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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49228a5f-8b09-4ccc-8855-f83288ebe0db/iso-16000-34-2018

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

© ISO 2018

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49228a5f-8b09-4ccc-8855-f83288ebe0db/iso-16000-34-2018

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**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49228a5f-8b09-4ccc-8855-f83288cbc0db/iso-16000-34-2018

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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49228a5f-8b09-4ccc-8855-185288cbe0db/iso-16000-34-2018

 © 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.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

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.

ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49228a5f-8b09-4ccc-8855-f85288cbc0db/iso-16000-34-2018

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).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

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.

ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1b22da51-6b0b-4cec-8b55-f352188cbe0d/iso-16000-34-2018

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.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

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.

ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/40728a5f-8b09-4ccc-8855-f83288ebe0db/iso-16000-34-2018

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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49228a5f-8b09-4ccc-8855-f83288ebe0db/iso-16000-34-2018

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.]

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

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

ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49228a51-8009-4ccc-8835-f83288ebe0db/iso-16000-34-2018

[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]

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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49228b51-8669-4ece-8855-
185286bc0db/iso-16000-34-2018

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

nucléation). La condensation et la coagulation entraînent des processus de croissance supplémentaire (mode d'accumulation). Les processus d'abrasion et de réentraînement génèrent notamment des particules dans le mode grossier (voir l'ISO 4225 et l'ISO 16000-37).

Les particules en suspension dans l'air sont donc un amas de diverses espèces polluantes présentant une grande diversité de forme, de taille, de composition chimique et de propriétés physiques.

4.2 Conséquences sur la santé

Sur la base d'études épidémiologiques, il a été supposé pendant de nombreuses années que la pollution de l'air ambiant par les particules fines pouvait provoquer des problèmes de santé, sans que des valeurs seuils n'aient été déterminées jusque-là (voir l'ISO 20988). En général, une relation dose-effet linéaire est supposée. Avec l'entrée en vigueur en 2005 de la Directive européenne concernant la qualité de l'air (1999/30/CE), cette question est devenue un sujet de préoccupation pour le grand public. Cette Directive envisage des limites pour les moyennes journalières et annuelles des PM_{10} dans l'air ambiant. Pour la fraction $PM_{2,5}$, l'amendement de cette Directive (2008/50/CE) spécifie une moyenne annuelle de 25 µg m^{-3} comme valeur cible à partir de 2010 et comme limite à partir de 2015, cette valeur devant être abaissée à 20 µg m^{-3} à partir de 2020. Les limites pour PM_{10} restent inchangées par rapport à celles de la révision 2008 de cette Directive (moyenne sur 24 h: 50 µg m^{-3}, pouvant être dépassée 35 fois par an; moyenne annuelle: 40 µg m^{-3}). La limite pour PM_{10} définie par la Directive européenne concernant la qualité de l'air représente, en termes de type, de niveau et de stratégie de mesurage, une convention pour limiter les risques pour la santé causés par les particules fines dans l'air ambiant.

En principe, les valeurs mondiales provisoires et cibles proposées par l'OMS en 2006 pour les particules fines dans l'air ambiant peuvent également être utilisées pour les situations à l'intérieur.[40] Toutefois, cette proposition de l'OMS se rapporte principalement aux particules émises par des sources de combustion; il s'agit essentiellement de particules de la fraction $PM_{2,5}$.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d0238c5f-8b00-4ccc-8015-83288ebe0dbf/iso-16000-34-2018

Les études épidémiologiques montrent que de fortes concentrations de particules fines dans l'air ambiant sont associées à des conséquences pour la santé telles que des troubles cardiovasculaires et respiratoires, et à une augmentation de la morbidité et de la mortalité.[21] Une analyse récapitulative d'études européennes de séries chronologiques et de panels sur les effets des particules contenues dans l'air ambiant, réalisée en 2004 pour l'OMS, a démontré un risque élevé statistiquement significatif associé à la mortalité totale, à la mortalité due à des pathologiques respiratoires et cardiovasculaires dans tous les groupes d'âge et les hospitalisations de patients âgés.[16] En conséquence, des limites ont été déterminées pour la concentration de particules fines dans l'air ambiant. Par rapport au nombre d'études décrivant les effets des aérosols de l'air ambiant sur la santé humaine, il existe jusqu'à présent peu d'études traitant de l'air intérieur [23].

En ce qui concerne les particules fines dans l'air intérieur, l'OMS recommande de réduire les niveaux au minimum. Une évaluation en termes de santé est actuellement difficile.

