
Air intérieur —

Partie 8:

**Détermination des âges moyens
locaux de l'air dans des bâtiments pour
caractériser les conditions de ventilation**

Indoor air —
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Part 8: Determination of local mean ages of air in buildings for
characterizing ventilation conditions*

ISO 16000-8:2007

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c31ad83-fcb5-4fa9-a3a8-06f8ab555885/iso-16000-8-2007>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 16000-8:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c31ad83-fcb5-4fa9-a3a8-06f8ab555885/iso-16000-8-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c31ad83-fcb5-4fa9-a3a8-06f8ab555885/iso-16000-8-2007>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2007

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 l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Version française parue en 2012

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Principes des mesurages utilisant un gaz traceur pour déterminer les conditions de ventilation	2
4.1 Principes généraux	2
4.2 Méthodes d'injection du gaz traceur	3
5 Programme de mesurage	4
5.1 Généralités	4
5.2 Identification du système ventilé	4
5.3 Identification des zones	4
5.4 Choix de la méthode de mesurage	5
5.5 Détermination des points de mesure	5
6 Gaz traceurs et équipements permettant de déterminer les conditions de ventilation	6
6.1 Choix du gaz traceur	6
6.2 Étalon de gaz traceur	6
6.3 Équipement d'alimentation en gaz traceur	6
6.4 Échantillonnage du gaz traceur	7
6.5 Détermination de la concentration en gaz traceur	8
7 Méthodes de mesurage	9
7.1 Méthode de décroissance	9
7.2 Méthode d'émission homogène active	10
7.3 Méthode d'émission homogène passive	11
8 Application des résultats	12
9 Rapport d'essai	13
Annexe A (informative) Explication de certains termes et définitions	14
Annexe B (informative) Exigences générales, teneurs de fond et méthodes de détection des principaux gaz traceurs	15
Annexe C (informative) Estimation de l'incertitude de mesure de l'âge local moyen de l'air	18
Annexe D (informative) Exemples de procédures de mesurage, de calcul et d'estimation de l'incertitude	21
Annexe E (informative) Pertinence de l'âge local moyen de l'air dans le cadre de la qualité de l'air et expression des résultats	39
Bibliographie	43

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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

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.

L'ISO 16000-8 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 146, *Qualité de l'air*, sous-comité SC 6, *Air intérieur*.

L'ISO 16000 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Air intérieur*:

- *Partie 1: Aspects généraux de la stratégie d'échantillonnage*
- *Partie 2: Stratégie d'échantillonnage du formaldéhyde*
- *Partie 3: Dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonyles — Méthode par échantillonnage actif*
- *Partie 4: Dosage du formaldéhyde — Méthode par échantillonnage diffusif*
- *Partie 5: Stratégie d'échantillonnage pour les composés organiques volatils (COV)*
- *Partie 6: Dosage des composés organiques volatils dans l'air intérieur des locaux et enceintes d'essai par échantillonnage actif sur le sorbant Tenax TA®, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse utilisant MS ou MS/FID*
- *Partie 7: Stratégie d'échantillonnage pour la détermination des concentrations en fibres d'amiante en suspension dans l'air*
- *Partie 8: Détermination des âges moyens locaux de l'air dans des bâtiments pour caractériser les conditions de ventilation*
- *Partie 9: Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement — Méthode de la chambre d'essai d'émission*
- *Partie 10: Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement — Méthode de la cellule d'essai d'émission*
- *Partie 11: Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement — Échantillonnage, conservation des échantillons et préparation d'échantillons pour essai*
- *Partie 12: Stratégie d'échantillonnage des polychlorobiphényles (PCB), des polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD), des polychlorodibenzofuranes (PCDF) et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)*
- *Partie 13: Dosage des polychlorobiphényles (PCB) de type dioxine et des polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD)/polychlorodibenzofuranes (PCDF) totaux (en phase gazeuse et en phase particulaire) — Collecte sur des filtres adsorbants*
- *Partie 14: Dosage des polychlorobiphényles (PCB) de type dioxine et des polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD)/polychlorodibenzofuranes (PCDF) totaux (en phase gazeuse et en phase particulaire) — Extraction, purification et analyse par chromatographie en phase gazeuse haute résolution et spectrométrie de masse*

- *Partie 15: Stratégie d'échantillonnage du dioxyde d'azote (NO₂)*
- *Partie 16: Détection et dénombrement des moisissures — Échantillonnage par filtration*
- *Partie 17: Détection et dénombrement des moisissures — Méthode par culture*
- *Partie 23: Essai de performance pour l'évaluation de la réduction des concentrations en formaldéhyde par des matériaux de construction sorptifs*

Les parties suivantes sont en cours d'élaboration:

- *Partie 18: Détection et dénombrement des moisissures — Échantillonnage par impaction*
- *Partie 24: Essai de performance pour l'évaluation de la réduction des concentrations en composés organiques volatils (sauf formaldéhyde) par des matériaux de construction sorptifs*
- *Partie 25: Dosage de l'émission de composés organiques semi-volatils des produits de construction — Méthode de la micro-chambre*

En outre, les deux Normes internationales, ISO 16017-1 concernant l'échantillonnage par pompage et ISO 16017-2 concernant l'échantillonnage par diffusion, traitent plus particulièrement des mesurages des composés organiques volatils (COV).

