

NF X44-062-1, NF EN ISO 16890-1

MAI 2017

www.afnor.org

Ce document est à usage exclusif et non collectif des clients STANDARDS WEBPORT. Toute mise en réseau, reproduction et rediffusion, sous quelque forme que ce soit, même partielle, sont strictement interdites.

This document is intended for the exclusive and non collective use of STANDARDS WEBPORT (Standards on line) customers. All network exploitation, reproduction and re-dissemination, even partial, whatever the form (harcopy or media), is strictly prohibited.



**DOCUMENT PROTÉGÉ
PAR LE DROIT D'AUTEUR**

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 accord formel.

Contacter :
AFNOR – Norm'Info
11, rue Francis de Pressensé
93571 La Plaine Saint-Denis Cedex
Tél : 01 41 62 76 44
Fax : 01 49 17 92 02
E-mail : norminfo@afnor.org

afnor

WEBPORT

Pour : VINCI Energies

le : 08/12/2021 à 16:31

Diffusé avec l'autorisation de l'éditeur

Distributed under licence of the publisher

norme française

NF EN ISO 16890-1
12 Mai 2017

Indice de classement : **X 44-062-1**

ICS : 91.140.30

Filtres à air de ventilation générale — Partie 1 : Spécifications techniques, exigences et système de classification fondé sur l'efficacité des particules en suspension (ePM)

E : Air filters for general ventilation — Part 1: Technical specifications, requirements and classification system based upon particulate matter efficiency (ePM)
D : Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik — Teil 1: Technische Bestimmungen, Anforderungen und Effizienzklassifizierungssystem basierend auf Feinstaub (PM)

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR.

Avec les parties 2, 3 et 4 de la NF EN ISO 16890, de mai 2017, remplace la norme homologuée NF EN 779 (indice de classement : X 44-012), de septembre 2012 qui reste en vigueur jusqu'en juin 2018.

Correspondance

La Norme européenne EN ISO 16890-1:2016 a le statut d'une norme française et reproduit intégralement la Norme internationale ISO 16890-1:2016.

Résumé

Le présent document définit un système de classification de l'efficacité des filtres à air de ventilation générale, basé sur les particules en suspension (ePM). Il donne également une vue d'ensemble des modes opératoires d'essai et spécifie les exigences générales relatives à l'évaluation et au marquage des filtres, ainsi qu'à la documentation des résultats d'essai. Il fournit en Annexe A (informative), des informations concernant le relarguage des filtres.

Il est destiné à être utilisé conjointement avec les NF EN ISO 16890-2, -3 et -4 traitant des moyens et méthodes d'essai des filtres à air de ventilation générale.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : séparateur aéraulique, épurateur d'air, filtre à air, ventilation, classification, matière en suspension, aérosol, poussière, dimension de particule, efficacité, pression différentielle, compteur de particules, mesurage, perte de charge, débit, air, colmatage, essai, conditions d'essai, banc d'essai, mode opératoire, matériau, écoulement d'air, courbe d'efficacité, exigence, évaluation, qualification, marquage, calcul, résultats d'essai.

Modifications

Par rapport au document remplacé, séparation du contenu en 4 parties :
— nouveau système de classification basé sur l'efficacité sur les PM (ePM) ;
— remplacement de la poussière ASHRAE par de la poussière ISO Fine pour l'encrassement ;
— remplacement de l'aérosol d'essai DEHS par DEHS et KCl ;
— pour le conditionnement, filtre complet soumis à des vapeurs d'isopropanol ;
— pertes de charge finales d'essais plus faibles.

Corrections

La norme

La norme est destinée à servir de base dans les relations entre partenaires économiques, scientifiques, techniques et sociaux.

La norme par nature est d'application volontaire. Référencée dans un contrat, elle s'impose aux parties. Une réglementation peut rendre d'application obligatoire tout ou partie d'une norme.

La norme est un document élaboré par consensus au sein d'un organisme de normalisation par sollicitation des représentants de toutes les parties intéressées. Son adoption est précédée d'une enquête publique.

La norme fait l'objet d'un examen régulier pour évaluer sa pertinence dans le temps.

Toute norme est réputée en vigueur à partir de la date présente sur la première page.

Pour comprendre les normes

L'attention du lecteur est attirée sur les points suivants :

Seules les formes verbales **doit et doivent** sont utilisées pour exprimer une ou des exigences qui doivent être respectées pour se conformer au présent document. Ces exigences peuvent se trouver dans le corps de la norme ou en annexe qualifiée de «normative». Pour les méthodes d'essai, l'utilisation de l'infinitif correspond à une exigence.

Les expressions telles que, **il convient et il est recommandé** sont utilisées pour exprimer une possibilité préférée mais non exigée pour se conformer au présent document. Les formes verbales **peut et peuvent** sont utilisées pour exprimer une suggestion ou un conseil utiles mais non obligatoires, ou une autorisation.

En outre, le présent document peut fournir des renseignements supplémentaires destinés à faciliter la compréhension ou l'utilisation de certains éléments ou à en clarifier l'application, sans énoncer d'exigence à respecter. Ces éléments sont présentés sous forme de **notes ou d'annexes informatives**.

Commission de normalisation

Une commission de normalisation réunit, dans un domaine d'activité donné, les expertises nécessaires à l'élaboration des normes françaises et des positions françaises sur les projets de norme européenne ou internationale. Elle peut également préparer des normes expérimentales et des fascicules de documentation.

La composition de la commission de normalisation qui a élaboré le présent document est donnée ci-après. Lorsqu'un expert représente un organisme différent de son organisme d'appartenance, cette information apparaît sous la forme : organisme d'appartenance (organisme représenté).



Vous avez utilisé ce document, faites part de votre expérience à ceux qui l'ont élaboré.

Scannez le QR Code pour accéder au questionnaire de ce document ou retrouvez-nous sur <http://norminfo.afnor.org/norme/102503>.

Séparateurs aérauliques

UNM 710

Composition de la commission de normalisation

Président : M CLEMENT

Secrétariat : M VERNEYRE ET MLLE ROZAIN – UNM

M	ANCEL	GE ENERGY PRODUCTS France (<i>FIM ENERGETIQUE</i>)
M	BRUNISSO	IRSN
M	CACHOT	FRANCE AIR (<i>UNICLIMA</i>)
M	CLEMENT	FREUDENBERG FILTRATION TECHNOLOGIES SAS (<i>UNICLIMA</i>)
M	CORTES	ITER ORGANIZATION
M	DESQUILLES	LYDALL
M	ESCALETTES	GROUPE SEB-ROWENTA (<i>GIFAM</i>)
M	GINESTET	CETIAT
M	HORMAZABAL	AFNOR
M	KALUZNY	TERA ENVIRONNEMENT
MME	MATUSZEWSKI	CAMFIL (<i>UNICLIMA</i>)
M	MEDZADOURIAN	BNEN
MME	OHL	UNICLIMA
M	PEGUY	AFNOR
MME	PETINGA	ENDEL-ENGIE
M	SCHUMACHER	AAF FRANCE (<i>UNICLIMA</i>)

Avant-propos national

Le règlement du Comité Européen de Normalisation (CEN) impose que les Normes européennes adoptées par ses membres soient transformées en normes nationales au plus tard dans les six mois après leur ratification et que les normes nationales en contradiction soient annulées.

Dans le cadre de cette norme, le CEN a fixé une période transitoire permettant l'adaptation des produits à cette nouvelle norme, période durant laquelle les membres du CEN ont l'autorisation de maintenir les normes nationales en vigueur.

En conséquence la NF EN 779, de septembre 2012, reste en vigueur jusqu'en juin 2018.

**NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD**

EN ISO 16890-1

Décembre 2016

ICS : 91.140.30

Remplace EN 779:2012

Version française

**Filtres à air de ventilation générale —
Partie 1 : Spécifications techniques,
exigences et système de classification fondé
sur l'efficacité des particules en suspension (ePM)
(ISO 16890-1:2016)**

Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik —
Teil 1: Technische Bestimmungen,
Anforderungen und Effizienzklassifizierungssystem
basierend auf Feinstaub (PM)
(ISO 16890-1:2016)

Air filters for general ventilation —
Part 1: Technical specifications,
requirements and classification system
based upon particulate matter efficiency (ePM)
(ISO 16890:2016)

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 19 septembre 2016.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Ancienne République yougoslave de Macédoine, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Centre de Gestion : 17 Avenue Marnix, B-1000 Bruxelles

EN ISO 16890-1:2016 (F)

Avant-propos européen

Le présent document (EN ISO 16890-1:2016) a été élaboré par le Comité Technique ISO/TC 142 «Séparateurs aérauliques» en collaboration avec le Comité Technique CEN/TC 195 «Filtres air pour la propreté de l'air», dont le secrétariat est tenu par UNI.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en juin 2017, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en juin 2017.

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. Le CEN et/ou le CENELEC ne saurait [sauraient] être tenu[s] pour responsable[s] de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Le présent document remplace l'EN 779:2012.

Le présent document a été élaboré dans le cadre d'un mandat donné au CEN par la Commission Européenne et l'Association Européenne de Libre Echange.

Selon le Règlement Intérieur du CEN-CENELEC les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre cette Norme européenne en application : Allemagne, Ancienne République Yougoslave de Macédoine, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.

Notice d'entérinement

Le texte de l'ISO 16890-1:2016 a été approuvé par le CEN comme EN ISO 16890-1:2016 sans aucune modification.

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Symboles et abréviations	4
5 Spécifications et exigences techniques	5
5.1 Généralités	5
5.2 Matériau	5
5.3 Débit nominal d'air	5
5.4 Résistance à l'écoulement de l'air	5
5.5 Courbes d'efficacité spectrale (efficacité spectrale en fonction de la taille des particules)	5
5.6 Efficacité gravimétrique	6
6 Méthodes et modes opératoires d'essai	6
7 Système de classification basé sur l'efficacité des particules en suspension (ePM)	7
7.1 Définition d'une distribution granulométrique standardisée de l'air ambiant	7
7.2 Calcul des efficacités des particules en suspension (ePM)	9
7.3 Classification	9
8 Rapport d'essai	10
8.1 Généralités	10
8.2 Interprétation des rapports d'essai	11
8.3 Récapitulatif	11
Annexe A (informative) Relargage des filtres	16
Annexe B (informative) Exemples	18
Annexe C (informative) Estimation des concentrations de poussière fine en aval	22
Bibliographie	26

ISO 16890-1:2016(F)

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 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. 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 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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos - Information supplémentaires](#).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 142, *Séparateurs aérauliques*.

La première édition de l'ISO 16890-1, conjointement avec l'ISO 16890-2, l'ISO 16890-3 et l'ISO 16890-4 annule et remplace l'ISO/TS 21220:2009, qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 16890 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Filtres à air de ventilation générale*:

- *Partie 1: Spécifications techniques, exigences et système de classification fondé sur l'efficacité des particules en suspension (ePM)*
- *Partie 2: Mesurage de l'efficacité spectrale et de la résistance à l'écoulement de l'air*
- *Partie 3: Détermination de l'efficacité gravimétrique et de la résistance à l'écoulement de l'air par rapport à la quantité de poussière d'essai retenue*
- *Partie 4: Méthode de conditionnement afin de déterminer l'efficacité spectrale minimum d'essai*

Introduction

Les effets des particules en suspension (PM) sur la santé humaine ont été étudiés de manière approfondie au cours des dernières décennies. Les conclusions sont que la poussière fine peut constituer un risque sérieux pour la santé, contribuant ou provoquant même des maladies respiratoires et cardiovasculaires. Différentes classes de particules en suspension peuvent être définies en fonction de la plage granulométrique. Les plus importantes sont les PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁. L'agence américaine de protection de l'environnement (EPA), l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Union européenne définissent les PM₁₀ comme étant les particules en suspension passant dans une tête de prélèvement sélective de fraction granulométrique avec une efficacité de coupure de 50 % pour un diamètre aérodynamique de 10 µm. Les PM_{2,5} et PM₁ sont définies de façon similaire. Toutefois, cette définition n'est pas précise tant qu'elle ne comporte pas de définition complémentaire de la méthode d'échantillonnage et de la tête de prélèvement d'échantillonnage avec une courbe de séparation clairement définie. En Europe, la méthode de référence pour l'échantillonnage et le mesurage des PM₁₀ est celle décrite dans l'EN 12341. Le principe de mesure est basé sur la collecte sur un filtre de la fraction PM₁₀ des particules ambiantes en suspension et la détermination de la masse gravimétrique (voir Directive UE du Conseil 1999/30/CE du 22 avril 1999).

