NORME INTERNATIONALE

ISO 16000-34

Première édition
2018-08

Air intérieur —

Partie 34: Stratégie pour la mesure des particules en suspension

Indoor air —

Part 34: Strategies for the measurement of airborne particles

Numéro de référence
ISO 16000-34:2018(F)

© ISO 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 et définitions **1**

4 Origine, propriétés et conséquences sur la santé des particules en suspension dans l'air **4**
4.1 Origine et propriétés 4
4.2 Conséquences sur la santé 5

5 Sources de matière particulaire en environnement intérieur et dynamique des particules à l'intérieur de cet espace **6**
5.1 Généralités 6
5.2 Sources de matière particulaire en environnement intérieur 6
5.2.1 Sources intérieures types 6
5.2.2 Influence des locaux 7
5.2.3 Gamme de taille de particules générée par des sources types 8
5.3 Dynamique des particules en environnement intérieur 8
5.3.1 Principaux puits de particules 8
5.3.2 Variations du spectre particulaire 9
5.3.3 Effet du conditionnement d'air 9
5.3.4 Conditions d'utilisation de la pièce 9

6 Méthodes de mesure des particules en suspension dans l'air intérieur **9**
6.1 Généralités 9
6.2 Description des méthodes établies 10
6.2.1 Généralités 10
6.2.2 Cyclone 13
6.2.3 Impacteurs (impacteur – impacteur en cascade – impacteur basse pression – impacteur à micro-orifice) 14
6.2.4 Analyseur de mobilité différentielle (DMA) 15
6.2.5 Spectromètre de masse d'aérosol (AMS) 16
6.2.6 Moniteur de masse d'aérosol (AMM) 16
6.2.7 Microbalance à élément oscillant (OMB) 17
6.2.8 Analyseur par atténuation du rayonnement bêta (BRA) 18
6.2.9 Microscopie (MO – MEB – MET) 19
6.2.10 Spectromètre d'aérosol en lumière diffusée (LSAS) 20
6.2.11 Spectromètre à temps de vol (TOF-AS) 21
6.2.12 Compteur de particules à condensation (CPC – UF CPC – CPC avec SES – CPC en mode photométrique) 21
6.2.13 Électromètre à aérosol à cage de Faraday (FCAE) 22
6.2.14 Spectromètre d'aérosol à réponse rapide (FRAS) 23
6.2.15 Impacteur basse pression avec détection électrique (LPI+E) 23

7 Recommandations générales pour l'échantillonnage **24**
7.1 Instrumentation et système d'échantillonnage 24
7.2 Emplacement de mesure 24
7.3 Heure et durée du mesurage 25
7.4 Échelle de concentration estimée (exactitude minimale et maximale) 25
7.5 Concentration de fond 26
7.6 Impact de la qualité de l'air extérieur 26
7.7 Impact des conditions dans la pièce 27
7.8 Impact du mesurage lui-même 27

8 Stratégie de mesurage pour déterminer les particules en suspension dans l'air intérieur **28**

© ISO 2018 – Tous droits réservés

8.1 Généralités ... 28
8.2 Travaux préliminaires — Définition de l'objectif du mesurage et liste des informations de base ... 28
8.2.1 Généralités ... 28
8.2.2 Énoncé de la finalité du mesurage ... 28
8.2.3 Liste des principales sources attendues ... 28
8.2.4 Effets temporels ... 29
8.2.5 Description du compartiment intérieur ... 29
8.3 Inspection visuelle de la pièce — Définition de la planification et de la stratégie de mesurage ... 30
8.4 Mesurages préliminaires ... 31
8.5 Mode opératoires de mesurage ... 31
8.5.1 Généralités ... 31
8.5.2 Mode opératoire pour la détermination de la concentration de fond ... 31
8.5.3 Mode opératoire pour l'estimation de l'influence de la concentration extérieure (air ambiant) ... 32
8.5.4 Mode opératoire pour l'identification des principales sources présentes dans une pièce ... 33
8.5.5 Mode opératoire pour le mesurage de l'émission moyenne et résolue dans le temps d'une source spécifique ... 35
8.5.6 Mode opératoire pour l'estimation de l'efficacité des techniques de réduction de la pollution (c'est-à-dire filtration par un système de conditionnement d'air) ... 36