La présente édition en français correspond à la version corrigée de l'ISO 16000-8, publiée en anglais en date du 2007-10-15.

iTeh STANDARD PREVIEW **(standards.iteh.ai)**

[ISO 16000-8:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c31ad83-fcb5-4fa9-a3a8-06f8ab555885/iso-16000-8-2007)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c31ad83-fcb5-4fa9-a3a8-06f8ab555885/iso-16000-8-2007>

Introduction

Un renouvellement adéquat de l'air est fondamental pour la qualité de l'air intérieur. Une bonne ventilation de tous les bâtiments est nécessaire pour la santé et le confort des occupants ainsi que pour la protection contre les dommages (dus à une humidité atmosphérique excessive, par exemple). À l'heure actuelle, toutefois, du fait d'un niveau d'isolation élevé des fenêtres, par exemple dans les habitations et les bureaux, la ventilation peut s'avérer insuffisante. Cela peut conduire à une augmentation des concentrations en substances émises à l'intérieur des bâtiments. Une ventilation manuelle par les occupants ou l'utilisation de systèmes de ventilation mécanique est de ce fait requise. Cependant, une ventilation excessive peut induire un inconfort et une hausse de la consommation d'énergie.

La réglementation relative aux bâtiments spécifie des exigences de ventilation visant à assurer la maîtrise de l'humidité et des polluants. Le mesurage des conditions de ventilation permet de confirmer le respect de ces exigences dans la pratique. Il est important de connaître les conditions de ventilation pour pouvoir analyser les causes d'une éventuelle mauvaise qualité de l'air intérieur. Idéalement, il convient donc que l'échantillonnage et l'analyse des contaminants présents dans l'air intérieur soient accompagnés de mesurages de la ventilation, afin d'estimer l'intensité des sources de contaminants.

La présente partie de l'ISO 16000 décrit l'utilisation d'un seul gaz traceur en vue de déterminer l'âge de l'air dans un bâtiment dont la ventilation est naturelle ou mécanique. L'âge de l'air est un facteur important dans l'évaluation de la qualité de la ventilation. Le concept d'âge local moyen de l'air (et son complémentaire, le taux effectif de renouvellement d'air local) est utilisé pour évaluer les conditions de ventilation dans le bâtiment. L'âge moyen de l'air d'une zone d'un bâtiment désigne la durée moyenne de séjour de l'air dans une zone, à l'intérieur d'un bâtiment, accumulant ainsi des contaminants. Cette durée est étroitement liée au temps nécessaire à l'échange de l'air dans une zone donnée. La concentration d'un contaminant libéré par des sources internes au bâtiment augmente parallèlement au temps de séjour de cet air à l'intérieur des bâtiments. Plus l'âge local moyen de l'air d'un espace est petit, plus la concentration est faible. En principe, l'air de ventilation alimente les parties spécifiques du bâtiment et il est acheminé dans les différents espaces du bâtiment. Par conséquent, avant d'atteindre la pièce prévue, une part importante de l'air ventilé peut avoir séjourné dans d'autres pièces, accumulant ainsi des contaminants. Il est donc nécessaire de considérer l'âge local moyen de l'air (soit la durée moyenne de séjour de l'air mesuré en un point spécifique, à l'intérieur d'un bâtiment) en relation avec la qualité de l'air.

La présente partie de l'ISO 16000 vise à décrire l'utilisation de techniques de mesurage de la ventilation adaptées aux études de la qualité de l'air. À cet effet, il convient de mesurer le débit de ventilation et les modèles de distribution de l'air à l'intérieur du bâtiment dans des conditions représentatives des conditions étudiées.

L'ISO 12569 décrit l'utilisation de la dilution du gaz traceur en vue de la détermination du taux de renouvellement de l'air à l'intérieur d'une seule zone. Parmi les procédures de dilution du gaz traceur, citons les méthodes de décroissance de la concentration, d'injection constante et de concentration constante. Il convient d'utiliser l'ISO 12569 pour étudier les performances thermiques des bâtiments.

Lorsque l'échange de l'air se fait uniquement entre une zone et l'extérieur (c'est-à-dire absence d'entrée d'air provenant d'autres parties du bâtiment), la concentration en gaz traceur à l'intérieur de la zone peut être caractérisée par une valeur unique, et les conditions de ventilation sont constantes tout au long de la période de mesurage; la présente partie de l'ISO 16000 et l'ISO 12569 devraient, en principe, fournir des résultats identiques. Les méthodes décrites dans la présente partie de l'ISO 16000 peuvent toutefois être utilisées au-delà de ces conditions, par exemple dans des espaces comportant plusieurs zones pouvant échanger entre elles de l'air et lorsque les conditions de ventilation varient pendant la période de mesurage.