Étant donné que la définition précise des PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁ est relativement complexe et qu'elles ne sont pas simples à mesurer, les autorités publiques, telles que par exemple l'EPA aux États-Unis ou l'agence fédérale allemande pour l'environnement (Umweltbundesamt), utilisent de plus en plus dans leurs publications la dénotation plus simple des PM₁₀ en tant que fraction particulaire de diamètre inférieur ou égal à 10 µm. Cet écart par rapport à la définition « officielle » complexe mentionnée ci-dessus n'ayant pas un impact significatif sur l'efficacité d'élimination des particules des éléments filtrants, cette définition simplifiée des PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁ est utilisée dans les documents ISO 16890.

Dans le cadre de la série de normes ISO 16890, le terme « particules en suspension » décrit une fraction granulométrique de l'aérosol naturel (particules liquides et solides) en suspension dans l'air ambiant. Le symbole ePM_x représente l'efficacité d'un dispositif d'épuration d'air pour des particules ayant un diamètre optique compris entre 0,3 µm et x µm. Les plages granulométriques suivantes sont utilisées dans la série de normes ISO 16890 pour les valeurs d'efficacité mentionnées :

Tableau 1 — Plage de dimensions des diamètres optique de particule pour la définition des efficacités, ePM_x

Efficacité	Plage de dimensions µm
ePM_{10}	$0,3 \leq x \leq 10$
$ePM_{2,5}$	$0,3 \leq x \leq 2,5$
ePM_1	$0,3 \leq x \leq 1$

Les filtres à air de ventilation générale sont largement utilisés dans les applications de chauffage, de ventilation et de conditionnement d'air des bâtiments. Dans cette application, les filtres à air ont une influence significative sur la qualité de l'air intérieur et donc sur la santé des personnes, en réduisant la concentration de particules en suspension. Pour permettre aux ingénieurs de conception et au personnel de maintenance de choisir les types de filtre appropriés, le commerce international et les fabricants sont intéressés par une méthode d'essai et de classification commune et bien définie des filtres à air en fonction de leur efficacité vis-à-vis des particules, notamment en ce qui concerne l'élimination des particules en suspension. Les normes régionales actuelles appliquent des méthodes d'essai et de classification totalement différentes ne permettant pas de comparaison entre elles et constituant donc une entrave au commerce mondial de produits courants. De plus, les normes industrielles actuelles ont des limites connues et génèrent des résultats qui sont souvent très éloignés des performances des filtres en service, c'est-à-dire surestimant l'efficacité d'élimination des particules de nombreux produits. Dans cette nouvelle série de normes ISO 16890, une approche totalement nouvelle du système de classification est adoptée, donnant des résultats plus satisfaisants et plus significatifs par rapport aux normes existantes.

ISO 16890-1:2016(F)

La série de normes ISO 16890 décrit l'équipement, les matériaux, les spécifications techniques, les exigences, les qualifications et les modes opératoires permettant de produire des données de performance en laboratoire et une classification de l'efficacité fondée sur l'efficacité spectrale mesurée convertie dans un rapport de classement basé sur les particules en suspension (ePM).

Conformément à la série de normes ISO 16890, les éléments filtrants sont évalués en laboratoire par leur capacité à éliminer les particules d'aérosol exprimée en valeurs d'efficacité ePM_1 , $ePM_{2,5}$ et ePM_{10} . Ces éléments filtrants peuvent ensuite être classés selon les modes opératoires définis dans cette partie de l'ISO 16890. L'efficacité d'élimination des particules de l'élément filtrant est mesurée en fonction de la taille des particules dans la plage de $0,3\ \mu m$ à $10\ \mu m$, sur un élément filtrant non chargé et non conditionné selon les modes opératoires définis dans l'ISO 16890-2. Après l'essai d'efficacité d'élimination des particules initial, l'élément filtrant est conditionné selon les modes opératoires définis dans l'ISO 16890-4 et l'efficacité d'élimination des particules est à nouveau mesurée sur l'élément filtrant conditionné. Cela est réalisé afin d'obtenir des informations sur l'intensité de tout mécanisme d'élimination électrostatique qui peut être associé ou non à l'élément filtrant soumis à essai. L'efficacité moyenne du filtre est déterminée en calculant la moyenne entre l'efficacité initiale et l'efficacité conditionnée pour chaque plage de dimensions. L'efficacité moyenne est utilisée pour calculer les efficacités ePM_x en pondérant ces valeurs par la distribution granulométrique standardisée et normalisée de la fraction correspondante de l'aérosol ambiant. Lorsque les filtres soumis à essai selon la série de normes ISO 16890 sont comparés, les valeurs d'efficacité spectrale doivent toujours être comparées selon la même classe ePM_x (par exemple, ePM_1 d'un filtre A avec ePM_1 d'un filtre B). La capacité de colmatage et l'efficacité gravimétrique initiale d'un élément filtrant sont déterminées selon le mode opératoire défini dans l'ISO 16890-3.

Filtres à air de ventilation générale —

Partie 1:

Spécifications techniques, exigences et système de classification fondé sur l'efficacité des particules en suspension (ePM)

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 16890 établit un système de classification de l'efficacité des filtres à air de ventilation générale, basé sur les particules en suspension (PM). Elle donne également une vue d'ensemble des modes opératoires d'essai et spécifie les exigences générales relatives à l'évaluation et au marquage des filtres, ainsi qu'à la documentation des résultats d'essai. Elle est destinée à être utilisée conjointement avec l'ISO 16890-2, ISO 16890-3 et ISO 16890-4.

La méthode d'essai décrite dans la présente partie de l'ISO 16890 est applicable pour des débits d'air compris entre 0,25 m³/s (900 m³/h, 530 ft³/min) et 1,5 m³/s (5400 m³/h, 3178 ft³/min), en se référant à un banc d'essai ayant une surface frontale nominale de 610 mm × 610 mm (24 inch × 24 inch).

L'ISO 16890 (toutes les parties) concerne les éléments filtrants de ventilation générale ayant une efficacité ePM₁ inférieure ou égale à 99 % lorsqu'ils sont soumis à essai selon les modes opératoires définis dans l'ISO 16890-1, l'ISO 16890-2, l'ISO 16890-3 et l'ISO 16890-4. Les éléments filtrants ayant une efficacité initiale plus importante sont évalués à l'aide d'autres méthodes d'essai applicable (voir l'ISO 29463-1, l'ISO 29463-2, l'ISO 29463-3, l'ISO 29463-4 et l'ISO 29463-5).

Les éléments filtrants utilisés dans les épurateurs d'air ambiant portatifs sont exclus du domaine d'application de la présente partie de l'ISO 16890.

Les résultats de performance obtenus conformément à l'ISO 16890 (toutes les parties) ne peuvent pas être utilisés quantitativement pour prédire les performances en service, en ce qui concerne l'efficacité et la durée de vie. Les autres facteurs ayant une influence sur les performances à prendre en compte sont décrits dans l'[Annexe A](#).

2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de façon normative dans le présent document et sont indispensables à son application. 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 15957, *Poussières d'essai pour l'évaluation des équipements d'épuration d'air*

ISO 16890-2, *Filtres à air de ventilation générale — Partie 2: Mesurage de l'efficacité spectrale et de la résistance à l'écoulement de l'air*

ISO 16890-3, *Filtres à air de ventilation générale — Partie 3: Détermination de l'efficacité gravimétrique et de la résistance à l'écoulement de l'air par rapport à la quantité de poussière d'essai retenue*

ISO 16890-4, *Filtres à air de ventilation générale — Partie 4: Méthode de conditionnement afin de déterminer l'efficacité spectrale minimum d'essai*

ISO 29464:2011, *Séparateurs aérauliques — Terminologie*

ISO 16890-1:2016(F)

3 Termes et définitions

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

3.1 Efficacité gravimétrique et efficacité

3.1.1 efficacité gravimétrique

A

mesure de l'aptitude d'un filtre à éliminer une poussière d'essai normalisée présente dans l'air qui le traverse, dans des conditions de fonctionnement données

Note 1 à l'article: Cette mesure est exprimée en pourcentage en masse.

3.1.2 efficacité gravimétrique initiale

A_i

rapport de la masse de la poussière d'essai normalisée retenue par le filtre à la masse de poussière fournie après le premier cycle de chargement lors d'un essai de filtre

Note 1 à l'article: Cette mesure est exprimée en pourcentage en masse.

3.1.3 efficacité gravimétrique moyenne

A_m

rapport de la masse totale de poussière d'essai normalisée retenue par le filtre à la masse totale de poussière fournie jusqu'à une pression différentielle d'essai finale

3.1.4 efficacité

fraction ou pourcentage d'un contaminant d'essai qui est éliminé par un filtre

3.1.5 efficacité spectrale

aptitude d'un dispositif d'épuration d'air à éliminer les particules d'une plage granulométrique ou d'une taille spécifique

Note 1 à l'article: L'efficacité représentée graphiquement en fonction de la taille des particules ([3.7.1](#)) donne l'efficacité spectrale en fonction de la taille des particules.

[SOURCE: ISO 29464:2011, 3.1.61]

3.1.6 efficacité des particules en suspension

ePM_x

efficacité ([3.1.4](#)) d'un dispositif d'épuration d'air réduisant la concentration en masse des particules ayant un diamètre optique compris entre 0,3 μm et $x \mu\text{m}$

3.2 élément filtrant

structure constituée d'un matériau filtrant, de ses supports et de ses interfaces avec l'enveloppe du filtre

3.3 désignation d'un groupe

désignation d'un groupe de filtres répondant à certaines exigences par rapport à la classification des filtres

Note 1 à l'article: La présente partie de l'ISO 16890 définit quatre groupes de filtres. Les désignations des groupes sont «ISO grossier», «ISO ePM_{10} », «ISO $ePM_{2,5}$ » et «ISO ePM_1 » telles que définies dans le [Tableau 4](#).

