	Temps
v_f	Vitesse de l'air au niveau du média filtrant
V	Tension
x	Volume d'air échantillonné
α	Angle de la section de transition dans le porte média filtrant
Δp	Perte de charge aux bornes du média filtrant

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

3.2.2 Abréviations

AC	Courant alternatif
CAS	Chemical Abstracts Service
CL	Limite de concentration
CPC	Compteur de particules à condensation
DEHS	Diéthylhexylsébacate
DEMC	Classificateur différentiel de mobilité électrique
ADME	Analyseur différentiel de mobilité électrique
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
RH	Humidité relative
SRM	Matériau de référence étalon

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

ISO 21083-1:2018

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7f545f0-03e5-4791-bd67-f9380dcd670e/iso-21083-1-2018>

f9380dcd670e/iso-21083-1-2018

4 Principe

L'efficacité de filtration du média filtrant est déterminée en mesurant les concentrations en nombre de particules en amont et en aval du média filtrant. La pénétration fractionnelle, P , représente la fraction de particules d'aérosols pouvant traverser le média filtrant, définie comme:

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

où C_{down} et C_{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 pendant un certain intervalle de temps et un taux d'échantillonnage volumique définis

par l'utilisateur. La pénétration est alors le rapport entre le comptage en aval N_{down} et le comptage en amont N_{up} :

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

L'efficacité du média filtrant E est la fraction de particules d'aérosol éliminées par le média filtrant:

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

L'efficacité du média filtrant dépend de la taille de la particule de l'aérosol d'essai. Si l'essai est réalisé avec un nombre de particules monodispersées de différentes tailles, la pénétration des particules de la $i^{\text{ème}}$ taille monodispersée P_i peut être exprimée comme suit:

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

où $C_{\text{up},i}$ et $C_{\text{down},i}$ sont respectivement les concentrations de particules de la $i^{\text{ème}}$ taille monodispersée en amont et en aval du média filtrant. Si le mesurage est effectué avec le comptage de particules, P_i peut être écrit comme suit:

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

où $N_{\text{up},i}$ et $N_{\text{down},i}$ sont respectivement les nombres de particules de la $i^{\text{ème}}$ taille monodispersée en amont et en aval du média filtrant pendant un même intervalle de temps et un taux d'échantillonnage volumique définis par l'utilisateur. Par conséquent, l'efficacité de filtration E_i du média filtrant d'essai par rapport aux particules de la $i^{\text{ème}}$ taille monodispersée est:

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

L'aérosol d'essai extrait du générateur d'aérosols est conditionné (par exemple, par évaporation du solvant) et puis neutralisé. 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 soumettre à essai le média filtrant d'essai.

Une éprouvette du média filtrant plan est fixée dans un assemblage d'essai pour filtre et soumise au débit d'air d'essai correspondant à la vitesse prescrite 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 en nombre amont et aval ou des nombres totaux dans des intervalles de temps définis par l'utilisateur. En outre, la perte de charge aux bornes du média filtrant est également mesurée à la vitesse spécifiée 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 conformément à 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 sujet en raison de la charge, de la neutralisation de charge ou d'une autre réaction physique ou chimique.

5.2 Aérosol en phase liquide

5.2.1 Aérosol d'essai de DEHS

L'aérosol liquide d'essai de DEHS, par exemple, est largement utilisé pour les essais de filtres. Les aérosols DEHS sont de forme sphérique. Des expériences menées en comparant des gouttelettes de DEHS et des nanoparticules d'argent solide dans la plage de 20 nm à 30 nm ont démontré des efficacités de filtration similaires avec des différences inférieures à 8 %^[19].

DEHS/DES/DOS — formule:



Propriétés du DEHS:

Masse volumique	912 kg/m ³
Point de fusion	225 K
Point d'ébullition	529 K
Point d'éclair	> 473 K
Pression de vapeur	1,9 × 10 ⁻⁶ Pa à 273 K
Indice de réfraction	1,450 à une longueur d'onde de 600 · 10 ⁻⁹ m
Viscosité dynamique	0,022 Pa·s à 0,024 Pa·s
Numéro CAS	122-62-3