Air intérieur —

Partie 8:

Détermination des âges moyens locaux de l'air dans des bâtiments pour caractériser les conditions de ventilation

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 16000 décrit l'utilisation d'un seul gaz traceur en vue de déterminer l'âge local moyen de l'air comme indicateur des conditions de ventilation à l'intérieur d'un bâtiment. Les procédures spécifiées incluent la décroissance de la concentration et l'émission homogène constante.

Les méthodes décrites sont conçues pour les études sur la qualité de l'air et peuvent être utilisées pour:

- a) vérifier la conformité aux exigences en matière de ventilation des bâtiments;
- b) évaluer l'adéquation de la ventilation dans des bâtiments ayant des problèmes de qualité de l'air intérieur; et
- c) caractériser l'intensité et la répartition des sources internes d'émission.

En principe, ces méthodes sont applicables pour tous les espaces intérieurs, quel que soit le type de ventilation utilisé et l'état du mélange de l'air interzones. Il n'est pas nécessaire de perturber les conditions de ventilation dominantes pour les besoins du mesurage.

La présente partie de l'ISO 16000 ne détaille pas les méthodes d'analyse des gaz traceurs. Il convient de vérifier la disponibilité de moyens d'analyse avant de programmer des mesurages sur site.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 12569, *Performances thermiques des bâtiments — Détermination du renouvellement d'air dans les bâtiments — Méthode de dilution de gaz traceurs*

*Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM), BIPM, CEI, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP, OIML, 1993*¹⁾

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 12569 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

émission homogène

mode d'injection du gaz traceur tel que le débit d'injection par unité de volume est identique dans toutes les parties du système ventilé

1) Corrigé et réimprimé en 1995. À republier en tant que Guide ISO/CEI 98-3.

3.2
âge local moyen de l'air
paramètre de ventilation décrivant la durée moyenne de séjour de l'air mesuré en un point spécifique, à l'intérieur d'un bâtiment

NOTE Voir A.1 pour une explication plus détaillée de ce terme.

3.3
système ventilé
à l'intérieur d'un bâtiment, espace ayant la capacité d'échanger de l'air, directement ou indirectement, avec l'espace soumis à essai

NOTE L'environnement immédiat du système ventilé n'est exposé à aucune entrée d'air autre que l'air extérieur.

3.4
zone
à l'intérieur d'un bâtiment, espace dans lequel le mélange d'air est suffisant pour créer une concentration essentiellement uniforme d'un gaz traceur libéré n'importe où dans cet espace

NOTE 1 Pour que l'espace soit considéré comme une zone, il convient qu'il ne présente pas de différences de concentration supérieures à 20 % de la moyenne.

NOTE 2 Une zone peut être une subdivision d'une pièce ou constituer une pièce entière, voire être composée de plusieurs pièces.

3.5
âge moyen de l'air de la zone
paramètre de ventilation décrivant la durée moyenne de séjour de l'air mesuré dans une zone, à l'intérieur d'un bâtiment

NOTE Lorsque le mélange de l'air d'une zone est homogène, l'âge moyen de l'air de la zone est égal à l'âge local moyen de l'air en tout point de la zone.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c31ad83-fcb5-4fa9-a3a8-06f8ab555885/iso-16000-8-2007>

4 Principes des mesurages utilisant un gaz traceur pour déterminer les conditions de ventilation

4.1 Principes généraux

Les techniques utilisant un gaz traceur pour mesurer la ventilation reposent sur la possibilité de différencier l'air se trouvant déjà dans un espace donné et l'air entrant dans cet espace. Cela signifie que les techniques doivent permettre soit de marquer l'air se trouvant déjà dans l'espace étudié et évaluer le débit de remplacement de l'air existant par l'air entrant, soit de marquer l'air entrant et de mesurer la distribution de cet air de ventilation au sein de cet espace.

Il convient de noter que l'air entrant dans une zone donnée, provenant de zones qui présentent des concentrations en gaz traceur plus faibles ou plus élevées, est susceptible d'avoir une incidence sur le résultat du mesurage. Il est par conséquent important de respecter les conditions limites spécifiées, qui varient suivant la méthode de mesurage.

Si les conditions de ventilation doivent être déterminées dans une zone qui n'est pas exposée à une entrée d'air provenant d'autres parties du bâtiment (zone isolée), il n'est pas nécessaire d'injecter un gaz traceur ou de marquer l'air des autres parties du bâtiment pour obtenir des résultats corrects. Toutefois, si un échange d'air est possible entre la zone étudiée et les autres parties du bâtiment, ce qui est généralement le cas, des procédures spéciales doivent être mises en œuvre pour l'injection du gaz traceur dans ces zones liées afin d'éviter l'obtention de résultats ambigus. Il convient également de noter que la fermeture des portes d'une pièce n'empêche pas totalement l'entrée de l'air provenant des autres parties du bâtiment. De tels moyens de restreindre un flux d'air naturel modifient également la ventilation normale d'une pièce par rapport à celle qui prévaudrait autrement.