ISO 16890-1:2016(F)

3.4 Débits d'air

3.4.1

débit d'air

q_v

volume d'air traversant le filtre par unité de temps

[SOURCE: ISO 29464:2011, 3.2.38]

3.4.2

débit nominal d'air

$q_{V,nom}$

débit d'air (3.4.1) spécifié par le fabricant

3.4.3

débit d'air d'essai

q_{Vt}

débit d'air (3.4.1) utilisé pour les essais

3.5 Particules en suspension

3.5.1

particules en suspension

PM

particules solides et/ou liquides en suspension dans l'air ambiant

3.5.2

particules en suspension PM₁₀

particules en suspension (3.5.1) traversant une entrée de taille sélective avec une coupure d'efficacité à 50 % pour un diamètre aérodynamique de 10 µm

3.5.3

particules en suspension PM_{2,5}

particules en suspension (3.5.1) traversant une entrée de taille sélective avec une coupure d'efficacité à 50 % pour un diamètre aérodynamique de 2,5 µm

3.5.4

particules en suspension PM₁

particules en suspension (3.5.1) traversant une entrée de taille sélective avec une coupure d'efficacité à 50 % pour un diamètre aérodynamique de 1 µm

3.6

compteur de particules

dispositif permettant de détecter et de dénombrer les particules aériennes individuelles en suspension dans l'échantillon d'air

[SOURCE: ISO 29464:2011, 3.27]

3.7 Taille et diamètre des particules

3.7.1

taille de particule

diamètre de particule

diamètre géométrique (sphérique, optique ou aérodynamique équivalent, selon le contexte) des particules d'un aérosol

[SOURCE: ISO 29464:2011, 3.1.126]

ISO 16890-1:2016(F)

3.7.2

distribution granulométrique

présentation, sous forme de tableaux de valeurs ou de graphiques, des résultats expérimentaux obtenus en utilisant une méthode ou un appareillage capable de mesurer le diamètre équivalent des particules dans un échantillon ou capable de donner la proportion de particules pour laquelle le diamètre équivalent se situe entre des limites définies

[SOURCE: ISO 29464:2011, 3.1.128]

3.8

résistance à l'écoulement de l'air pression différentielle

différence de pression entre deux points dans un système de circulation d'air dans des conditions spécifiées, notamment lorsqu'elle est mesurée aux bornes de l'élément filtrant ([3.2](#))

3.9

capacité de colmatage

quantité de poussière d'essai normalisée retenue par le filtre à la pression différentielle d'essai finale

4 Symboles et abréviations

A_i	Efficacité gravimétrique initiale, %
d_i	Diamètre de particule à la limite inférieure d'une plage granulométrique i , μm
d_{i+1}	Diamètre de particule à la limite supérieure d'une plage granulométrique i , μm
\bar{d}_i	Diamètre géométrique moyen d'une plage granulométrique i , μm
Δd_i	Largeur d'une plage granulométrique de diamètre de particule i , μm
$\Delta \ln d_i$	Largeur logarithmique d'une plage granulométrique de diamètre de particule i ; \ln est le logarithme népérien de base e , où e est une constante irrationnelle et transcendante approximativement égale à 2,718 281 828 $\Delta \ln d_i = \ln d_{i+1} - \ln d_i = \ln(d_{i+1} / d_i)$, sans dimension
d_{50}	Taille de particule médiane de la distribution log-normale, μm
E_i	Efficacité spectrale initiale pour la plage granulométrique i de l'élément filtrant non traité et non chargé, % (égale aux valeurs d'efficacité E_{ps} de l'élément filtrant non traité résultant de l'ISO 16890-2)
$E_{D,i}$	Efficacité spectrale pour la plage granulométrique i de l'élément filtrant après une étape de conditionnement artificiel, % (égale aux valeurs d'efficacité E_{ps} de l'élément filtrant résultant de l'ISO 16890-2 après qu'une étape de conditionnement ait été menée selon l'ISO 16890-4)
$E_{A,i}$	Efficacité spectrale moyenne pour la plage granulométrique i , %
$e\text{PM}_{x,\text{min}}$	Valeur d'efficacité minimum, avec $x = 1 \mu\text{m}$, $2,5 \mu\text{m}$ ou $10 \mu\text{m}$, de l'élément filtrant conditionné, %
$e\text{PM}_x$	Efficacité avec $x = 1 \mu\text{m}$, $2,5 \mu\text{m}$ ou $10 \mu\text{m}$, %
$q_3(d)$	Distribution en volume des particules individuelles, sans dimension
$Q_3(d)$	Distribution en volume des particules cumulées, sans dimension
σ_g	Écart-type de la distribution log-normale

ISO 16890-1:2016(F)

y	Rapport de mélange de la distribution granulométrique bimodale
ASHRAE	American Society of Heating Refrigeration and Air Conditioning Engineers
CEN	Comité Européen de Normalisation

5 Spécifications et exigences techniques

5.1 Généralités

L'élément filtrant doit être conçu ou marqué pour un sens d'écoulement de l'air de manière à empêcher tout montage incorrect.

Le filtre doit être conçu de sorte qu'une fois correctement monté dans le conduit de ventilation, aucune fuite ne se produise le long du bord d'étanchéité. Si, pour quelle que raison que ce soit, les dimensions ne permettent pas de soumettre à essai un filtre dans des conditions d'essai normalisées, il est permis d'assembler deux filtres, ou plus, du même type ou modèle, à condition qu'il n'y ait aucune fuite dans la configuration de filtre résultante.

5.2 Matériau

L'élément filtrant doit être composé d'un matériau approprié capable de résister à l'usage normal et à une exposition aux températures, niveaux d'humidité et environnements corrosifs susceptibles d'être rencontrés.

L'élément filtrant doit être conçu de manière à résister aux contraintes mécaniques susceptibles d'être rencontrées en usage normal.

5.3 Débit nominal d'air

L'élément filtrant doit être soumis à essai au débit nominal d'air pour lequel le filtre a été conçu par le fabricant.

Toutefois, de nombreux organismes nationaux et associatifs utilisent un débit nominal d'air de 0,944 m³/s (2000 ft³/min ou 3400 m³/h) pour la classification ou l'évaluation des filtres à air ayant une surface frontale nominale de 610 mm × 610 mm (24 inch × 24 inch). Par conséquent, si le fabricant ne spécifie pas de débit nominal d'air, le filtre doit être soumis à essai à 0,944 m³/s. La vitesse d'écoulement de l'air associée à ce débit d'air est de 2,54 m/s (500 ft/min).

5.4 Résistance à l'écoulement de l'air

La résistance à l'écoulement de l'air (pression différentielle) dans l'élément filtrant est enregistrée au débit d'air d'essai, comme décrit de manière détaillée dans l'ISO 16890-2.

5.5 Courbes d'efficacité spectrale (efficacité spectrale en fonction de la taille des particules)

La courbe d'efficacité spectrale initiale E_i de l'élément filtrant non chargé et non conditionné en fonction de la taille des particules est mesurée au débit d'air d'essai conformément à l'ISO 16890-2.

La courbe d'efficacité spectrale $E_{D,i}$ de l'élément filtrant après une étape de conditionnement artificiel définie dans l'ISO 16890-4 est déterminée en fonction de la taille des particules conformément à l'ISO 16890-2.

ISO 16890-1:2016(F)

5.6 Efficacité gravimétrique

L'efficacité gravimétrique initiale, la résistance à l'écoulement de l'air en fonction de la masse de poussière d'essai retenue et la capacité de colmatage sont déterminées conformément à l'ISO 16890-3 en utilisant la poussière d'essai L2 telle que spécifiée dans l'ISO 15957.

6 Méthodes et modes opératoires d'essai

Les spécifications techniques du (des) banc(s) d'essai, les conditions d'essai associées, les aérosols d'essai et la poussière d'essai normalisée utilisés dans le cadre de la présente partie de l'ISO 16890 sont décrits de manière détaillée dans l'ISO 16890-2, l'ISO 16890-3 et l'ISO 16890-4. L'essai complet selon la présente partie de l'ISO 16890 comprend les étapes indiquées ci-après, qui doivent toutes être réalisées avec le même échantillon de filtre d'essai dans les mêmes conditions d'essai et au même débit d'air d'essai:

- a) mesurer la résistance à l'écoulement de l'air en fonction du débit d'air selon l'ISO 16890-2;
- b) mesurer la courbe d'efficacité spectrale initiale E_i de l'élément filtrant non chargé et non conditionné en fonction de la taille des particules conformément à l'ISO 16890-2;
- c) effectuer une étape de conditionnement artificiel conformément à l'ISO 16890-4;
- d) mesurer la courbe d'efficacité spectrale $E_{D,i}$ de l'élément filtrant conditionné en fonction de la taille des particules conformément à l'ISO 16890-2, qui est égale à l'efficacité spectrale minimum d'essai;
- e) calculer les efficacités ePM telles que définies à l'[Article 7](#);
- f) charger le filtre avec une poussière d'essai synthétique L2 telle que spécifiée dans l'ISO 15957 et selon les modes opératoires décrits dans l'ISO 16890-3 pour déterminer l'efficacité gravimétrique initiale, la résistance à l'écoulement de l'air en fonction de la masse de poussière d'essai retenue et la capacité de colmatage (cette étape est facultative pour les filtres du groupe ISO ePM_{10} , $ePM_{2,5}$ ou ePM_1).

La courbe d'efficacité spectrale initiale E_i de l'élément filtrant non traité et non chargé (voir [5.5](#)) et les courbes d'efficacité spectrale $E_{D,i}$ après une étape de conditionnement artificiel sont utilisées pour calculer la courbe d'efficacité spectrale moyenne $E_{A,i}$ à l'aide de la [Formule \(1\)](#).

$$E_{A,i} = 0,5 \cdot (E_i + E_{D,i}) \quad (1)$$

NOTE Pour plus d'explication sur le mode opératoire d'essai selon l'ISO 16890-4, se référer au [8.2](#).

Le mode opératoire décrit dans l'ISO 16890-4 permet de montrer quantitativement l'étendue de l'effet des charges électrostatiques sur les performances initiales de l'élément filtrant sans charge de poussière. Il indique le niveau d'efficacité pouvant être obtenu en supprimant totalement l'effet des charges et sans augmentation compensatrice de l'efficacité mécanique. Ainsi, les efficacités fractionnelles, $E_{D,i}$, après une étape de conditionnement artificiel pourraient sous-estimer les efficacités fractionnelles dans les conditions réelles de service. Étant donné que les efficacités fractionnelles réelles minimales rencontrées en service dépendent fortement des conditions de fonctionnement définies par de nombreux paramètres incontrôlés, sa valeur réelle se situe de façon non prévisible entre la valeur initiale et la valeur après conditionnement. Dans la présente partie de l'ISO 16890, il est logique d'utiliser la moyenne entre la valeur initiale et la valeur après conditionnement pour prédire les efficacités fractionnelles réelles d'un filtre en service, telle que définie par la [Formule \(1\)](#). Il doit donc être noté que les efficacités fractionnelles mesurées en service réel peuvent s'écarter de manière significative de celles indiquées dans la présente partie de l'ISO 16890. De plus, le traitement chimique d'un média filtrant appliqué dans l'ISO 16890-4 comme étape de vieillissement artificiel peut altérer la structure de la matrice fibreuse du média filtrant ou altérer chimiquement les fibres, voire détruire entièrement le média filtrant. Par conséquent, le mode opératoire obligatoire décrit dans l'ISO 16890-4 peut ne pas s'appliquer à certains types de filtres et de médias et, dans ce cas, ceux-ci ne peuvent pas être classés selon la présente partie de l'ISO 16890.

7 Système de classification basé sur l'efficacité des particules en suspension (ePM)

7.1 Définition d'une distribution granulométrique standardisée de l'air ambiant

Pour évaluer les filtres à air en fonction de leurs efficacités ePM, des fonctions de distribution en volume standardisée de la taille des particules, représentant globalement l'air ambiant moyen des zones urbaines et rurales, est utilisée. Habituellement, dans la plage de dimension d'intérêt ($> 0,3 \mu\text{m}$), les tailles de particules dans l'air ambiant suivent une distribution bimodale avec un mode fin et un mode grossier. Les filtres fins, conçus principalement pour éliminer les particules de fractions granulométriques PM₁ et PM_{2,5}, sont évalués en utilisant une distribution granulométrique qui représente les zones urbaines, alors que les filtres fins conçus principalement pour éliminer les particules de fraction granulométrique PM₁₀, sont évalués en utilisant une distribution granulométrique qui représente les zones rurales.

NOTE La distribution granulométrique réelle des particules de l'air ambiant dépend d'un grand nombre de facteurs différents. Ainsi, selon le lieu, la saison de l'année et les conditions météorologiques, la distribution granulométrique réelle mesurée des particules peut varier de manière significative par rapport à celle standardisées indiquée dans la présente partie de l'ISO 16890.