9 Évaluation de l'incertitude ... 37

10 Évaluation et compte rendu des résultats ... 38

11 Documentation ... 38

12 Assurance qualité ... 39
12.1 Spécifications de performance ... 39
12.2 Assurance qualité lors de la détermination des concentrations en nombre de particules ... 40
12.2.1 Généralités ... 40
12.2.2 Débit volumique de prélèvement ... 40
12.2.3 Vérification des paramètres de l'équipement ... 40
12.3 Assurance qualité lors de la détermination des concentrations massiques de particules ... 40
12.3.1 Calcul d'une concentration massique sur la base d'une concentration en nombre mesurée ... 40
12.3.2 Mesurage par gravimétrie de la concentration massique ... 41

Annexe A (normative) **Protocole pour le mesurage des particules en suspension dans l'air intérieur ... 42**

Bibliographie ... 47

 © ISO 2018 – Tous droits réservés

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 technique ISO/TC 146, *Qualité de l'air*, sous-comité SC 6, *Air intérieur*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 16000 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.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

Introduction

La matière particulaire en suspension dans l'air (souvent appelée «particules fines») joue non seulement un rôle à l'extérieur, mais est également importante en termes d'hygiène, notamment à l'intérieur. Dans les pays industrialisés, les gens passent la plus grande partie de la journée à l'intérieur. Les particules sont transportées dans l'air intérieur depuis l'environnement extérieur ou proviennent directement de sources intérieures comme la fumée de tabac, les tâches ménagères et le bricolage, la combustion de bougies, les feux de bois, la cuisson et l'utilisation d'imprimantes. La concentration, la composition et la distribution granulométrique de la matière particulaire en suspension dans l'air dans les environnements intérieurs dépendent fortement de paramètres tels que les sources présentes dans la pièce, les dimensions de la pièce, l'humidité relative, le taux de renouvellement d'air, les conditions d'écoulement de l'air et les effets de puits sur les surfaces (par exemple murs, plafonds, revêtements de sol, mobilier). En outre, des particules déjà déposées peuvent être réentraînées par diverses activités et ensuite inhalées. Selon le cas particulier, tout cela peut aboutir à des niveaux extrêmement variables de pollution de l'air intérieur par les particules fines, dont la détermination ou l'évaluation en termes d'impact sur la santé n'est pas aisée.

Dans la série de normes ISO 16000, les pièces suivantes sont considérées constituer des espaces intérieurs: logements ayant des salles de séjour, des chambres à coucher, des ateliers, des salles de sport, des caves, des cuisines et des salles de bain; espaces de travail ou postes de travail dans les bâtiments qui ne sont pas soumis à des contrôles dans le cadre de la législation relative à la sécurité industrielle en termes de pollution atmosphérique (par exemple bureaux, magasins); bâtiments publics (par exemple restaurants, théâtres, cinémas, salles ayant d'autres fonctions) et les compartiments passagers des véhicules et de tous les systèmes de transport public (par exemple bus, trains, aéronefs).

Les découvertes épidémiologiques et toxicologiques suggèrent que les effets sur la santé sont plus étroitement liés aux particules submicroniques.[33] En réalité, les particules ultrafines (PUF), en raison de leur petite taille, peuvent pénétrer profondément dans le corps et contribuer aux effets nocifs sur la santé.

Le présent document décrit les stratégies générales pour la mesure des particules en suspension dans l'air, y compris les fractions PM_{10}, $PM_{2,5}$, PM_1 et PUF. Les différents équipements disponibles selon les différentes technologies sont présentés et comparés de manière à permettre à l'utilisateur de choisir la meilleure technique en fonction de l'objectif de la surveillance. Les exigences relatives à l'échantillonnage sont présentées avec les principaux facteurs devant être pris en compte par les utilisateurs.

© ISO 2018 – Tous droits réservés

Air intérieur —

Partie 34:
Stratégie pour la mesure des particules en suspension

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les stratégies générales pour déterminer la concentration de particules en suspension dans l'air intérieur et couvre la gamme de taille allant approximativement de 1 nm à 100 µm.

En outre, le présent document décrit des méthodes permettant d'identifier les sources intérieures de particules types et fournit des recommandations générales pour obtenir un échantillon représentatif.

Le présent document décrit les principales sources de matière particulaire en environnement intérieur ainsi que la dynamique des particules dans cet espace. Il décrit diverses méthodes de mesure, en précisant leurs avantages, leurs inconvénients et les champs d'application et en fournissant quelques recommandations générales concernant l'échantillonnage. Il traite des stratégies de mesurage pour déterminer les particules en suspension dans l'air intérieur, y compris des études de cas de référence avec des recommandations plus spécifiques concernant l'échantillonnage.