4.2 Méthodes d'injection du gaz traceur

4.2.1 Généralités

La présente partie de l'ISO 16000 décrit les stratégies d'injection et de mesurage du gaz traceur dans les espaces qui ne peuvent pas être considérés comme zone unique isolée. L'ISO 12569 présente les méthodes de dilution du gaz traceur pour les espaces qui peuvent être qualifiés de zone unique. Si les conditions de ventilation sont constantes tout au long du mesurage et si l'espace étudié peut être considéré comme une zone unique isolée, les méthodes décrites dans la présente partie de l'ISO 16000 et dans l'ISO 12569 sont théoriquement identiques. Dans de telles conditions, l'âge local moyen de l'air serait égal à l'inverse du taux de renouvellement de l'air déterminé selon l'ISO 12569.

4.2.2 Méthode de décroissance

La méthode de décroissance consiste à marquer l'air du système ventilé à l'aide du gaz traceur et à déterminer la vitesse à laquelle l'air marqué est remplacé par de l'air non marqué.

La zone à mesurer ainsi que toutes les autres zones du bâtiment avec lesquelles la zone étudiée peut avoir des échanges d'air, directement ou indirectement, doivent être marquées à l'aide d'un gaz traceur de même concentration initiale. Cette méthode permet d'éviter que l'air ventilé issu d'autres parties du bâtiment ne soit considéré comme plus propre qu'il ne l'est en réalité, compte tenu de la puissance de ventilation réelle.

L'évolution de la concentration est enregistrée en fonction du temps. L'âge local moyen de l'air est obtenu en calculant le quotient de l'intégrale de la concentration en fonction du temps sur la concentration initiale.

La méthode de décroissance peut généralement être utilisée, sans difficultés, jusqu'à un taux de renouvellement de l'air de $n = 10 \text{ h}^{-1}$.

4.2.3 Méthode d'émission homogène active

ISO 16000-8:2007

Dans le cas de la méthode d'émission homogène active, le gaz traceur est injecté dans les zones à un débit constant mesuré via un dispositif d'injection à débit réglable approprié. Le débit d'injection doit être proportionnel au volume de la zone. En régime permanent, la concentration moyenne du gaz traceur dans le local étudié est mesurée à l'aide d'un analyseur de gaz. L'âge local moyen de l'air est obtenu en calculant le quotient de la concentration de l'air ambiant à l'équilibre sur le débit d'injection par unité de volume.

La zone à mesurer ainsi que toutes les autres zones du bâtiment avec lesquelles la zone étudiée peut avoir des échanges d'air, directement ou indirectement, doivent être dotées d'un dispositif d'émission homogène du gaz traceur.

4.2.4 Méthode d'émission homogène passive

Dans le cas de la méthode d'émission homogène passive, le gaz traceur est émis à un débit constant connu dans les zones à l'aide de sources de diffusion. Le débit d'émission doit être proportionnel au volume de la zone. La concentration du gaz traceur à l'équilibre dans l'air ambiant est mesurée en prélevant un échantillon intégrateur d'air sur un tube à adsorption (de manière active au moyen d'une pompe d'échantillonnage d'air ou de manière passive par échantillonnage par diffusion) et en analysant ultérieurement cet échantillon dans un laboratoire spécialisé équipé en conséquence. L'âge local moyen de l'air est obtenu en calculant le quotient de la concentration de l'air ambiant à l'équilibre sur le débit d'émission par unité de volume.

La zone à mesurer ainsi que toutes les autres zones du bâtiment avec lesquelles la zone étudiée peut avoir des échanges d'air, directement ou indirectement, doivent être dotées d'un dispositif d'émission homogène du gaz traceur.

La mise en œuvre de cette méthode nécessite une analyse spéciale de l'échantillon prélevé dans le tube à adsorption afin de déterminer la quantité de gaz traceur dans l'échantillon.

5 Programme de mesurage

5.1 Généralités

Préalablement au mesurage de l'âge local moyen de l'air d'un bâtiment, l'objectif du mesurage doit être clairement défini. Il est essentiel de connaître le type de bâtiment et les spécificités de la partie du bâtiment soumise à essai pour choisir la technique d'émission du gaz traceur et le détail du déroulement de l'essai.

Il convient de mesurer la vitesse de ventilation et les modèles de distribution de l'air à l'intérieur du bâtiment dans des conditions représentatives des conditions étudiées. Il convient que ces conditions ne soient pas perturbées par le mesurage, sauf si l'essai a pour objectif d'étudier différentes conditions (par exemple l'ouverture d'une porte, d'une fenêtre, etc.).

La méthode d'émission homogène utilisant l'échantillonnage sur tubes à adsorption est particulièrement adaptée à la détermination des conditions de ventilation dans le cadre d'études de la qualité de l'air. Suivant le cas, il est possible de réaliser des mesurages à court terme (échantillonnage par pompage de quelques litres d'air) ou à long terme (échantillonnage passif allant de plusieurs jours à plusieurs semaines). Lors de la recherche de problèmes liés à la qualité de l'air intérieur, les mesurages de la ventilation accompagnent les mesurages réalisés sur le polluant à proprement parler. L'un des avantages de cette méthode de mesure est la possibilité de déterminer simultanément l'âge local moyen de l'air et la concentration en polluant.