Cette distribution bimodale est représentée en combinant les distributions log-normales du mode grossier et du mode fin, comme indiqué dans la [Formule \(3\)](#).

$$f(d, \sigma_g, d_{50}) = \frac{1}{\ln \sigma_g \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[-\frac{(\ln d - \ln d_{50})^2}{2 \cdot (\ln \sigma_g)^2} \right] \quad (2)$$

Dans la [Formule \(2\)](#), $f(d, \sigma_g, d_{50})$ représente la fonction de distribution log-normale pour un mode, grossier ou fin, où d est la taille de particules variable, pour lequel la distribution est calculée, et l'écart-type, σ_g , et la taille médiane des particules, d_{50} , sont les paramètres d'échelle. La distribution bimodale est calculée comme indiqué dans la [Formule \(3\)](#) en combinant les distributions log-normales du mode grossier (B) et du mode fin (A), pondérées par le rapport de mélange, y .

$$q_3(d) = \frac{dQ_3(d)}{d \ln d} = y \cdot f(d, \sigma_{gA}, d_{50A}) + (1 - y) \cdot f(d, \sigma_{gB}, d_{50B}) \quad (3)$$

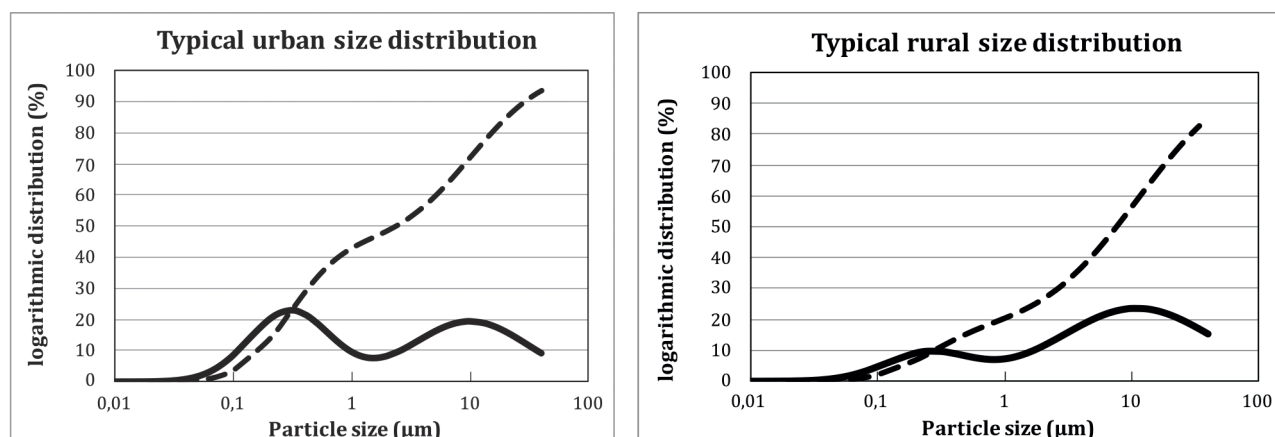
où les paramètres sont définis par les valeurs données dans le [Tableau 2](#), représentant les zones urbaine et rurale.

Tableau 2 — Paramètres pour la fonction de distribution telle que donnée dans la [Formule \(3\)](#) pour les environnements urbain et rural

urbain $q_{3u}(\bar{d}_i)$	A	B	rural $q_{3r}(\bar{d}_i)$	A	B
$d_{50,u}$	0,3 μm	10 μm	$d_{50,r}$	0,25 μm	11 μm
$\sigma_{g,u}$	2,2	3,1	$\sigma_{g,r}$	2,2	4
y_u	0,45		y_r	0,18	

La [Figure 1](#) donne une restitution graphique de la [Formule \(3\)](#) en utilisant les paramètres donnés dans le [Tableau 2](#).

ISO 16890-1:2016(F)



Légende

- distribution logarithmique (présente partie de l'ISO 16890)
- - - distribution logarithmique (cumulative)

Figure 1 — Fonctions de distribution logarithmique individuelles et cumulatives en volume de particule de l'aérosol ambiant typique tel que trouvé dans les environnements urbains et ruraux (voir Référence [7])

Par exemple, le [Tableau 3](#) indique les valeurs de la proportion standardisée en volume, q_3 , calculées à l'aide de la [Formule \(3\)](#) pour les canaux du compteur de particules recommandé dans l'ISO 16890-2.

Tableau 3 — Exemple de distribution standardisée de volume de particules, q_3 , dans l'air ambiant pour les canaux de taille de particules recommandés dans ISO 16890-2

Diamètre optique des particules en μm				Distribution en volume des particules individuelles	
d_i	d_{i+1}	$\bar{d}_i = \sqrt{d_i \cdot d_{i+1}}$	$\Delta \ln d_i = \ln(d_{i+1} / d_i)$	urbain $q_{3u}(\bar{d}_i)$	rural $q_{3r}(\bar{d}_i)$
0,30	0,40	0,35	0,29	0,226 27	0,094 12
0,40	0,55	0,47	0,32	0,198 91	0,083 95
0,55	0,70	0,62	0,24	0,158 37	0,074 32
0,70	1,00	0,84	0,36	0,115 22	0,070 14
1,00	1,30	1,14	0,26	0,085 03	0,076 28
1,30	1,60	1,44	0,21	0,076 18	0,088 33
1,60	2,20	1,88	0,32	0,080 22	0,108 04
2,20	3,00	2,57	0,31	0,099 84	0,137 26
3,00	4,00	3,46	0,29	0,126 88	0,167 08
4,00	5,50	4,69	0,32	0,155 56	0,195 42
5,50	7,00	6,20	0,24	0,177 57	0,216 71
7,00	10,0	8,37	0,36	0,191 57	0,231 43

NOTE Les différences entre les diamètres aérodynamiques et optiques des particules sont ignorées dans la présente partie de l'ISO 16890. De plus, il est admis que la densité particulaire est constante alors que dans l'air ambiant réel, elle peut dépendre de la taille des particules.

7.2 Calcul des efficacités des particules en suspension (ePM)

Les efficacités des particules en suspension ePM_{10} , $ePM_{2,5}$ et ePM_1 sont calculées à partir des efficacités fractionnelles moyennes $E_{A,i}$ (voir [Formule \(1\)](#)) et de la distribution granulométrique standardisée définie en [7.1](#) (voir [Formule \(3\)](#)) en utilisant la [Formule \(4\)](#).

$$\begin{aligned} e(PM_1) &= \sum_{i=1}^n E_{A,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i / \sum_{i=1}^n q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i \text{ (distribution granulométrique urbaine),} \\ e(PM_{2,5}) &= \sum_{i=1}^n E_{A,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i / \sum_{i=1}^n q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i \text{ (distribution granulométrique urbaine),} \\ e(PM_{10}) &= \sum_{i=1}^n E_{A,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i / \sum_{i=1}^n q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i \text{ (distribution granulométrique rurale)} \end{aligned} \quad (4)$$

où $\bar{d}_i = \sqrt{d_i \cdot d_{i+1}}$ est le diamètre géométrique moyen et $\Delta \ln d_i = \ln d_{i+1} - \ln d_i = \ln(d_{i+1} / d_i)$.

Dans la [Formule \(4\)](#), i est le numéro du canal (plage granulométrique) du compteur de particules considéré et n est le numéro du canal (plage granulométrique) qui contient la taille de particule, x , ($d_n < x \leq d_{n+1}$), où $x = 10 \mu\text{m}$ pour ePM_{10} , $x = 2,5 \mu\text{m}$ pour $ePM_{2,5}$ et $x = 1 \mu\text{m}$ pour ePM_1 . Pour la détermination de l'efficacité ePM_1 , la limite supérieure du canal le plus grand considéré dans la [Formule \(4\)](#) doit être égale à $1 \mu\text{m}$ ($d_{n+1} = 1 \mu\text{m}$); pour $ePM_{2,5}$, elle ne doit pas être supérieure à $3,0 \mu\text{m}$ ($d_{n+1} \leq 3,0 \mu\text{m}$). Pour déterminer l'efficacité ePM_{10} , la limite supérieure du canal le plus grand considéré dans la [Formule \(4\)](#) doit être égale à $10 \mu\text{m}$ ($d_{n+1} = 10 \mu\text{m}$). La limite inférieure de taille du canal le plus petit du compteur de particules prise en compte pour le calcul des valeurs d'efficacités, ePM_x , doit être égale à $0,3 \mu\text{m}$ ($d_1 = 0,3 \mu\text{m}$). Le nombre minimal de canaux considérés dans la [Formule \(4\)](#) doit être de 3 pour ePM_1 ($n \geq 3$), 6 pour $ePM_{2,5}$ ($n \geq 6$) et 9 pour ePM_{10} ($n \geq 9$). Dans tous les cas, tous les canaux utilisés doivent être contigus, sans oublier ni chevaucher une taille de particules située entre.

De plus, les efficacités minimum, $ePM_{2,5, \min}$ et $ePM_{1, \min}$, sont définies par la [Formule \(5\)](#).

$$ePM_{x, \min} = \sum_{i=1}^n E_{D,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i / \sum_{i=1}^n q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i \quad (5)$$

7.3 Classification

L'efficacité gravimétrique initiale, les trois valeurs d'efficacité ePM_1 , $ePM_{2,5}$ et ePM_{10} et les valeurs d'efficacité minimale $ePM_{1, \min}$ et $ePM_{2,5, \min}$ doivent être utilisés pour classer un filtre dans l'un des quatre groupes définis dans le [Tableau 4](#).

Tableau 4 — Groupe de filtres

Nom du groupe	Exigence			Valeur de classe déclarée
	$ePM_{1, \min}$	$ePM_{2,5, \min}$	ePM_{10}	
ISO grossier	—	—	< 50 %	Efficacité gravimétrique initiale
ISO ePM_{10}	—	—	≥ 50 %	ePM_{10}
ISO $ePM_{2,5}$	—	≥ 50 %	—	$ePM_{2,5}$
ISO ePM_1	≥ 50 %	—	—	ePM_1

Les classes de filtre sont documentées en tant que valeur de classe déclarée en corrélation avec le nom du groupe. Pour documenter les classes de ePM, les valeurs de classe doivent être arrondies au multiple de 5 point % inférieur le plus proche. Les valeurs supérieures à 95 % sont déclarées en tant que «> 95 %». Des exemples de classes déclarées sont ISO Grossier 60 %, ISO ePM_{10} 60 %, ISO $ePM_{2,5}$ 80 %, ISO ePM_1 85 % ou ISO ePM_1 >95 %. Sauf pour les filtres du groupe ISO Grossier, le chargement de poussière selon l'ISO 16890-3 et le mesurage de l'efficacité gravimétrique initiale sont facultatifs. Les

ISO 16890-1:2016(F)

filtres ISO grossiers peuvent être classés uniquement sur la base de l'efficacité gravimétrique initiale et donc, dans ce cas, le mesurage des efficacités ePM_x est facultatif.

NOTE Lorsque l'essai est effectué sur un banc d'essai conçu à l'origine pour réaliser des essais selon l'EN 779:2012, en utilisant uniquement un aérosol constitué de DEHS non traité et non dilué ou un aérosol d'essai liquide équivalent pour la plage granulométrique comprise entre 0,3 μm et 1 μm , pour un filtre à poussière ISO ePM_1 ($ePM_{1,min}$) ≥ 50 %), il est permis de déclarer uniquement les efficacités $ePM_{1,min}$ et ePM_1 et, dans ce cas, d'utiliser uniquement ces deux valeurs pour déterminer le groupe et la classe du filtre.

Sur la base des résultats d'essai et du [Tableau 4](#), les filtres peuvent être attribués à deux, ou plus, groupes de filtre. Par exemple, un filtre classé en tant que ISO ePM_1 85 % peut aussi être classé en tant que ISO ePM_{10} 95 %. Toutefois, selon la présente partie de l'ISO 16890, les filtres doivent être classés dans un seul groupe individuel et seule cette classification doit apparaître sur l'étiquette du filtre. Cependant, dans un rapport de synthèse complet, les cinq valeurs d'efficacité ePM_x doivent être consignées, c'est à dire les trois valeurs d'efficacité ePM_1 , $ePM_{2,5}$ et ePM_{10} et les valeurs d'efficacité minimum $ePM_{1,min}$ et $ePM_{2,5,min}$. La déclaration de l'efficacité gravimétrique initiale est optionnelle, sauf pour les filtres ISO Grossier, pour lesquels cette valeur détermine la classe du filtre et, donc, sa déclaration est obligatoire. La comparaison de l'efficacité des différents filtres doit être faite uniquement dans le même groupe ISO, par exemple, comparer ePM_1 d'un filtre A avec ePM_1 d'un filtre B.