Compte tenu de ces aspects, les déclarations suivantes peuvent être faites concernant les conséquences sur la santé des particules fines dans l'air intérieur:

— ni les limites pour la matière particulaire de la Directive UE 1999/30/CE, ni les moyennes annuelles ou journalières pour la matière particulaire dans l'air ambiant proposées par l'OMS,[40] ne peuvent servir de valeurs d'évaluation pour l'air intérieur;

— en l'absence de sources internes de poussières spécifiques, les concentrations de $PM_{2,5}$ à l'intérieur des logements sont principalement dues aux particules fines de l'air ambiant et à la remise en suspension.[38] Il semble donc raisonnable d'utiliser comme guide la moyenne journalière des $PM_{2,5}$ déterminée par l'OMS pour les logements sans sources internes spécifiques.

— dans d'autres espaces tels que les cuisines, les sous-sols, les pièces utilisées pour le bricolage et les loisirs ou les installations communautaires (par exemple bureaux, écoles, centres commerciaux, centres médicaux) avec des sources internes spécifiques (sources de combustion, imprimeries, produits chimiques), la norme d'évaluation de l'OMS mentionnée ci-dessus ne peut pas être étendue utilement;

© ISO 2018 – Tous droits réservés

— l'absence actuelle de normes d'évaluation adéquates applicables à tous les espaces intérieurs et à toutes les tailles de particules ne signifie pas qu'il faut classer les particules fines dans l'air intérieur comme étant «non nocives pour la santé». Sous réserve qu'aucune évaluation valable sous forme de valeurs guides ou de valeurs limites ne soit possible, les méthodes conventionnelles d'amélioration de la qualité de l'air intérieur doivent être mises en œuvre sur la base du principe de précaution. Dans bien des cas, des méthodes de ventilation adéquates doivent également contribuer à atténuer le problème des particules fines.

Lorsque l'on examine les conséquences sur la santé de la pollution de l'air intérieur par les particules, il faut prendre en compte non seulement la taille des particules mais également leur composition chimique et leur morphologie. Le présent document ne traite pas de la détermination de ces paramètres.

5 Sources de matière particulaire en environnement intérieur et dynamique des particules à l'intérieur de cet espace

5.1 Généralités

Les concentrations de particules fines à l'intérieur peuvent provenir de sources continues (par exemple air ambiant, chauffage) et de sources intermittentes (par exemple cuisson, fumée de tabac, combustion de bougies, imprimantes). En raison des emplacements et de la dynamique de ces différentes sources, la distribution de taille et la composition des particules intérieures varient nettement. Les processus mentionnés ci-après ont une importance particulière. Tous ces processus réunis induisent et déterminent la dynamique du spectre particulaire à l'intérieur de cet espace [29] (voir Figure 1).

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49228a5f-8b09-4ccc-8855-f83288ebe0db/iso-16000-34-2018