Lors de la détermination du «renouvellement de l'air» («débit d'entrée» ou «taux de renouvellement de l'air»), par exemple à l'aide des méthodes décrites dans l'ISO 12569, seul le débit total d'entrée dans le système ventilé est pris en compte. Ces mesurages sont par conséquent limités aux bâtiments ou autres enceintes pouvant être considérés comme une zone indépendante. Par conséquent, dans le cadre de ces méthodes, il faut veiller à ce que le mélange de l'air soit distribué de manière homogène entre tous les espaces du système ventilé pendant le mesurage.

5.2 Identification du système ventilé

[ISO 16000-8:2007](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8e31ad83-fb54-469-a3a8-068ab555885/iso-16000-8-2007)

Lors de la programmation de l'essai, le «système ventilé» auquel appartient l'espace étudié doit dans un premier temps être identifié, car tous les espaces composant le système ventilé doivent être marqués à l'aide du gaz traceur. À l'intérieur d'un bâtiment, le système ventilé est l'espace ayant la capacité d'échanger de l'air, directement ou indirectement, avec l'espace soumis à essai. L'environnement immédiat du système ventilé ne doit être exposé à aucune entrée d'air autre que l'air extérieur. Par conséquent, il convient qu'une partie du bâtiment soit considérée comme un système ventilé seulement si elle n'est que faiblement exposée aux entrées d'air provenant d'autres parties du bâtiment (par exemple via les portes, une fuite d'air ou les conduits d'air de reprise). Il convient également que l'emplacement des sources de polluants soit pris en compte afin d'éviter la confusion entre l'air contaminé et l'air extérieur. En pratique, cela signifie par exemple que:

- pour une maison, il convient d'inclure dans le système ventilé toutes les pièces, y compris la cave (sauf si la porte de celle-ci est hermétique); et
- pour un appartement, il convient d'inclure dans le système ventilé toutes les pièces de l'appartement (et dans certains cas, l'escalier).

5.3 Identification des zones

Une zone est un espace au sein du système ventilé dans lequel il est possible d'obtenir un mélange de l'air suffisant pour assurer une concentration homogène de gaz traceur. Le système ventilé peut comporter plusieurs espaces qui peuvent être considérés comme des zones. Il convient d'identifier toutes ces zones et de mesurer leurs volumes respectifs. Il est nécessaire de connaître les volumes de zone pour calculer la quantité de gaz traceur à injecter dans les différentes zones. Il n'est pas nécessaire d'injecter un gaz traceur dans les petits espaces confinés qui contiennent uniquement de l'air d'extraction (par exemple une salle de bain) ou qui ne sont pas alimentés en air extérieur (par exemple un placard). Il convient d'ajouter le volume des petits espaces confinés susceptibles d'être alimentés en air extérieur au volume de toute zone rattachée. Les grandes pièces et les longs couloirs peuvent être subdivisés en plusieurs zones.

5.4 Choix de la méthode de mesurage

5.4.1 Généralités

Le choix de la méthode de mesurage dépend du type et de la taille du bâtiment, du temps de mesurage prévu, de l'objectif du mesurage et de la disponibilité des équipements et des moyens d'analyse.

5.4.2 Type de bâtiment

5.4.2.1 Bâtiments simples (par exemple les logements de petite taille à taille moyenne pouvant être caractérisés avec une ou quatre zones)

Lorsque le nombre de zones est réduit, il est relativement facile d'obtenir une concentration initiale homogène du gaz traceur dans l'ensemble du système ventilé. Pour les mesurages à court terme, la méthode de décroissance est donc la mieux adaptée.

5.4.2.2 Bâtiments complexes (par exemple les immeubles de bureaux et autres structures dans lesquelles le système ventilé comprend plusieurs zones)

Dans ce cas, il peut être très difficile d'obtenir les conditions nécessaires à la méthode de décroissance dans le sens où il est difficile d'obtenir initialement une concentration homogène de gaz traceur dans toutes les zones. La méthode d'émission homogène peut par conséquent s'avérer plus adaptée que la méthode de décroissance.

5.4.3 Période de mesurage

5.4.3.1 Conditions à court terme

La méthode de décroissance est la méthode la plus pratique pour surveiller les conditions de ventilation à court terme dans des bâtiments simples tandis que la méthode d'émission homogène passive avec échantillonnage par pompage est particulièrement appropriée aux bâtiments complexes.

5.4.3.2 Variation à long terme

Même si une utilisation répétée de la méthode de décroissance est possible dans les bâtiments comportant un nombre limité de zones, le choix le plus approprié pour un mesurage à long terme, quel que soit le type de bâtiment, est la méthode d'émission homogène. L'objectif peut être de surveiller les variations des conditions de ventilation dans le temps, par exemple afin d'évaluer l'effet des conditions météorologiques ou l'effet de différentes méthodes de ventilation. Cela nécessite un échantillonnage actif de l'air et une surveillance continue de la concentration en gaz traceur ou un échantillonnage répété à l'aide de seringues, de vessies, de tubes sous vide ou de tubes de prélèvement par pompage. La méthode d'émission homogène active permet de mesurer les conditions qui varient dans le temps dans des bâtiments simples, tandis que la méthode d'émission homogène passive utilisant l'échantillonnage actif est particulièrement appropriée aux bâtiments complexes.