8 Rapport d'essai

8.1 Généralités

Les données indiquées dans le rapport de synthèse sont fondées sur les données et les rapports d'essai générés selon l'ISO 16890-2, l'ISO 16890-3 et/ou l'ISO 16890-4 ainsi que sur les analyses de données et la classification définies en [7.3](#). Au minimum, le rapport d'essai de synthèse doit comprendre une description de la (des) méthode(s) d'essai et tout écart par rapport à celle(s)-ci. Le rapport de synthèse doit contenir les informations suivantes:

- le type de filtre;
- le numéro de la présente partie de l'ISO 16890;
- le numéro de l'essai;
- l'aérosol d'essai;
- le débit d'air d'essai;
- un récapitulatif des résultats;
- la courbe d'efficacité spectrale initiale mesurée en fonction de la taille des particules issue d'un rapport d'essai selon l'ISO 16890-2;
- la courbe d'efficacité spectrale mesurée en fonction de la taille des particules issue d'un rapport d'essai selon l'ISO 16890-2 après une étape de vieillissement artificiel selon l'ISO 16890-4;
- la courbe d'efficacité spectrale moyenne calculée en fonction de la taille des particules selon la présente partie de l'ISO 16890;
- le calcul des efficacités ePM_1 , $ePM_{2,5}$, ePM_{10} et des valeurs d'efficacité minimale $ePM_{1,min}$ et $ePM_{2,5,min}$;
- les données et résultats des mesures du débit d'air et de la pression différentielle;
- les données et résultats des mesures de chargement de poussière (facultatif).

Les résultats d'essai doivent être consignés dans le rapport en utilisant le formulaire de rapport de synthèse utilisé dans la présente partie de l'ISO 16890 (voir les [Figures 2 à 4](#) qui présentent le rapport

ISO 16890-1:2016(F)

de synthèse complet et sont des exemples de formulaires acceptables). Les formats exacts ne sont pas imposés, mais le rapport doit inclure les rubriques indiquées.

En option, la courbe de chargement de poussière, la capacité de colmatage et l'efficacité gravimétrique peuvent être consignés dans le rapport pour des pressions différentielles d'essai finales spécifiées, telles que définies dans l'ISO 16890-3. Une interpolation linéaire ou une extrapolation peut être appliquée pour convertir les valeurs mesurées les plus proches à la pression différentielle d'essai finale spécifiée.

8.2 Interprétation des rapports d'essai

Une analyse succincte doit être incluse dans les rapports d'essai. Le texte donné ci-dessous doit être inclus après le rapport et faire l'objet d'une page supplémentaire de manière à tenir sur environ une demi-page.

Interprétation des rapports d'essai

Cette revue succincte des modes opératoires d'essai, incluant ceux concernant les essais de filtres chargés électrostatiquement, est fournie pour ceux qui ne sont pas familiers des modes opératoires de la présente série de normes ISO. Elle a pour but d'aider à comprendre et à interpréter les résultats indiqués dans le rapport d'essai/résumé (pour de plus amples détails sur les modes opératoires, la série complète des documents ISO 16890 doit être consultée).

Les filtres à air peuvent s'appuyer sur les effets des charges électrostatiques passives sur les fibres pour atteindre des efficacités élevées, en particulier dans les phases initiales de leur durée de vie. Les facteurs environnementaux rencontrés en service peuvent affecter l'action de ces charges électriques de sorte que l'efficacité initiale peut diminuer de façon significative après une période initiale de service. Cela peut être compensé ou contré par une augmentation de l'efficacité («efficacité mécanique») avec l'accumulation des dépôts de poussière. Les efficacités consignées, sans traitement et après conditionnement (après décharge), montrent l'étendue de l'effet des charges électriques sur les performances initiales et indique la perte potentielle d'efficacité d'élimination des particules lorsque l'effet des charges est totalement supprimé et qu'il n'y a pas d'augmentation compensatrice concourante de l'efficacité mécanique. Il convient de ne pas considérer que ces résultats d'essai représentent les performances du filtre dans toutes les conditions ambiantes possibles ou représentent tous les comportements possibles dans des «situations réelles».

8.3 Récapitulatif

La page de la section récapitulative du rapport de performance (voir [Figure 2](#)) doit inclure les informations suivantes:

a) généralités:

- 1) organisme d'essai y compris le nom, la localisation et les coordonnées;
- 2) numéro du rapport;
- 3) date de l'essai;
- 4) nom du superviseur du rapport;
- 5) essai(s) demandé(s) par;
- 6) date quand et comment le dispositif (filtre) soumis à essai a été obtenu.

b) données du fabricant relatives au dispositif soumis à essai:

- 1) nom du fabricant (ou nom du distributeur, s'il est différent du fabricant);
- 2) marque et nom du modèle ou numéro tel qu'inscrit sur le dispositif soumis à essai (identification complète du dispositif soumis à essai);
- 3) description physique de la construction (par exemple, filtre à poche, nombre de poches);

ISO 16890-1:2016(F)

- 4) dimensions (hauteur, largeur, profondeur);
- 5) type de média; si possible ou disponible, les points suivants doivent être décrits:
 - i) code d'identification (par exemple, type de fibre de verre ABC123, type de fibre inorganique 123ABC);
 - ii) surface effective nette de filtration telle que déterminée par l'organisme d'essai;
- 6) informations complémentaires, si nécessaire;
- 7) photo du dispositif d'essai réel tel que déterminé par l'organisme d'essai, mais non imposé;
- c) données d'essai:
 - 1) débit d'air d'essai;
 - 2) numéro du rapport d'essai joint, selon l'ISO 16890-2;
 - 3) numéro du rapport d'essai joint, selon l'ISO 16890-4;
 - 4) numéro du rapport d'essai joint, selon l'ISO 16890-3;
- d) résultats:
 - 1) pression différentielle d'essai initiale et finale;
 - 2) valeurs d'efficacité $ePM_{1,}$, $ePM_{2,5}$ et $ePM_{10,}$ y compris les incertitudes;
 - 3) efficacités minimums $ePM_{1,min}$ et $ePM_{2,5,min}$, y compris les incertitudes;
 - 4) efficacité gravimétrique initiale et moyenne (facultatif pour les filtres des groupes ISO ePM_{10} , ISO $ePM_{2,5}$ ou ISO ePM_1);
 - 5) capacité de colmatage (facultatif);
 - 6) classe ISO du filtre, y compris les conditions d'essai entre parenthèses si le débit d'air d'essai n'est pas normalisé;
- e) courbes de performance:
 - 1) efficacité spectrale en fonction de la taille des particules pour l'élément filtrant non chargé et non traité, issue du rapport joint selon l'ISO 16890-2, et pour l'élément filtrant après une étape de vieillissement artificiel, issue du rapport joint selon l'ISO 16890-4, et efficacité spectrale moyenne selon la présente partie de l'ISO 16890;
 - 2) pression différentielle en fonction de la poussière d'essai retenue (facultatif);
 - 3) efficacité gravimétrique en fonction de la poussière d'essai retenue, issu du rapport joint selon l'ISO 16890-3 (facultatif). Le tracé de la courbe doit passer par les valeurs d'efficacité gravimétrique relevées au milieu de leurs incréments de poids associés;
- f) déclaration finale:
 - 1) les résultats de cet essai concernent uniquement le dispositif d'essai dans les conditions fixées ici. Les résultats de performance ne peuvent pas être appliqués quantitativement pour prédire les performances de filtration dans tous les environnements réels.

Dans le rapport de synthèse, les résultats doivent être arrondis à l'entier le plus proche.

Les valeurs d'efficacité et le calcul des efficacités ePM_x doivent être inclus dans le rapport de synthèse comme montré aux [Figures 3](#) et [4](#).

ISO 16890-1:2016(F)

ISO 16890 — RÉSULTATS D'ESSAI D'UN FILTRE À AIR		Organisme d'essai Nom Adresse Téléphone	
GÉNÉRALITÉS			
N° du rapport :		Date du rapport : aaaa-mm-jj	
Superviseur :		Dispositif obtenu (quand et obtenu comment)	
Essai(s) demandé(s) par :			
DISPOSITIF SOUMIS À ESSAI			
Modèle :	Fabricant :	Construction :	
Type de média :	Surface effective nette de filtration :	Dimensions du filtre (largeur x hauteur x profondeur) : mm x mm x mm	
DONNÉES D'ESSAI ET RAPPORTS D'ESSAI JOINTS			
Débit d'air d'essai : m ³ /s	Rapport d'essai selon l'ISO 16890-2		Rapport n°
	Rapport d'essai selon l'ISO 16890-3 (facultatif)		Rapport n°
	Rapport d'essai selon l'ISO 16890-4		Rapport n°
RÉSULTATS			
Pression différentielle initiale : Pa	Efficacité gravimétrique initiale : %	ePM _{1,min} %	ePM _{2,5,min} %
Pression différentielle d'essai finale : Pa / Pa / Pa	Capacité de colmatage : g / g / g	ePM ₁ %	ePM _{2,5} %
		ePM ₁₀ %	Classe ISO ISO ePM__ %
Remarque :			
		<p>Courbe 1 Efficacité spectrale initiale E_i (ISO 16890-2)</p> <p>Courbe 2 Efficacité spectrale après conditionnement $E_{D,i}$ (ISO 16890-4)</p> <p>Courbe 3 Efficacité spectrale moyenne $E_{A,i}$ (ISO 16890-1)</p>	
		<p>Courbe 4 Pression différentielle en fonction du débit d'air (filtre propre) (ISO 16890-2)</p> <p>Courbe 5 Pression différentielle en fonction de la poussière capturée (facultatif) (ISO 16890-3)</p> <p>Courbe 6 Efficacité gravimétrique en fonction de la poussière capturée (facultatif) (ISO 16890-3)</p>	
<p>NOTE Les résultats de cet essai concernent uniquement le dispositif d'essai dans les conditions fixées ici. Les résultats de performance ne peuvent pas être appliqués quantitativement pour prédire les performances de filtration dans tous les environnements réels.</p>			

Figure 2 — Section récapitulative du rapport de performance

ISO 16890-1:2016(F)

ISO 16890 – Valeurs d'efficacité spectrale							
Organisme d'essai :					Rapport n° :		
Modèle :					Fabricant :		
Débit d'air d'essai : m ³ /s					Date du rapport : aaaa-mm-jj		
i	d_i μm	d_{i+1} μm	\bar{d}_i μm	Δd_i μm	E_i %	$E_{D,i}$ %	$E_{A,i}$ %
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							

Légende

- d_i diamètre limite inférieur de particule dans la plage de dimensions i , μm
- d_{i+1} diamètre limite inférieur de particule dans la plage de dimensions i , μm
- \bar{d}_i diamètre géométrique moyen pour une plage de dimensions i , μm
- $\Delta \ln d_i$ largeur logarithmique d'une plage de dimensions de particules i ; \ln est le logarithme naturel à la base de e , où e est une constante irrationnelle et transcendante approximativement égale à 2,718 281 828, sans dimension
 $\Delta \ln d_i = \ln (d_{i+1}/d_i)$
- E_i efficacité spectrale initiale d'une plage de dimensions de particules i d'un élément filtrant non traité et non chargé, %
- $E_{D,i}$ efficacité spectrale d'une plage de dimensions de particules i de l'élément filtrant après une étape de conditionnement artificiel, %
- $E_{A,i}$ efficacité spectrale moyenne $(E_i + E_{D,i})/2$ d'une plage de dimensions de particules i , %

Figure 3 — Déclaration des valeurs d'efficacité

ISO 16890-1:2016(F)

ISO 16890 - Calcul des efficacités PM								
Organisme d'essai :					Rapport n° :			
Modèle :					Fabricant :			
Débit d'air d'essai : m³/s					Date du rapport : aaaa-mm-jj			
i	\bar{d}_i µm	$\Delta \ln d_i$	Distribution urbaine $q_{3u}(\bar{d}_i)$	$q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$E_{D,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$E_{A,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$ePM_{x,min}$	ePM_x %
1							$ePM_{1,min}$	ePM_1
2								
3								
4								
Σ lignes 1 à 4								
5							$ePM_{2,5,min}$	$ePM_{2,5}$
6								
7								
8								
Σ lignes 1 à 8								

i	\bar{d}_i µm	$\Delta \ln d_i$	Distribution rurale $q_{3u}(\bar{d}_i)$	$q_{3r}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$		$E_{A,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$		ePM_x %
1								ePM_{10}
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
Σ lignes 1 à 12								

Figure 4 — Compte-rendu de calcul des valeurs d'efficacités, ePM_x

ISO 16890-1:2016(F)

Annexe A (informative)

Relargage des filtres

A.1 Relargage

A.1.1 Généralités

Le terme « relargage » couvre trois aspects distincts du comportement d'un filtre: le réentraînement de particules, le rebond des particules et la libération de fibres ou de matière particulaire provenant du matériau filtrant. Certains de ces phénomènes ou l'ensemble de ces phénomènes peuvent, dans une certaine mesure, survenir pendant le cycle de vie d'un filtre installé, en particulier dans des conditions météorologiques sèches.