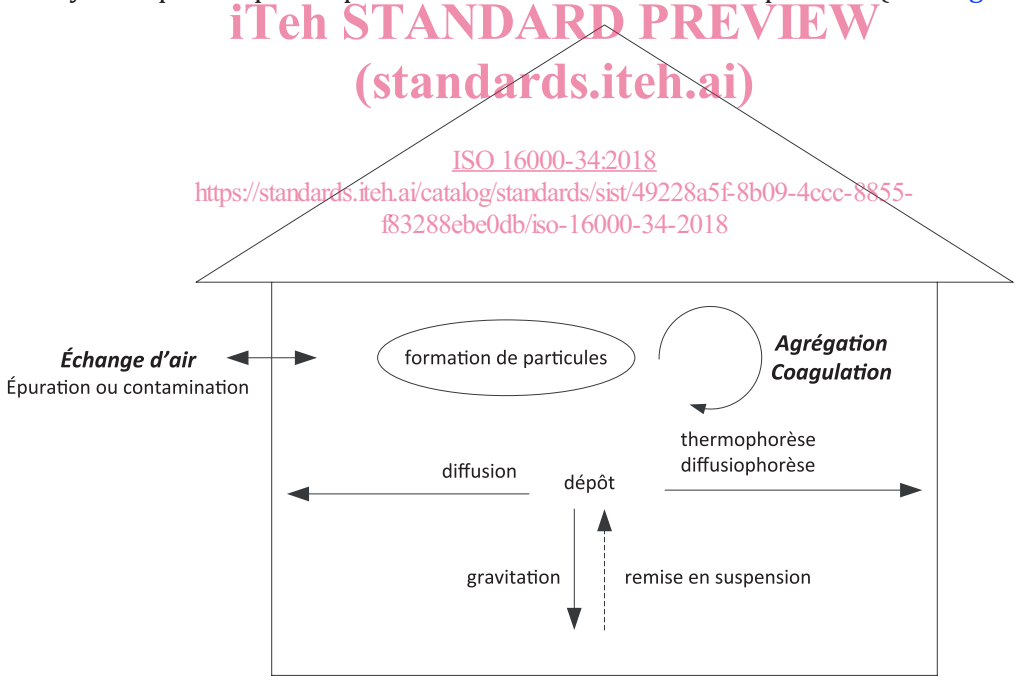


Figure 1 — Formation des particules et dynamique des particules en environnement intérieur

5.2 Sources de matière particulaire en environnement intérieur

5.2.1 Sources intérieures types

Les principales sources de particules dans les environnements intérieurs sont les suivantes:

— l'infiltration d'un aérosol extérieur par les fenêtres, les portes et l'enveloppe extérieure du bâtiment. En cas de taux élevés de renouvellement d'air, la probabilité d'apport de particules provenant de l'air ambiant extérieur dans le bâtiment est très élevée; elle chute lorsque le taux de renouvellement d'air

 © ISO 2018 – Tous droits réservés

diminue.[30] La présence d'un système de conditionnement et de filtration d'air a un énorme impact. La fraction de l'aérosol ambiant trouvée à l'intérieur (même lorsque les fenêtres sont fermées) dépend de la taille des particules; elle est maximale pour les particules ayant une taille de l'ordre de 0,3 µm [23];

— les processus de combustion tels que la fumée de tabac, la combustion de bougies, les foyers ouverts, les cheminées et les bâtonnets d'encens;

— les activités telles que la cuisine, le nettoyage, les loisirs, le bricolage, les peluches de textiles, l'utilisation d'appareils électroménagers et d'équipements de bureau;

— les humains et les animaux domestiques (squames et poils), les micro-organismes (moisissures, bactéries, fragments cellulaires, etc.), les pollens et autres allergènes;

— la reformation de particules par des réactions physicochimiques de composés organiques volatils (COV), par exemple réaction ozone-terpène;

— la remise en suspension de particules déposées: diverses activités peuvent provoquer la remise en suspension des particules depuis les surfaces d'une pièce.

5.2.2 Influence des locaux

Les sources intérieures de matière particulaire sont diverses. Si les locaux sont utilisés, l'aérosol intérieur est souvent affecté par des sources intérieures qui peuvent être situées dans la pièce étudiée elle-même ou dans des pièces adjacentes. La Bibliographie fournit une liste non exhaustive d'études de cas (voir Références [42] à [77]) pouvant être une bonne source d'inspiration pour les utilisateurs, selon l'objectif prévu. Les sources types observées dans différents types de locaux et qu'il convient de prendre en compte sont également énumérées ci-après:

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49228a5f-8b09-4cce-8855-f83288ebe0db/iso-16000-34-2018

a) Les sources types dans les salles de séjour comprennent:

   1) la cuisson, le chauffage, la fumée de tabac, les bougies, les cheminées et les brûleurs d'huile parfumée;

   2) les produits cosmétiques et les produits de nettoyage (par exemple sprays);

   3) les appareils électriques (par exemple réfrigérateurs, aspirateurs);

   4) les personnes et les animaux domestiques;

   5) les peluches de textiles et les revêtements de sol en textiles.

b) Les sources types dans un bureau comprennent:

   1) les machines de bureau (par exemple imprimantes, photocopieurs, ordinateurs);

   2) les systèmes de conditionnement d'air;

   3) les personnes;

   4) les apports externes (par exemple fumée de tabac, locaux de fabrication voisins);

   5) les peluches de textiles et les revêtements de sol en textiles.

c) Les sources types dans les jardins d'enfants et les établissements scolaires comprennent:

   1) les humains et les apports externes véhiculés par les vêtements (par exemple poils d'animaux);

   2) les activités (par exemple, cuisson, arts plastiques);