5.4.3.3 Conditions moyennes à long terme

L'objectif peut être de rechercher uniquement la moyenne temporelle des âges moyens de l'air dans les différentes parties d'un bâtiment. L'avantage de cette méthode de surveillance est que les variations de la ventilation à court terme sont atténuées et que le résultat est directement corrélé à l'exposition moyenne aux contaminants (ou dose) générés à l'intérieur. La méthode la plus adaptée à la surveillance des conditions moyennes est la méthode d'émission homogène passive utilisant l'échantillonnage passif ou par intégration au moyen de pompes.

5.5 Détermination des points de mesure

Le nombre et la distribution appropriés des points de mesure sont déterminés en fonction des objectifs du mesurage. L'échantillonnage de l'air n'est nécessaire que dans les zones où il s'agit de déterminer l'âge local

moyen de l'air. Si l'objet est de caractériser les modèles de distribution de la ventilation à l'intérieur du bâtiment, il convient de réaliser les mesurages dans plusieurs zones, alors que l'échantillonnage dans une seule zone ou dans quelques zones s'avère nécessaire pour obtenir des informations sur les conditions de ventilation locales. L'échantillonnage doit être réalisé dans des emplacements considérés comme représentatifs des zones. Il ne doit pas être réalisé à proximité des sources de gaz traceur (1 m de distance au minimum) ou d'un terminal d'alimentation en air. Indépendamment de l'objectif du mesurage, il convient d'utiliser au minimum trois points de mesure afin d'obtenir des informations sur la gamme de variation. Pour l'échantillonnage manuel, il est préférable de prélever l'échantillon en différentes positions dans la zone. Lorsqu'il s'agit d'obtenir des informations sur le débit de ventilation total ou l'efficacité de l'échange d'air dans le bâtiment (voir E.2), il convient également de réaliser l'échantillonnage à proximité de points d'extraction de l'air identifiables.

6 Gaz traceurs et équipements permettant de déterminer les conditions de ventilation

6.1 Choix du gaz traceur

Outre la possibilité de réaliser des analyses à de faibles concentrations à l'aide d'appareils de mesure adéquats, il est nécessaire que les gaz traceurs soient sans danger pour la santé et il convient qu'ils satisfassent à d'autres exigences.

L'Annexe B (informative) fournit des informations sur le choix des gaz traceurs, fondées sur des pratiques acceptées.

6.2 Étalon de gaz traceur

Il convient d'utiliser le gaz traceur dans des limites de concentration sûres. Si la source est un gaz traceur pur, éviter d'utiliser des volumes de gaz susceptibles de causer des accidents. Par exemple, une bouteille pressurisée de gaz pur de grande capacité placée dans un local de dimensions réduites peut être à l'origine de concentrations momentanément dangereuses. Éviter de créer des situations dans lesquelles la quantité de gaz traceur susceptible d'être absorbée sur les surfaces et les enceintes adjacentes est importante.

Éviter l'utilisation de gaz traceurs radioactifs.

La quantité de gaz traceur requise dépend de la sensibilité de la méthode de détection, de la vitesse de ventilation et de la taille des pièces.

6.3 Équipement d'alimentation en gaz traceur

6.3.1 Technique de décroissance

Dans le cadre de la technique de décroissance, l'objectif est d'obtenir une concentration uniforme en gaz traceur dans tout le système ventilé.

L'appareil d'injection du gaz traceur doit être choisi parmi les appareils suivants:

- **Seringue graduée**, ou autre récipient de volume connu doté d'un dispositif doseur.
- **Source d'alimentation comprimée**, dotée d'un dispositif de mesure et de régulation du débit de gaz traceur.

La technique permettant d'obtenir une concentration initiale uniforme dans le système ventilé doit être choisie parmi les techniques suivantes:

- a) **Ventilateurs** permettant un bon mélange intra-zone et interzones.
- b) **Lignes d'injection** assurant l'alimentation en gaz traceur via des manifolds ou des interrupteurs/contacteurs. Toutes les parties des lignes d'injection doivent clairement porter la mention «gaz traceur uniquement» et porter un code renvoyant à l'emplacement qui reçoit le gaz traceur.
- c) **Portes pivotantes**. Après injection du gaz traceur dans toutes les zones, les portes interzones peuvent être actionnées plusieurs fois afin de favoriser le mélange interzones.

Il convient de purger les lignes d'injection afin de permettre la distribution d'un volume connu de gaz traceur souhaité dans une zone donnée.

Au début du mesurage à l'aide de la technique de décroissance, tout dispositif de mélange artificiel doit être coupé et les portes remises dans l'état souhaité (ouvertes/fermées).