D'autres documents de la série de normes ISO 16000 seront axés sur chaque fraction de la matière particulaire en suspension dans l'air et fourniront des recommandations spécifiques pour ces mesurages.

La détermination de l'incertitude de mesure et les exigences minimales concernant la consignation dans le rapport font également partie du présent document.

Le présent document ne s'applique pas à la détermination des bioaérosols ni de la caractérisation chimique des particules. Pour le mesurage et l'évaluation de la composition des poussières, voir la partie pertinente dans la série de normes ISO 16000.

Le présent document ne s'applique pas au mesurage des particules en suspension dans l'air présentes dans les compartiments passagers des véhicules et dans les systèmes de transport public.

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 16000-1:2004, *Air intérieur — Partie 1: Aspects généraux de la stratégie d'échantillonnage*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants 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/

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3.1
particule
petite masse discrète de matière solide ou liquide

[SOURCE: ISO 29464:2017, 3.2.111]

3.2
aérosol
suspension dans un milieu gazeux de *particules* (3.1) solides, liquides ou solides et liquides ayant une vitesse de chute négligeable

[SOURCE: ISO 23210:2009, 3.1.9]

3.3
diamètre équivalent
diamètre de la *particule* (3.1) sphérique qui a un comportement identique du point de vue géométrique, optique, électrique ou aérodynamique, à celui de la particule étudiée

Note 1 à l'article: Selon la méthode de mesure appliquée, divers diamètres équivalents peuvent être définis pour la même particule. Ces différents diamètres ne sont comparables qu'indirectement car différentes propriétés des particules sont mesurées, par exemple le diamètre géométrique, le diamètre en fonction de la mobilité diélectrique, le diamètre en fonction des propriétés de diffusion de la lumière. Toutefois, le terme générique «diamètre de particule» est souvent utilisé pour les désigner tous.

[SOURCE: ISO 4225:1994, 3.35, modifiée — La Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.4
diamètre aérodynamique
diamètre d'une sphère de masse volumique 1 g cm^{-3} possédant la même vitesse terminale de chute dans l'air calme liée à la gravité que celle de la *particule* (3.1), dans les mêmes conditions de température, de pression et d'humidité relative

Note 1 à l'article: Le diamètre aérodynamique est calculé à l'aide de la formule:

$$D_a = D_p \sqrt{\frac{1}{\chi}} \sqrt{\frac{\rho_p}{\rho_o}}$$

où

D_a est le diamètre aérodynamique;

D_p est le diamètre de la particule;

ρ_p est la masse volumique de la particule;

ρ_0 est la masse volumique normalisée;

χ est le facteur de forme.

Note 2 à l'article: Le facteur de forme décrit de combien la force de résistance d'une particule de forme irrégulière est supérieure à celle d'une sphère ayant le même volume[26].

Note 3 à l'article: Le diamètre aérodynamique détermine les propriétés de sédimentation et de séparation des particules dans les impacteurs. Il revêt également une importance particulière pour le comportement de pénétration et la rétention des particules dans le corps humain.

[SOURCE: ISO 7708:1995, 2.2, modifiée — le mot «particule» a été supprimé du terme et la Note 1 à l'article a été remplacée par les Notes 1 à 3 à l'article.]

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3.5
particules fines
fraction des *particules* (3.1) en suspension dans l'air dont le *diamètre aérodynamique* (3.4) est inférieur à 10 µm

[SOURCE: EN 15445:2008, 3.5]

3.6
particule du mode grossier
particule (3.1) de plus de 2,5 µm de diamètre

Note 1 à l'article: Les particules du mode grossier sont formées par l'abrasion mécanique et le soulèvement en tourbillons des dépôts et des poussières sur le sol.

3.7
particule du mode fin
particule (3.1) de diamètre inférieur à 2,5 µm

Note 1 à l'article: Les particules du mode fin sont principalement formées à partir de gaz ou secondairement par nucléation et condensation.

3.8
particule ultrafine
PUF
particule (3.1) ayant un diamètre inférieur ou égal à 100 nm

[SOURCE: ISO/TR 19601:2017, 3.34, modifiée — La définition a été abrégée et la Note 1 à l'Article a été supprimée.]

3.9
diamètre de coupure
diamètre aérodynamique (3.4) pour lequel l'étage de l'impacteur a une efficacité de collection de 50 %

[SOURCE: ISO 23210:2009, 3.1.2, modifiée — La définition a été modifiée par rapport à «pour lequel l'efficacité de collection de l'étage de l'impacteur est de 50 %».]