Des publications concernant le relargage et son effet sur les performances des filtres peuvent être trouvées aux Références [18], [20] et [25].

A.1.2 Réentraînement de particules

Lorsque la quantité de poussière retenue sur le filtre augmente, les effets suivants peuvent conduire à un réentraînement de particules déjà capturées dans le flux d'air:

- une particule entrante peut entrer en collision avec une particule capturée et la ré-entraîner dans le flux d'air;
- la vitesse de l'air dans les canaux à travers le média augmente en raison de l'espace occupé par les particules capturées. De plus, le média filtrant peut être comprimé par l'augmentation de la résistance à l'écoulement de l'air, causant ainsi une augmentation supplémentaire de la vitesse de l'air dans les canaux. L'augmentation de la traînée du fluide sur les particules déposées qui en résulte peut ré-entraîner certaines d'entre elles;
- les mouvements du média filtrant pendant le fonctionnement créent un réarrangement de la poussière dans la structure du média filtrant. Cela entraîne un réentraînement immédiat de la poussière. Les mouvements du média filtrant peuvent avoir diverses causes, telles que:
 - a) un débit d'air normal à travers le filtre;
 - b) un fonctionnement marche/arrêt périodique (par exemple quotidien) de l'installation de conditionnement d'air;
 - c) des débits d'air variables provoqués par la régulation du débit d'air;
 - d) des vibrations mécaniques provoquées par le ventilateur ou un autre équipement.

Le réentraînement de particules peut être mesuré et quantifié (voir les Références [1], [4], [25] et [26]).

Cet effet est plus prononcé pour les filtres à faible efficacité que pour les filtres à très haute efficacité (voir les Références [25] et [26]).

A.1.3 Rebond des particules

Dans un processus de filtration idéal, chaque particule devrait être arrêtée de façon permanente à la première collision avec une surface filtrante, telle qu'une fibre, ou avec des particules déjà capturées. Pour de petites particules et des vitesses d'air faibles, l'énergie d'adhérence est nettement supérieure à l'énergie cinétique des particules en suspension dans l'écoulement de l'air, et une fois capturées, ces

ISO 16890-1:2016(F)

particules ne sont pratiquement jamais délogées du filtre. Lorsque la taille des particules et la vitesse de l'air augmentent, l'énergie cinétique des particules augmente et, donc, les grosses particules peuvent « rebondir » de la fibre. Ainsi, elles perdent normalement suffisamment d'énergie pour être capturées lors d'une prochaine collision avec une fibre. Cependant, si aucun contact avec une fibre ne suit, les particules sont délestées, c'est-à-dire déchargées du filtre, ce qui entraîne une réduction correspondante de l'efficacité pour les particules dans cette plage de dimensions (voir les Références [5] et [6]).

Par conséquent, comme décrit dans l'ISO 16890-2, pour quantifier cet effet et le prendre en compte dans la mesure de l'efficacité, pour des particules de plus de 3 µm, des particules solides de KCl doivent être utilisées comme aérosol d'essai. Il est impossible de mesurer l'effet de rebond des particules avec un aérosol liquide.

L'effet de rebond des particules est plus prononcé pour les filtres à faible efficacité que pour les filtres à très haute efficacité.

A.1.4 Libération de fibres ou de matières particulaires provenant du matériau filtrant

Certains médias filtrants contiennent et/ou génèrent des fibres détachées ou des matières particulaires peuvent être émises par les matériaux constitutifs des filtres ou le média filtrant (par exemple, liant, etc.). Pendant le fonctionnement du filtre, notamment dans un flux d'air turbulent ou pendant des variations du débit d'air ou une opération marche-arrêt, ces matières peuvent être émises dans l'écoulement de l'air. L'étendue de ce relargage dépend de l'intégrité de la structure des fibres du média et de sa rigidité et de sa stabilité face à des vitesses d'air variables ainsi que de la stabilité des matériaux constitutifs du filtre (par exemple, le liant maintenant les fibres ensemble), pendant la durée de fonctionnement du filtre. Il convient toutefois de noter que la quantité de fibres ou de matières particulaires délestée de cette façon est normalement négligeable par rapport à la quantité totale de poussière pénétrant dans un filtre chargé par une charge type de poussière ambiante (voir les Références[9] et[10]).

A.2 Essais relatifs aux effets du relargage

Il convient que les utilisateurs aient connaissance de la possibilité pour les filtres d'avoir un comportement de relargage en pratique. Du point de vue de l'utilisateur, il serait avantageux de détecter tout comportement de relargage d'un filtre. Toutefois, ces mesures ne sont pas faciles à réaliser. Différentes tentatives ont été faites ces dernières années pour mesurer quantitativement le relargage, mais jusqu'à présent, il n'a pas été possible de définir une méthode produisant des résultats d'essai reproductibles et répétables.

Pour les filtres à faible efficacité, les mesures de l'efficacité gravimétrique spécifiées dans la présente norme ne reflètent que partiellement, ou pas du tout, les effets du relargage décrits ci-dessus (voir A.1). Toutefois, lors de l'essai de chargement d'un filtre, il convient de considérer toute baisse de la valeur de l'efficacité gravimétrique ou de la résistance comme une indication sérieuse qu'un relargage a pu avoir eu lieu.

Pour les filtres à très haute efficacité, les résultats d'efficacité/taille des particules fournis dans la présente partie de l'ISO 16890 ne reflètent normalement aucun des effets du relargage décrits ci-dessus, car l'aérosol utilisé pour ces filtres est un aérosol liquide (DEHS).

Un échantillonnage des membranes en aval des filtres et des analyses microscopiques des membranes pourraient déterminer l'occurrence de ce type de relargage, mais une telle méthode n'est pas définie ici.

ISO 16890-1:2016(F)

Annexe B (informative)

Exemples

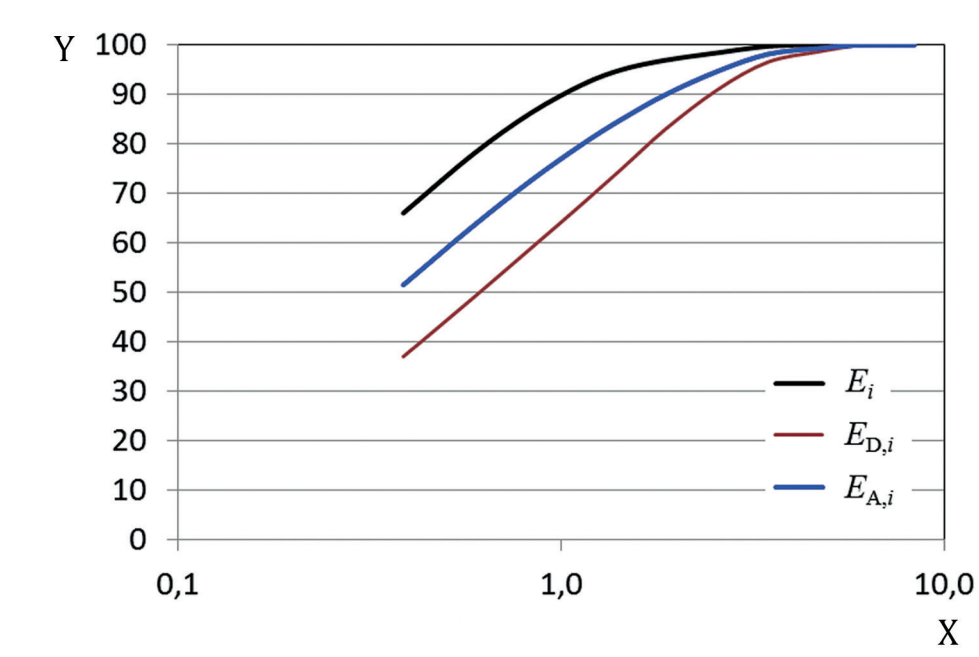
Dans cet exemple, les résultats de mesure et la méthode de calcul et de classification sont indiqués pour un filtre à poche synthétique (Filtre A) classé F7 selon l'EN 779 et MERV-A 14 selon l'ASHRAE 52.2.

Les efficacités e_{PM} ont été calculées en utilisant un fichier MicroSoft Excel inclus dans la présente partie de l'ISO 16890 (<http://standards.iso.org/iso/16890/-1/>).

Tableau B.1 — Exemple de données de filtre pour des valeurs d'efficacité spectrale du Filtre A

i	d_i μm	d_{i+1} μm	\bar{d}_i μm	$\Delta \ln d_i$	E_i %	$E_{D,i}$ %	$E_{A,i}$ %
1	0,3	0,5	0,39	0,51	66,0	37,0	51,5
2	0,5	0,7	0,59	0,34	78,0	49,0	63,5
3	0,7	1,0	0,84	0,36	86,3	59,0	72,7
4	1,0	1,3	1,14	0,26	92,0	68,0	80,0
5	1,3	1,6	1,44	0,21	95,0	75,0	85,0
6	1,6	2,2	1,88	0,32	96,9	83,0	90,0
7	2,2	3,0	2,57	0,31	98,4	91,0	94,7
8	3,0	4,0	3,46	0,29	99,7	96,5	98,1
9	4,0	5,5	4,69	0,32	100	98,6	99,3
10	5,5	7,0	6,20	0,24	100	100	100
11	7,0	10,0	8,37	0,36	100	100	100

ISO 16890-1:2016(F)



Légende

X taille de particules (μm)
Y efficacité spectrale (%)

Figure B.1 — Exemple de données relatives à l'efficacité spectrale du Filtre A en fonction de la taille des particules (efficacité spectrale en fonction de la taille des particules)

Tableau B.2 — Exemple de calcul des efficacités ePM du Filtre A

i	\bar{d}_i μm	$\Delta \ln d_i$	urbain $q_{3u}(\bar{d}_i)$	$q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$E_{D,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$E_{A,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$e\text{PM}_{x, \min}$ %	$e\text{PM}_x$ %
1	0,39	0,51	0,219 17	0,111 960	0,041 425	0,057 659	$e\text{PM}_{1, \min}$	$e\text{PM}_1$
2	0,59	0,34	0,165 68	0,055 745	0,027 315	0,035 398		
3	0,84	0,36	0,115 22	0,041 097	0,024 247	0,029 857		
Σ line 1-3				0,208 802	0,092 988	0,122 915	45	59
4	1,14	0,26	0,085 03	0,022 309	0,015 170	0,017 847	$e\text{PM}_{2,5, \min}$	$e\text{PM}_{2,5}$
5	1,44	0,21	0,076 18	0,015 817	0,011 863	0,013 445		
6	1,88	0,32	0,080 22	0,025 546	0,021 203	0,022 978		
7	2,57	0,31	0,099 84	0,030 966	0,028 179	0,029 324		
Σ line 1-7				0,303 440	0,169 403	0,206 510	56	68
7	2,57	0,31	0,099 84	0,030 966	0,028 179	0,029 324	$e\text{PM}_{2,5, \min}$	$e\text{PM}_{2,5}$
1	0,39	0,51	0,090 88	0,046 422		0,023 908		
2	0,59	0,34	0,075 71	0,025 474		0,016 176		
3	0,84	0,36	0,070 14	0,025 016		0,018 174		
4	1,14	0,26	0,076 28	0,020 013		0,016 011		
5	1,44	0,21	0,088 33	0,018 340		0,015 589		
6	1,88	0,32	0,108 04	0,034 406		0,030 949		
7	2,57	0,31	0,137 26	0,042 573		0,040 316		
8	3,46	0,29	0,167 08	0,048 067		0,047 154		

ISO 16890-1:2016(F)

Tableau B.2 (suite)

i	\bar{d}_i μm	$\Delta \ln d_i$	urbain $q_{3u}(\bar{d}_i)$	$q_{3u}(\bar{d}_i)$ $\cdot \Delta \ln d_i$	$E_{D,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i)$ $\cdot \Delta \ln d_i$	$E_{A,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i)$ $\cdot \Delta \ln d_i$	$ePM_{x, \min}$ %	ePM_x %
9	4,69	0,32	0,195 42	0,062 233		0,061 798		ePM_{10}
10	6,20	0,24	0,216 71	0,052 261		0,052 261		
11	8,37	0,36	0,231 43	0,082 545		0,082 545		
Σ line 1-11				0,457351		0,404 879		89

NOTE Les données ci-dessus sont arrondies. Étant donné que pour le calcul des données, les formules réelles ont été utilisées avec plus de chiffres qu'indiqué ci-dessus, il peut exister quelques écarts d'arrondi lorsque les données sont recalculées avec les valeurs indiquées ci-dessus.