NOTE D'éventuelles fuites au niveau des lignes d'injection peuvent libérer du gaz traceur dans des emplacements non souhaités, à des concentrations non contrôlées.

6.3.2 Technique d'émission homogène active

Dans le cadre de cette technique, l'objectif est d'obtenir un débit d'émission homogène du gaz traceur dans le système ventilé. À cet effet, le débit d'injection constant du gaz traceur dans chaque zone du système ventilé doit être proportionnel au volume de la zone. Par conséquent, les étapes suivantes sont nécessaires:

- a) régulation du débit d'émission du gaz traceur dans chaque zone (À cet effet, il est possible de placer une bouteille pressurisée dans la zone étudiée et de réguler le débit d'émission du gaz traceur par le biais d'un régulateur de pression et d'un débitmètre ou d'utiliser des lignes d'injection reliant une source distante de gaz traceur à la zone.);
- b) lorsque les zones sont grandes, il peut s'avérer nécessaire d'homogénéiser le mélange à l'intérieur de ces zones (À cet effet, il est possible d'utiliser un ou plusieurs ventilateurs ou d'injecter le gaz traceur en plusieurs points de la zone.).

6.3.3 Technique d'émission homogène passive

Dans le cadre de cette technique, l'objectif est d'obtenir un débit d'émission homogène du gaz traceur dans le système ventilé. Cela signifie que le débit d'injection constant du gaz traceur dans chaque zone du système ventilé doit être proportionnel au volume de la zone. À cet effet, les étapes suivantes sont nécessaires:

- a) injection du gaz traceur dans chaque zone à l'aide de sources de diffusion dont les débits d'émission sont connus;
- b) lorsque les zones sont grandes, une homogénéisation du mélange peut s'avérer nécessaire. (À cet effet, il est possible d'utiliser un ou plusieurs ventilateurs. Pour les zones plus importantes, il peut être nécessaire d'utiliser plusieurs flacons de diffusion dont les débits d'émission sont connus.).

Le fait que le débit d'émission du gaz traceur depuis les sources de diffusion soit fortement dépendant de la température doit être pris en considération lors de la distribution passive des sources de gaz traceur. Il convient également de consigner la température aux emplacements représentatifs pendant toute la période de mesurage.

6.4 Échantillonnage du gaz traceur

6.4.1 Méthodes d'échantillonnage

Les méthodes d'échantillonnage décrites ci-après sont appropriées pour les techniques de décroissance et d'émission homogène, suivant la méthode d'analyse utilisée pour le gaz traceur.

Il convient de réaliser l'échantillonnage en des points représentatifs, c'est-à-dire éloignés des arrivées d'air et des fenêtres.

6.4.2 Échantillonnage automatique continu

L'analyseur de gaz est généralement relié aux points de mesure par le biais d'un ou de plusieurs tubes de prélèvement de gaz inerte par lesquels l'air est aspiré dans l'analyseur de gaz via une pompe. Lorsque l'échantillonnage est réalisé en plusieurs emplacements, les points de mesure peuvent être choisis par le biais de vannes à plusieurs orifices à commande automatique ou manuelle. Il est important de purger le tube de prélèvement avec un nouvel échantillon juste avant l'introduction dans l'instrument d'analyse.

6.4.3 Prélèvement manuel

Dans le cadre des méthodes manuelles de prélèvement, un échantillon est d'abord prélevé à l'aide d'un récipient approprié (seringue, vessie ou récipient sous vide). L'échantillon est ensuite analysé en laboratoire.

Les matériaux constitutifs des préleveurs manuels doivent être non absorbants, non réactifs et imperméables au gaz traceur utilisé. Suivant le gaz traceur, la liste des matériaux appropriés peut inclure par exemple le verre, le cuivre, l'acier inoxydable, le polypropylène, le polyéthylène et le polyamide.

Il convient d'être vigilant lors du prélèvement manuel d'échantillons dans les pièces dont la porte est normalement fermée. Le fait d'ouvrir une porte et d'entrer dans la pièce peut introduire un important échange d'air indésirable entre les deux zones concernées. Une méthode simple et couramment utilisée consiste à installer un tube de la pièce étudiée dans la pièce adjacente par le trou de la serrure, de prélever un ou deux échantillons à l'aide de la seringue afin de purger le tube et d'utiliser l'échantillon suivant pour l'analyse.

6.4.4 Préleveurs solides à adsorption

Dans le cadre de la méthode d'échantillonnage sur sorbant solide, l'air ambiant est aspiré (de manière continue ou intermittente) jusqu'au gaz traceur via un sorbant solide adapté au gaz traceur utilisé pendant la période d'échantillonnage. Après l'échantillonnage, qui doit être réalisé à l'aide d'une pompe d'échantillonnage étalonnée, les préleveurs «chargés» sont désorbés (par thermodésorption ou extraction au solvant) afin de déterminer la quantité du gaz traceur sorbée puis la concentration en gaz traceur de l'échantillon d'air. L'échantillonnage par pompage sur tubes à adsorption solides est une méthode appropriée pour des périodes d'échantillonnage continu de quelques heures et pour les périodes plus longues, pouvant aller jusqu'à plusieurs jours. Lorsque l'échantillonnage est réalisé par pompage intermittent, il convient de veiller à réduire au minimum la diffusion de l'air dans le sorbant entre les périodes de pompage, en utilisant par exemple un étranglement capillaire.