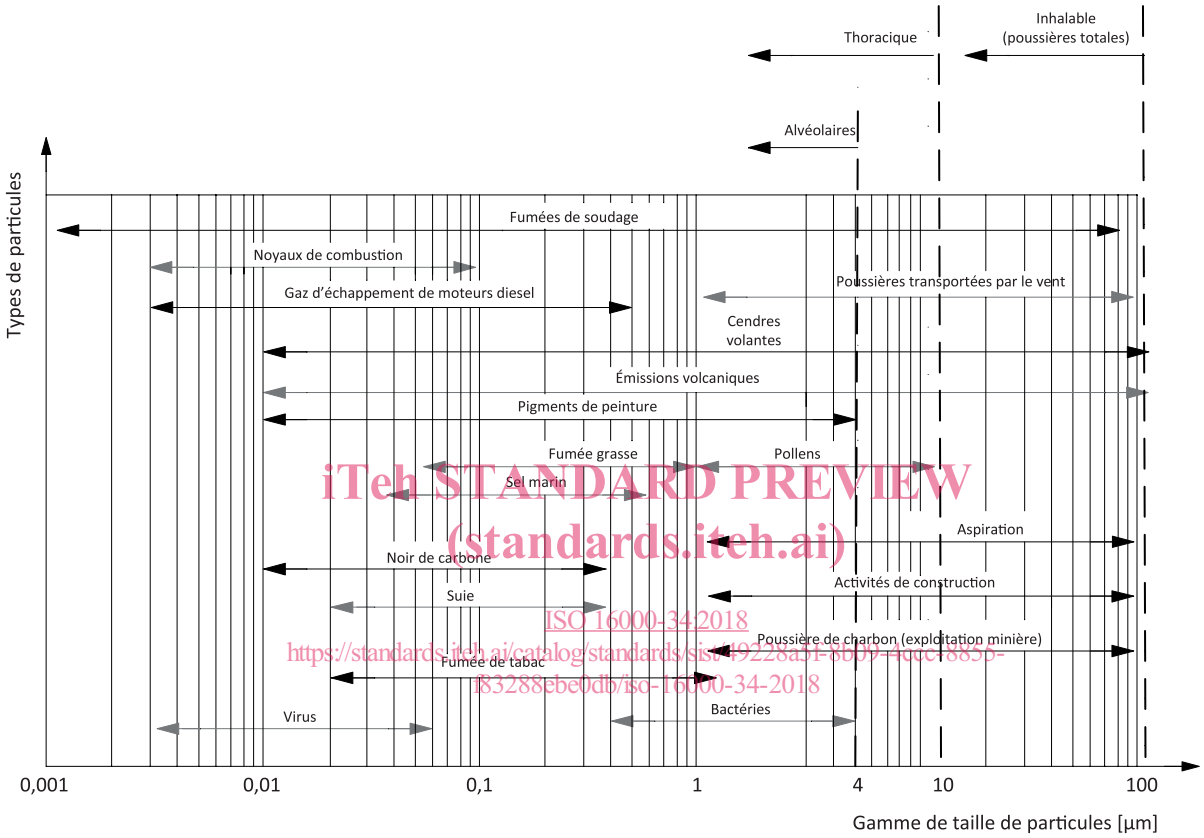
   3) les appareils électriques (par exemple imprimantes, photocopieurs, ordinateurs);

   4) le mobilier;

5) les systèmes de conditionnement d'air, le cas échéant.

5.2.3 Gamme de taille de particules générée par des sources types

Les particules en suspension dans l'air intérieur couvrent une gamme de taille étendue allant de quelques nanomètres jusqu'à 100 µm. La taille des particules est fortement influencée par l'origine, mais aussi par les réactions chimiques ou physiques après la génération. Une liste non exhaustive de sources types de particules en suspension dans l'air intérieur, avec les gammes de tailles types associées, est présentée à la Figure 2.



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49228a51-8b99-4ddc-8856-f83288ebe0db/iso-16000-34-2018

Figure 2 — Sources types de particules en suspension dans l'air et gammes de tailles

La concentration calculée dépend de nombreux facteurs, tels que l'intensité de la source, le type, la nature, l'intensité et la fréquence d'utilisation, la distance entre la source et l'équipement de mesure et de propriétés spécifiques de la pièce, en particulier du débit de ventilation. Par conséquent, il est difficile de donner des gammes empiriques de valeurs de concentrations possibles lors des mesurages de l'air intérieur dans des locaux résidentiels. Il est également difficile de tirer des conclusions concernant les risques pour l'hygiène associés aux nombres de particules et concentrations massiques mesurés et il convient de ne le faire que si tous les paramètres ont été pris en compte. Il existe plusieurs ouvrages de référence traitant d'activités spécifiques ou d'un objectif d'étude spécifique; quelques exemples sont donnés dans les Références [42] à [77]. Les valeurs obtenues lors de ces études peuvent aider les experts et/ou les organismes de mesure à sélectionner correctement l'étendue de mesure de la méthode de mesure lors de futures mesures des particules fines.