5.2.2 Génération d'un aérosol en phase liquide

5.2.2.1 Principes et spécifications ISO 21083-1:2018

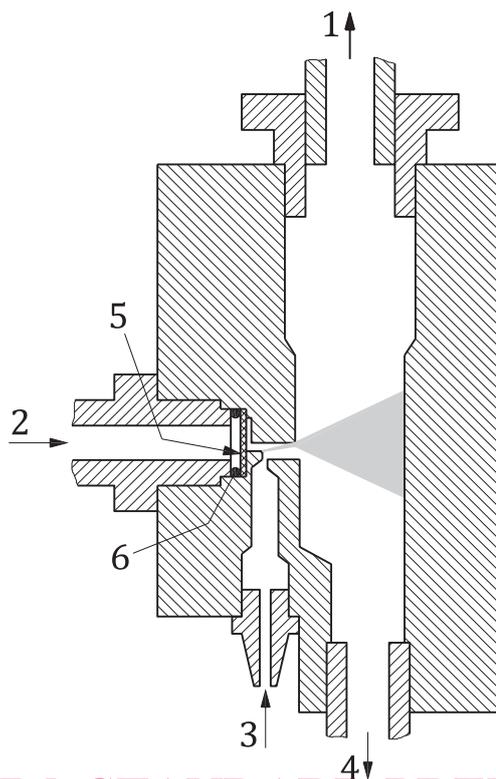
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7f545f0-03e5-4791-bd67->

L'aérosol d'essai doit être constitué de DEHS pur (dans un solvant approprié (par exemple IPA), ou d'autres aérosols d'essai en phase liquide conformes à la spécification du producteur.

La [Figure 1](#) donne un exemple de système permettant de générer l'aérosol. Plus précisément, l'air comprimé se dilate à travers un orifice pour former un jet à grande vitesse. Le liquide est transvasé dans la partie atomisation à travers un passage vertical avant d'être atomisé par le jet. Les grandes gouttelettes sont éliminées par impact sur la paroi opposée au jet et l'excédent de liquide est évacué au bas du bloc ensemble atomiseur. Une fine pulvérisation ressort de l'atomiseur à travers un raccord sur le dessus.

Tout autre générateur capable de produire des gouttelettes à une concentration minimale d'environ 1 000 particules par centimètre cube dans la plage granulométrique de 20 nm à 500 nm peut être utilisé. Les spécifications de différents atomiseurs sont présentées, à titre d'exemple, dans l'[Annexe A](#), [Tableau A.1](#).

Avant l'essai, la concentration amont doit être régulée jusqu'à atteindre un régime permanent et une concentration dans une plage que peut mesurer le compteur de particules.



Légende

- 1 aérosol sortant
- 2 air comprimé entrant
- 3 liquide entrant
- 4 excédent de liquide vers le réservoir fermé
- 5 orifice
- 6 joint torique

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 21083-1:2018

<http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7f545f0-03e5-4791-bd67-f9380dcd670e/iso-21083-1-2018>

Figure 1 — Schéma d'un bloc ensemble atomiseur

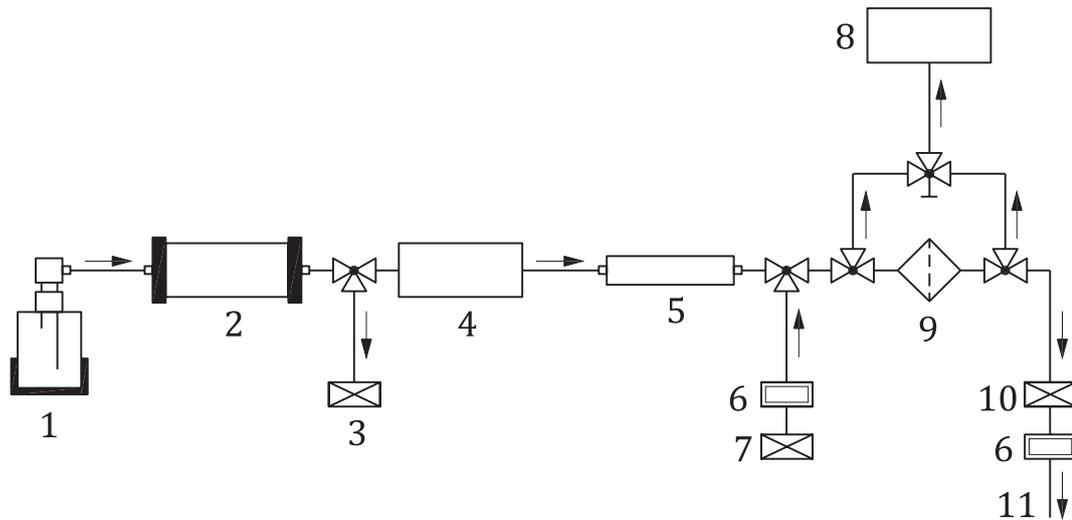
5.2.2.2 Entretien de l'atomiseur

L'atomiseur doit être maintenu propre et exempt de rouille. Bien que la plupart des composants de l'atomiseur soient en acier inoxydable, les solutés comme le chlorure de sodium finissent par les corroder. Dans ce cas, il est recommandé de nettoyer et sécher l'ensemble atomiseur.