3.10
$PM_{2,5}$
fraction des *particules* (3.1) en suspension dans l'air qui traverse une tête de prélèvement sélective de fraction granulométrique, avec une efficacité de coupure de 50 % pour un *diamètre aérodynamique* (3.4) de 2,5 µm

[SOURCE: EN 12341:2014, 3.1.14]

3.11
PM_{10}
fraction des *particules* (3.1) en suspension dans l'air qui traverse une tête de prélèvement sélective de fraction granulométrique, avec une efficacité de coupure de 50 % pour un *diamètre aérodynamique* (3.4) de 10 µm

[SOURCE: EN 12341:2014, 3.1.14]

3.12
concentration massique
c
quotient de la masse *m* du composant mesuré par le volume de gaz *V,* tel que donné par *:*

$$c = \frac{m}{V}$$

[SOURCE: EN 15259:2007, 3.26]

© ISO 2018 – Tous droits réservés

3.13
concentration en nombre
nombre de *particules* (3.1) par volume élémentaire de gaz porteur (air)

3.14
surface spécifique des particules pouvant se déposer dans les poumons
LDSA
concentration en surface spécifique des *particules* (3.1) par unité de volume d'air, pondérée par la probabilité de dépôt dans le poumon

Note 1 à l'article: Du fait de l'efficacité du dépôt des particules dans les poumons durant l'inhalation, seule une fraction des particules sera effectivement déposée dans les poumons humains. La LDSA est donc fortement liée à l'impact potentiel des particules sur la santé.

[SOURCE: Référence [22], modifiée — La Note 1 à l'article a été ajoutée.]

3.15
concentration volumique
volume total de toutes les *particules* (3.1) dispersées par unité de volume du gaz porteur

4 Origine, propriétés et conséquences sur la santé des particules en suspension dans l'air

4.1 Origine et propriétés

Les particules solides et liquides en suspension dans l'air (par exemple sous forme de poussières, de fumée, de brume et de brouillard) ont toujours été un constituant de l'atmosphère. Ensemble, elles sont désignées en tant qu'aérosol. Les sources naturelles qui contribuent à la libération de particules primaires dans l'air comprennent les océans, les déserts, les végétaux, les éruptions volcaniques, l'érosion et le feu. De plus, la photochimie atmosphérique impliquant des composés organiques volatils biogènes (connus en tant que gaz précurseurs, tels que l'isoprène et les monoterpènes) conduit à la génération de particules secondaires. Depuis la révolution industrielle, notamment, les particules anthropiques primaires ou secondaires représentent une proportion croissante du spectre particulaire atmosphérique. De grandes quantités de dioxyde de carbone, de monoxyde de carbone, d'oxydes d'azote, de dioxyde de soufre, de carbone organique et élémentaire ainsi que d'autres substances gazeuses et particulaires atteignent la troposphère du fait des procédés industriels et de la combustion des produits pétroliers, du charbon, du lignite et de la biomasse. Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), les sources particulières de fortes concentrations de particules anthropiques en suspension dans l'air comprennent des processus de combustion et des réactions photochimiques de gaz précurseurs anthropiques[40]. Les processus d'abrasion et de réentraînement (par exemple ceux impliquant des marchandises en vrac, l'industrie, l'agriculture et l'industrie de la construction) peuvent également contribuer à la pollution par les particules fines, notamment les fractions de grosses particules (mode grossier).

L'interaction entre les aérosols naturels et anthropiques provenant de sources locales, régionales et distantes forme l'aérosol ambiant dont la composition subit des fluctuations prononcées dans l'espace et dans le temps. Dans les villes, l'aérosol ambiant est souvent appelé aérosol urbain.

L'aérosol ambiant est constitué de différentes tailles de particules, c'est-à-dire des particules ultrafines, fines et grosses. La composition chimique peut varier fortement selon la source et les conditions de transport.[35] Des concentrations élevées sont mesurées au voisinage des installations industrielles. Les particules de diamètre inférieur à 50 nm sont essentiellement constituées de composés organiques à faible volatilité.

Le comportement dynamique d'un aérosol dépend toujours des propriétés des particules d'aérosol elles-mêmes et de celles du milieu ambiant, y compris les puits éventuels. Il s'agit d'un système dynamique subissant de constantes variations provoquées par différents processus physiques et chimiques, qui sont également caractéristiques des différentes fractions de taille de particules de l'aérosol total. La nucléation donne naissance à des particules ayant des diamètres de quelques nanomètres (mode de

© ISO 2018 – Tous droits réservés