Dans l'exemple ci-dessus, le filtre est consigné selon le [Tableau 4](#) en tant que ISO $ePM_{2,5}$ 65 %.

Un autre exemple est celui d'un filtre rigide à base de papier de fibres de verres (Filtre B) classé F9 selon l'EN 779 et MERV-A 15 selon l'ASHRAE 52.2.

Tableau B.3 — Exemple de données de filtre pour des valeurs d'efficacité spectrale du Filtre B

i	d_i μm	d_{i+1} μm	\bar{d}_i μm	$\Delta \ln d_i$	E_i %	$E_{D,i}$ %	$E_{A,i}$ %
1	0,3	0,5	0,39	0,51	82,0	79,0	80,5
2	0,5	0,7	0,59	0,34	90,0	88,0	89,0
3	0,7	1,0	0,84	0,36	94,3	93,0	93,7
4	1,0	1,3	1,14	0,26	96,7	96,0	96,4
5	1,3	1,6	1,44	0,21	98,2	98,0	98,1
6	1,6	2,2	1,88	0,32	98,8	98,5	98,7
7	2,2	3,0	2,57	0,31	98,9	98,7	98,8
8	3,0	4,0	3,46	0,29	99,2	99,0	99,1
9	4,0	5,5	4,69	0,32	99,7	99,6	99,7
10	5,5	7,0	6,20	0,24	100	100	100
11	7,0	10,0	8,37	0,36	100	100	100

Tableau B.4 — Exemple de calcul des efficacités ePM du Filtre B

i	\bar{d}_i μm	$\Delta \ln d_i$	Distribution urbaine $q_{3u}(\bar{d}_i)$	$q_{3u}(\bar{d}_i)$ $\cdot \Delta \ln d_i$	$E_{D,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i)$ $\cdot \Delta \ln d_i$	$E_{A,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i)$ $\cdot \Delta \ln d_i$	$ePM_{x, \min}$ %	ePM_x %
1	0,39	0,51	0,219 17	0,111 960	0,088 449	0,090 128	$ePM_{1, \min}$	ePM_1
2	0,59	0,34	0,165 68	0,055 745	0,049 056	0,049 613		
3	0,84	0,36	0,115 22	0,041 097	0,038 220	0,038 488		
Σ line 1-3				0,208 802	0,175 725	0,178 229	84	85
4	1,14	0,26	0,085 03	0,022 309	0,021 417	0,021 495	$ePM_{2,5, \min}$	$ePM_{2,5}$
5	1,44	0,21	0,076 18	0,015 817	0,015 501	0,015 517		
6	1,88	0,32	0,080 22	0,025 546	0,025 163	0,025 201		
7	2,57	0,31	0,099 84	0,030 966	0,030 563	0,030 594		
Σ line 1-7				0,303 440	0,268 368	0,271 035	88	89

ISO 16890-1:2016(F)

Tableau B.4 (suite)

i	\bar{d}_i μm	$\Delta \ln d_i$	Distribution urbaine $q_{3u}(\bar{d}_i)$	$q_{3u}(\bar{d}_i)$ $\cdot \Delta \ln d_i$	$E_{D,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i)$ $\cdot \Delta \ln d_i$	$E_{A,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i)$ $\cdot \Delta \ln d_i$	$e\text{PM}_{x, \min}$ %	$e\text{PM}_x$ %
1	0,39	0,51	0,090 88	0,046 422		0,037 370		
2	0,59	0,34	0,075 71	0,025 474		0,022 672		
3	0,84	0,36	0,070 14	0,025 016		0,023 428		
4	1,14	0,26	0,076 28	0,020 013		0,019 283		
5	1,44	0,21	0,088 33	0,018 340		0,017 991		
6	1,88	0,32	0,108 04	0,034 406		0,033 942		
7	2,57	0,31	0,137 26	0,042 573		0,042 062		
8	3,46	0,29	0,167 08	0,048 067		0,047 634		
9	4,69	0,32	0,195 42	0,062 233		0,062 016		
10	6,20	0,24	0,216 71	0,052 261		0,052 261		
11	8,37	0,36	0,231 43	0,082 545		0,082 545		$e\text{PM}_{10}$
Σ line 1-11				0,457 351		0,441 203		96

NOTE Les données ci-dessus sont arrondies. Étant donné que pour le calcul des données, les formules réelles ont été utilisées avec plus de chiffres qu'indiqué ci-dessus, il peut exister quelques écarts d'arrondi lorsque les données sont recalculées avec les valeurs indiquées ci-dessus.

Dans l'exemple ci-dessus, le filtre est consigné selon le [Tableau 4](#) en tant que ISO $e\text{PM}_1$ 85 %.

ISO 16890-1:2016(F)

Annexe C (informative)

Estimation des concentrations de poussière fine en aval

Cet exemple montre comment la présente partie de l'ISO 16890 peut être utilisée pour l'estimation des concentrations de PM_x dans l'air en aval du filtre, si la concentration, PM_x , en amont, $C_{up}(PM_x)$, est connue. La concentration en aval $C_{down}(PM_x)$ peut être calculée à l'aide de la [Formule \(C.1\)](#).

$$C_{down}(PM_x) = C_{up}(PM_x) \cdot (1 - ePM_x) \quad (C.1)$$

Dans la [Formule \(C.1\)](#), les efficacités ePM_x , ePM_{10} , $ePM_{2,5}$ et ePM_1 sont celles calculées à l'aide de la présente partie de l'ISO 16890 pour le type de filtre considéré.

Par exemple, il doit être supposé que la concentration en amont d'un étage de filtration est de $15 \mu g/m^3$ pour $PM_{2,5}$ et $40 \mu g/m^3$ pour PM_{10} . Les valeurs d'efficacités ePM_x d'un étage de filtration doivent être $ePM_{2,5} = 68 \% = 0,68$ et $ePM_{10} = 89 \% = 0,89$ (exemple du Filtre A dans l'[Annexe B](#)). En utilisant la [Formule \(C.1\)](#), les concentrations en aval se calculent comme suit:

$$C_{down}(PM_{2,5}) = 15 \mu g/m^3 \cdot (1 - 0,68) = 4,8 \mu g/m^3$$

$$C_{down}(PM_{10}) = 40 \mu g/m^3 \cdot (1 - 0,89) = 4,4 \mu g/m^3 \quad (C.2)$$

NOTE 1 Les valeurs réelles de concentration peuvent différer des valeurs calculées selon les conditions de fonctionnement des filtres et la distribution granulométrique réelle de l'aérosol ambiant (écart par rapport à celle retenue dans la présente partie de l'ISO 16890).

NOTE 2 Puisque $PM_{2,5}$ est une sous-fraction de PM_{10} , dans un aérosol ambiant réel il est impossible que $C_{down}(PM_{10})$ soit plus petit que $C_{down}(PM_{2,5})$. Dans ce cas, la différence résulte du fait que deux distributions différentes d'aérosol ambiant (en milieu rural et en milieu urbain) sont définies pour calculer $ePM_{2,5}$ et ePM_{10} . Si cela se produit lorsque l'on estime les concentrations en aval d'un filtre à air, où $C_{down}(PM_{10})$ est plus petit que $C_{down}(PM_{2,5})$, il faut considérer que $C_{down}(PM_{10}) = C_{down}(PM_{2,5})$.

Étant donné que l'efficacité spectrale d'un filtre varie avec la taille des particules, la distribution normalisée granulométrique en aval diffère nettement de celle en amont du filtre (voir [Figures C.1](#) et [C.2](#)). Étant donné que les efficacités ePM_x issues de la présente partie de l'ISO 16890 ont été calculées en supposant une distribution granulométrique standardisée et comme la distribution en aval du filtre diffère de façon significative de cette distribution standardisée, la [Formule \(C.1\)](#) ne peut pas être utilisée avec les efficacités ePM_x , issues de la présente partie de l'ISO 16890, des étages de filtration individuels suivants. Toutefois, la méthodologie issue de la présente partie de l'ISO 16890 peut également être utilisée pour calculer la valeur de l'efficacité cumulée, $ePM_{x,cum}$, d'un système de filtration à plusieurs étages en utilisant la [Formule \(4\)](#) avec l'efficacité spectrale cumulée $E_{cum,i}$.

$$ePM_{x,cum} = \sum_{i=1}^n E_{cum,i} \cdot q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i / \sum_{i=1}^n q_{3u}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i \text{ pour } x=1 \mu m \text{ et } x=2,5 \mu m$$

$$ePM_{x,cum} = \sum_{i=1}^n E_{cum,i} \cdot q_{3r}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i / \sum_{i=1}^n q_{3r}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i \text{ pour } x=10 \mu m \quad (C.3)$$

ISO 16890-1:2016(F)

où $E_{\text{cum},i} = 1 - \prod_{j=1}^k (1 - E_{A,j}(\text{Filter } j))$, j étant le numéro de l'étage de filtration et k le nombre total d'étages

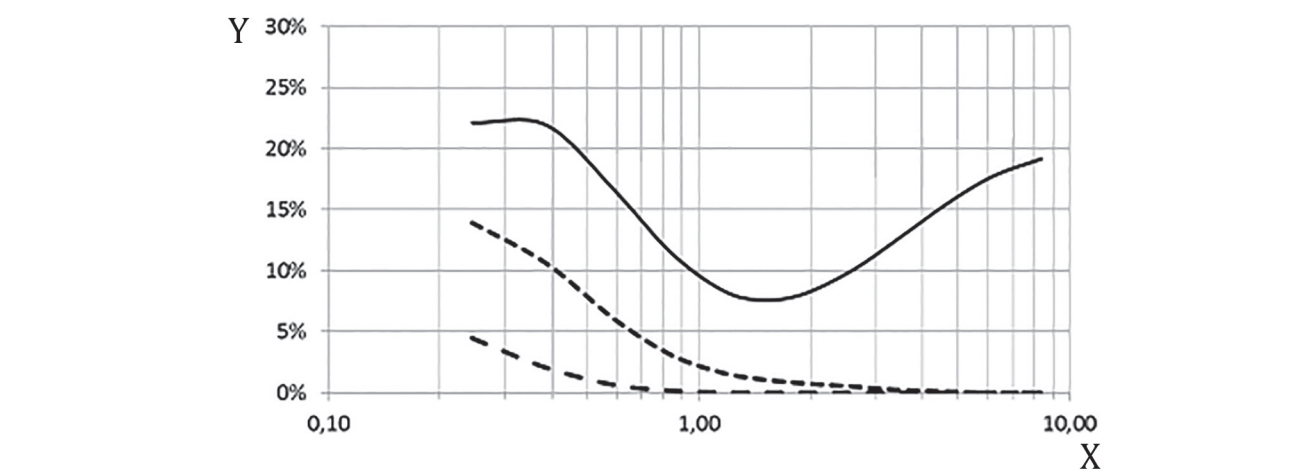
Dans le cas d'un système de filtration à plusieurs étages, la concentration de PM en aval du dernier étage de filtration peut alors être calculée en utilisant l'efficacité cumulée $e_{\text{PM}_{x,\text{cum}}}$ dans la [Formule \(C.1\)](#). En utilisant les données de filtre indiquées à titre d'exemple pour les Filtres A et B dans l'[Annexe B](#), les exemples de données indiqués dans les [Tableaux C.1](#) et [C.2](#) ci-après sont obtenus. Le [Tableau C.1](#) donne les données résultant de la distribution granulométrique typique en milieu urbain, alors que le [Tableau C.2](#) donne les données résultant de celle typique en milieu rural (voir [Tableau 2](#)).