6 Montage d'essai

6.1 Généralités

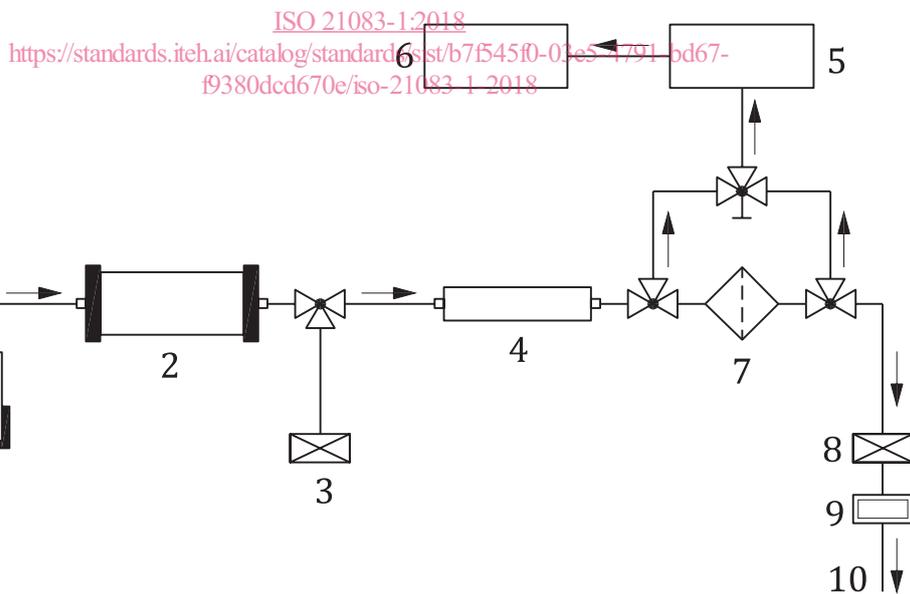
La [Figure 2](#) illustre un montage d'essai pour des particules d'essai monodispersées, et la [Figure 3](#) pour des particules d'essai polydispersées. Dans le cas de particules d'essai monodispersées, le montage est composé de trois sections: une section qui produit les particules d'aérosols (qui contient le générateur d'aérosols), une section de classification des particules (qui contient le DEMC) et une 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.



Légende

- | | | | |
|---|--------------------------------------|----|---------------------------------------|
| 1 | atomiseur | 7 | air d'appoint avec filtre HEPA |
| 2 | séchoir à diffusion | 8 | CPC |
| 3 | écoulement en excès avec filtre HEPA | 9 | porte média filtrant |
| 4 | DEMC | 10 | filtre HEPA sur la conduite de sortie |
| 5 | neutraliseur | 11 | vide |
| 6 | contrôleur de débit | | |

Figure 2 — Montage d'essai pour particules d'essai monodispersées



Légende

- | | | | |
|---|--|----|---------------------------------------|
| 1 | atomiseur | 6 | CPC |
| 2 | séchoir à diffusion | 7 | porte média filtrant |
| 3 | compensation de débit à travers le filtre HEPA | 8 | filtre HEPA sur la conduite de sortie |
| 4 | neutraliseur | 9 | contrôleur de débit |
| 5 | DEMC | 10 | vide |

Figure 3 — Montage d'essai utilisant des particules d'essai polydispersées pour obtenir une efficacité de filtration fractionnée à taille déterminée

6.2 Spécification du montage

6.2.1 Système de génération d'aérosols

Le système de génération d'aérosols est décrit en [5.2.2](#).

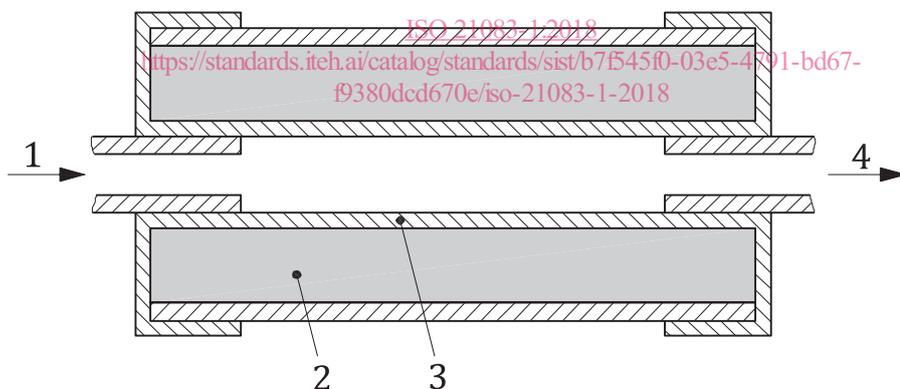
6.2.2 Tubes

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 conduites d'échantillonnage amont et aval doivent être nominalement identiques en termes de géométrie et de matériau.