5.3 Dynamique des particules en environnement intérieur

5.3.1 Principaux puits de particules

Les particules dont le diamètre est de l'ordre de 0,1 µm ont les taux de dépôt les plus faibles sur les surfaces à l'intérieur, alors que les particules plus petites et surtout les particules plus grosses ont des

 © ISO 2018 – Tous droits réservés

taux de dépôt nettement plus élevés. Ce processus dépend fortement, par exemple, des mouvements de l'air dans la pièce, de l'ameublement de la pièce et de la nature des surfaces.[37] Il est important de faire la distinction entre les processus de sédimentation, d'impaction et de diffusion.[39] Ces processus réduisent la concentration en nombre, la concentration massique, la concentration volumique et la concentration en surface spécifique.

La conception et la construction des bâtiments, ainsi que les conditions climatiques, peuvent aboutir à une diminution de la concentration de particules dans l'air intérieur par leur dépôt sur les surfaces (effet de puits). Cet effet est dû à des processus dynamiques de l'aérosol appelés thermophorèse et électrophorèse,[30] diffusion, dilution, filtration, coagulation, ventilation, dépôt, remise en suspension et autres[30].

5.3.2 Variations du spectre particulaire

Des réactions physiques et chimiques se produiront après l'émission des particules par leur source et auront un impact important sur la taille des particules. L'accrétion de petites particules sur les surfaces des grosses particules et la coalescence de petites particules en grosses particules (coagulation) peuvent réduire la concentration en nombre sans pour autant modifier la concentration massique totale. Si de tels processus de croissance génèrent des particules supérieures au diamètre de coupure de la fraction massique mesurée (par exemple dans le cas des $PM_{2,5}$, particules de taille supérieure à 2,5 µm), cela entraîne également une diminution de la concentration massique de cette fraction. L'accrétion de composés à faible volatilité sur des particules ne modifie pas la concentration en nombre.

De plus, la formation de particules secondaires à partir de gaz précurseurs est observée. Le spectre particulaire est donc influencé par la distance entre la source et le point de mesurage, mais aussi par la présence d'autres sources dans la pièce en raison d'une réaction croisée entre les différents composés émis.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

5.3.3 Effet du conditionnement d'air

ISO 16000-34:2018
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/49228a5f-8b09-4ccc-8855-f83288ebe0db/iso-16000-34-2018

Les systèmes de conditionnement d'air ont une incidence sur la concentration de particules dans l'air intérieur et sur leur dynamique, par exemple du fait des conduits d'air, de la filtration, du débit et de la vitesse de sortie de l'air. Des systèmes mal installés et mal entretenus peuvent conduire à un apport élevé de particules dans la pièce.

5.3.4 Conditions d'utilisation de la pièce

Les apports intérieurs de particules fines, qui sont le plus souvent intermittents et dépendent de l'utilisation, peuvent être divisés en deux groupes. D'un côté, ils comprennent des sources classables concrètement résultant de l'utilisation d'appareils individuels ou du mobilier. D'autre part, il existe des sources «diffuses» dues aux usagers eux-mêmes. En général, elles comprennent les particules fines apportées par les humains/usagers et leurs vêtements. La somme de ces sources détermine la concentration de particules fines dans l'air, mesurée à un moment particulier.

Les sources et leurs contributions extrêmement variables à la concentration de particules fines dans l'air intérieur, ne permettent pas une spécification cohérente des conditions de mesurage. Il convient donc de définir et justifier le mode opératoire de mesurage en fonction de la tâche et de la situation. Cette justification doit être consignée dans le rapport d'essai, avec les conditions choisies d'échantillonnage et de mesurage (comme décrit dans l'ISO 16000-1:2004, Article 4). Il convient de tenir compte d'autres paramètres, par exemple ceux liés à la ventilation. Aucun scénario normalisé ne peut être défini.

6 Méthodes de mesure des particules en suspension dans l'air intérieur

6.1 Généralités

Diverses méthodes de mesure complémentaires sont disponibles pour le mesurage des particules en suspension dans l'air intérieur [22][23].

© ISO 2018 – Tous droits réservés