Tableau C.1 — Exemple de calcul du cumul d'un système de filtration à deux étages utilisant la distribution granulométrique typique en milieu urbain

d_i μm	d_{i+1} μm	\bar{d}_i μm	$q_{3u}(\bar{d}_i)$	$E_{A,i}$ Filtre A in %	$q_{3u}(\bar{d}_i)$ aval Filtre A	$E_{A,i}$ Filtre B %	$E_{\text{cum},i}$ %	$q_{3u}(\bar{d}_i)$ aval Filtre B
0,30	0,50	0,39	0,221 19	51,5	0,139 35	80,5	90,5	0,044 59
0,50	0,70	0,59	0,219 17	63,5	0,106 30	89,0	96,0	0,020 73
0,70	1,00	0,84	0,165 68	72,7	0,060 47	93,7	98,3	0,006 65
1,00	1,30	1,14	0,115 22	80,0	0,031 51	96,4	99,3	0,002 00
1,30	1,60	1,44	0,085 03	85,0	0,017 01	98,1	99,7	0,000 62
1,60	2,20	1,88	0,076 18	90,0	0,011 43	98,7	99,9	0,000 22
2,20	3,00	2,57	0,080 22	94,7	0,008 06	98,8	99,9	0,000 11
3,00	4,00	3,46	0,099 84	98,1	0,005 29	99,1	100	0,000 06
4,00	5,50	4,69	0,126 88	99,3	0,002 41	99,7	100	0,000 02
5,50	7,00	6,20	0,155 56	100	0,001 09	100	100	0,000 00
7,00	10,00	8,37	0,177 57	100	0,000 00	100	100	0,000 00

NOTE Les données ci-dessus sont arrondies. Étant donné que pour le calcul des données, les formules réelles ont été utilisées avec plus de chiffres qu'indiqué ci-dessus, il peut exister quelques écarts d'arrondi lorsque les données sont recalculées avec les valeurs indiquées ci-dessus.

ISO 16890-1:2016(F)



Légende

- X taille de particules (μm)
- Y densité de distribution logarithmique des particules, q_{3u}
- distribution urbaine (présente partie de l'ISO 16890)
- - - - - en aval du filtre A
- . - . - en aval du filtre B

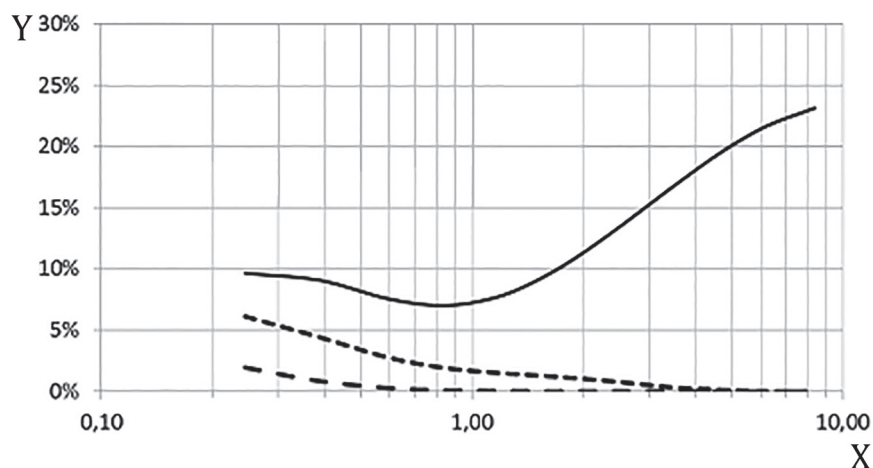
Figure C.1 — Densité de distribution granulométrique d'un aérosol en amont (distribution urbaine) et en aval des Filtres A et B donnés en exemples utilisant une distribution d'aérosol urbaine typique

Tableau C.2 — Exemple de calcul du cumul d'un système de filtration à deux étages utilisant la distribution granulométrique typique en milieu rural

d_i μm	d_{i+1} μm	\bar{d}_i μm	$q_{3r}(\bar{d}_i)$	$E_{A,i}$ Filtre A %	$q_{3r}(\bar{d}_i)$ aval Filtre A	$E_{A,i}$ Filtre B %	$E_{cum,i}$ %	$q_{3r}(\bar{d}_i)$ aval Filtre B
0,30	0,50	0,39	0,096 51	51,5	0,060 80	80,5	90,5	0,019 46
0,50	0,70	0,59	0,090 88	63,5	0,044 08	89,0	96,0	0,008 59
0,70	1,00	0,84	0,075 71	72,7	0,027 63	93,7	98,3	0,003 04
1,00	1,30	1,14	0,070 14	80,0	0,019 18	96,4	99,3	0,001 22
1,30	1,60	1,44	0,076 28	85,0	0,015 26	98,1	99,7	0,000 56
1,60	2,20	1,88	0,088 33	90,0	0,013 25	98,7	99,9	0,000 25
2,20	3,00	2,57	0,108 04	94,7	0,010 86	98,8	99,9	0,000 15
3,00	4,00	3,46	0,137 26	98,1	0,007 27	99,1	100	0,000 09
4,00	5,50	4,69	0,167 08	99,3	0,003 17	99,7	100	0,000 03
5,50	7,00	6,20	0,195 42	100	0,001 37	100	100	0,000 00
7,00	10,00	8,37	0,216 71	100	0,000 00	100	100	0,000 00

NOTE Les données ci-dessus sont arrondies. Étant donné que pour le calcul des données, les formules réelles ont été utilisées avec plus de chiffres qu'indiqué ci-dessus, il peut exister quelques écarts d'arrondi lorsque les données sont recalculées avec les valeurs indiquées ci-dessus.

ISO 16890-1:2016(F)



Légende

X	taille de particules (μm)
Y	densité de distribution logarithmique des particules, q_{3r}
—	distribution rurale (présente partie de l'ISO 16890)
- - - - -	en aval du filtre A
- . - . -	en aval du filtre B

Figure C.2 — Densité de distribution granulométrique d'un aérosol en amont (distribution rurale) et en aval des Filtres A et B donnés en exemples utilisant une distribution d'aérosol rurale typique

ISO 16890-1:2016(F)

Bibliographie

- [1] BARON P., & WILLEKE K. *Aerosol Measurement: Principles, Techniques, and Applications*. Wiley Interscience Publications, John Wiley & Sons, New York, États-Unis, Second Edition, 2005
- [2] EN 12341:2014, *Air ambient — Méthode normalisée de mesurage gravimétrique pour la détermination de la concentration massique MP10 ou MP2,5 de matière particulaire en suspension*
- [3] ISO 29463 (toutes les parties), *Filtres à haut rendement et filtres pour l'élimination des particules dans l'air*
- [4] ASTM-F649-80, *Standard practice for secondary calibration of airborne particle counter using comparison procedures*
- [5] ASME/Standard MFC-3M-1985, *Measurement of fluid flow in pipes using orifice nozzle and venturi*
- [6] ASTM-F328-98, *Standard practice for calibration of an airborne particle counter using monodispersed spherical particles*
- [7] SEINFELD J.H., & PANDIS S.N. *Atmospheric chemistry and physics*. Wiley Interscience Publications, John Wiley & Sons, New York, États-Unis, 2006
- [8] ANSI/ASHRAE/Standard 52.2-2012: *Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., Atlanta (2012)
- [9] EN 779:2012, *Filtres à air de ventilation générale pour l'élimination des particules — Détermination des performances de filtration*
- [10] ISO 29463-3:2011, *Filtres à haut rendement et filtres pour l'élimination des particules dans l'air — Partie 3: Méthode d'essai des filtres à feuille plate*
- [11] Eurovent 4/9:1997, *Method of testing air filters used in general ventilation for determination of fractional efficiency*. European Committee of Air Handling & Refrigeration Equipment Manufacturers, Paris, 1997
- [12] HINDS W.C. *Aerosol Technology: Properties, Behavior and Measurement of Airborne Particles*. Wiley-Interscience, 1999
- [13] BAO L. *Investigation on Size Distribution of Ambient Aerosol Particles for ISO Standardization of Test Dusts for General Ventilation Air filters*. Research Conference by The Society of Powder Technology, Japan, Autumn 2011
- [14] HUI G. *Ambient particle size distribution survey for standard test dust determination for air ventilation filters*. 29. Symp. on Aerosol Science & Technology by Japan Association of Aerosol Science and Technology, Japan, August, 2012
- [15] No JACA 37-2001: *The Guideline of Substitute Materials for DOP*
- [16] JIS Z 8901:2006. *Test powders and test particles: Test pArticle 2, 8.1 a) poly-alpha olefins with specific gravity between 0,80 to 0,82 and kinematic viscosity between 3,8 to 4,1 mm²/s (100 °C)*
- [17] JIS B9908(2011), *Test method of air filter units for ventilation and electric air cleaners for ventilation*.
- [18] KUEHN T.H., YANG C.H., KULP R.H. *Effects of Fan Cycling on the Performance of Particulate Air filters used for IAQ Control*. Indoor Air '96, The 7th Int. Conf. on Indoor Air Quality and Climate, Vol. 4, p. 211, 1996

ISO 16890-1:2016(F)

- [19] NORDTEST NT VVS 117:1998, *Test method for electret filters — Determination of the electrostatic enhancement factor of filter media*
- [20] PHILLIPS B.A., DAVIS W.T., DEVER M. Investigation of the Effect of a Topically Applied Tackifier in Reducing Particle Bounce in a Melt-Blown Air Filter. *Filtr. Sep.* 1996, p. 933
- [21] REICHERT F., & OHDE A. Untersuchung zur Freisetzung von Filterfasern und zur Ablösung von schadstoffbelasteten Partikeln durch Luftfilter in RLT-Anlagen unter besonderer Berücksichtigung der in der Praxis auftretenden Schwingungszustände. Abschlussbericht zum bmb+f Forschungsvorhaben FKZ 1701199. FHTW Berlin, 2002
- [22] REICHERT F., & OHDE A. Untersuchungen des Fasershedding an typgeprüften Feinstaubtaschenfiltern in Raumluftechischen Anlagen. Colloquium Filtertechnik, Universität Karlsruhe, 2004
- [23] RIVERS R. D., & MURPHY D. J. *Determination of Air Filter Performance under Variable Air Volume (VAV) Conditions*. ASHRAE 675-RP:1996
- [24] QIAN Y., WILLEKE K., ULEVICIUS V., GRINSHUPUN S.A. Particle Re-entrainment from Fibrous Filters. *Aerosol Sci. Technol.*, **27** p. 3
- [25] GINESTET A., JOHNSON M., PUGNET D., CARLSSON T. *Shedding of particles from HVAC filters*. Filter media, Volume 4, Issue 1, p. 11-14, 2010.
- [26] GINESTET A., & PUGNET D. The fractional efficiency of air filters used in general ventilation. *J. Aerosol Sci.* 1997, **28** (Supplement 1) pp. S293–S294