6.2.3 Séchoir

6.2.3.1 Principes

Dans le cas d'aérosols générés par atomisation, le solvant peut adhérer aux particules provenant de l'atomiseur et ce solvant doit être évaporé. Une approche consiste à faire passer l'aérosol dans un séchoir à diffusion. Dans le présent document, le séchoir fait référence à un dispositif qui peut réduire la pression de vapeur du solvant dans le flux d'aérosol d'essai provenant du processus d'atomisation. Le séchoir à diffusion se compose d'un tube poreux qui laisse passer le flux d'air à travers un lit de matériaux d'adsorption, par exemple un gel de silice. La vapeur de solvant contenue dans l'air présente une forte diffusivité et peut être adsorbée par le matériau présent dans le séchoir à diffusion. Par exemple, le gel de silice peut adsorber l'IPA qui peut être utilisé comme solvant pour le DEHS dans l'atomiseur (voir Référence [26]). Un séchoir à diffusion est représenté à la [Figure 4](#).



Légende

- 1 aérosol entrant
- 2 espace annulaire rempli d'un matériau adsorbant pour réduire la pression de vapeur du solvant, par exemple du gel de silice
- 3 tube interne constitué d'un tamis métallique
- 4 débit d'aérosol avec une quantité réduite de vapeur de solvant

Figure 4 — Séchoir à diffusion

6.2.3.2 Entretien

Afin de garantir une réduction de pression partielle du solvant, le matériau d'adsorption ne doit pas être saturé. Si du gel de silice est utilisé, il doit être périodiquement régénéré jusqu'à ce qu'il perde sa fonction après une utilisation intensive et des cycles de régénérations.

6.2.4 DEMC

6.2.4.1 Principes et spécifications

Le DMAS se compose essentiellement d'un chargeur bipolaire pour neutraliser les charges sur les particules, d'un contrôleur qui régule les flux et les hautes tensions, et d'un DEMC (voir [Figure 5](#)) qui sépare les particules en fonction de leur mobilité électrique, d'un détecteur de particules, de conduites d'interconnexion, d'un ordinateur et un logiciel approprié. Le DEMC doit être capable de classer les particules comprises dans la plage granulométrique de 20 nm à 500 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 contacté pour une plage granulométrique adéquate, afin d'éviter les erreurs dues à l'effet de multiplication des charges. Les pertes des plus petites particules dues à la diffusion à l'intérieur de la plage d'essai doivent être également prises en compte.

NOTE Pour plus d'informations, voir l'ISO 15900.

Les principes du DEMC sont comme suit.

Les particules sont introduites à la circonférence d'un tube creux. Un champ électrique radial est maintenu sur les parois externes de ce tube et sur 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.

Les petites particules nécessitent de faibles champs électriques pour être déplacées vers l'électrode centrale. Les particules plus grandes requièrent une plus grande intensité de champ. En ajustant le champ électrique, les particules d'une granulométrie connue sont attirées vers l'ouverture de la tige centrale et sont prélevées pour les mesures. Il est par conséquent possible d'extraire pour chaque réglage de tension les particules entrant dans une plage granulométrique étroite. 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 selon leurs mobilités électriques, si le nombre de charges sur une particule est connu, il peut être utilisé pour séparer les particules monodispersées d'un aérosol polydispersé.

Dans la présente méthode de mesure, les particules étudiées sont d'abord générées et puis envoyées à travers un neutralisateur. Ensuite, les particules d'essai ont la distribution de charge en équilibre de Boltzmann. Dans ce cas, les particules chargées individuellement représentent la fraction la plus importante des particules chargées (voir les détails en [7.3.2](#)). En outre, la distribution granulométrique peut être contrôlée de manière que la taille cible des particules monodispersées se trouve du côté droit du mode de distribution granulométrique (voir les détails en [8.2.13](#)). Dans ces conditions soigneusement contrôlées, il est possible d'utiliser un DEMC pour classer les particules monodispersées dans la plage de 20 nm à 500 nm. (Voir l'ISO 15900 pour plus de détails.)

Un DEMC approprié pour les méthodes spécifiées dans le présent document doit être capable de séparer et produire des particules monodispersées comprises dans une plage granulométrique de 20 nm à 500 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 tout en évitant un élargissement par diffusion excessif de la distribution granulométrique de particule, de manière à obtenir une meilleure monodispersité de l'aérosol sortant du DEMC (voir Référence [\[11\]](#)). Dans la pratique, un rapport débit en gaine sur débit d'aérosol d'au moins 5 est réputé offrir une résolution granulométrique acceptable dans la plage granulométrique étudiée à des fins de mesurage de la filtration (voir Référence [\[18\]](#)). La prescription des spécifications des dispositifs appropriés est en dehors du domaine d'application du présent document.

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