Pour l'échantillonnage à long terme, qui peut s'étendre sur une à plusieurs semaines, il est préférable d'utiliser l'échantillonnage passif avec préleveurs solides à adsorption à diffusion passive. Le débit d'échantillonnage des préleveurs passifs doit être soigneusement étalonné pour le type d'utilisation du gaz traceur.

Dans le cadre de la technique d'émission homogène, il convient que le prélèvement de l'échantillon soit toujours réalisé à une distance minimale de 1 m du point d'injection du gaz traceur le plus proche.

6.5 Détermination de la concentration en gaz traceur

À partir du système de prélèvement continu de l'échantillon, le mélange gaz traceur/air soumis à essai est transféré, directement ou par le biais des tubes d'échantillonnage, dans un analyseur de gaz conçu pour déterminer sa teneur en gaz traceur. Les échantillons d'air prélevés manuellement et les tubes à sorbants solides sont généralement analysés ultérieurement dans un laboratoire. Si l'échantillon est prélevé à l'aide de sorbants solides, il est nécessaire de recourir à la thermodésorption ou à l'extraction au solvant pour introduire l'échantillon de gaz traceur dans l'analyseur de gaz.

L'analyseur de gaz doit être adapté au mesurage à effectuer (volume de l'échantillon de gaz, période d'analyse, sensibilités croisées), au gaz traceur utilisé et à la concentration en gaz traceur. Il convient que la précision de l'analyseur de gaz soit connue.

Pour les gaz traceurs du Tableau B.1, les analyseurs de gaz infrarouge (IR) ou la chromatographie en phase gazeuse (GC) sont adaptés pour la détermination de la concentration. Avec un détecteur approprié (par exemple détecteur à capture d'électrons ou détecteur de spectrométrie de masse), la chromatographie en phase gazeuse permet une analyse particulièrement fine du gaz traceur.

7 Méthodes de mesure

7.1 Méthode de décroissance

7.1.1 Principes de la technique de mesure

Dans le cadre de la méthode de décroissance, le gaz traceur est injecté dans les zones et distribué de manière uniforme dans tout le système ventilé. L'âge moyen de l'air, $\bar{\tau}$, est calculé à partir de la diminution de la concentration en gaz traceur.

$$\bar{\tau} = \frac{\int_{t_0}^{\infty} \varphi dt}{\varphi_{t=t_0}} \quad (1)$$

où

t est le temps, en heures (h);

$\varphi_{t=t_0}$ est la concentration initiale en gaz traceur (par exemple en cm^3/m^3) à l'instant $t = t_0$ (début de la décroissance). Il convient qu'elle soit identique dans toutes les zones.

Il convient que la concentration initiale en gaz traceur, $\varphi_{t=t_0}$, soit d'au moins 100 fois la limite de détection du système d'analyse.

Le volume v_p de gaz traceur (pur) à injecter dans une zone (volume de la zone V_p) est donné par l'Équation (2):

$$v_p = \varphi_{t=t_0} \cdot V_p \quad (2)$$

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 16000-8:2007](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8c31ad83-fcb5-4fa9-a3a8-06f8ab555885/iso-16000-8-2007)

7.1.2 Préparation et programmation de l'essai

Il est préférable de mettre en œuvre les étapes décrites à l'Article 5 au préalable, à l'aide d'un plan de la zone du bâtiment qui doit être soumise à essai.

7.1.3 Procédure de mesure

Une fois que le gaz traceur a été injecté dans toutes les zones et mélangé de manière à garantir une concentration en gaz traceur uniforme dans le système ventilé, commencer le prélèvement de l'échantillon à l'aide d'une des méthodes indiquées en 6.4. Il est préférable de réaliser le prélèvement de l'échantillon à intervalles réguliers dans chaque zone soumise à essai. Il convient que la durée de prélèvement de l'échantillon soit d'au moins deux fois l'âge moyen de l'air présumé (par exemple une période de 4 h pour une habitation normalement ventilée). Afin d'obtenir des données satisfaisantes pour l'analyse de la décroissance, il convient de prélever au moins sept échantillons dans chaque zone étudiée durant cette période. Lors d'un prélèvement manuel, il convient de veiller à réduire le plus possible les perturbations au niveau de la distribution de l'air, lorsque quelqu'un entre dans une pièce par une porte normalement fermée.

Dans le cadre de la méthode par injection du gaz traceur, l'objectif est d'obtenir une concentration initiale uniforme en gaz traceur dans le système ventilé. Dans un bâtiment comportant plusieurs zones, il faut pour cela que les quantités injectées soient proportionnelles aux volumes des zones et qu'elles soient bien réparties dans ces volumes par le biais de dispositifs mélangeurs. Se reporter aux équipements utilisés pour la distribution et le mélange du gaz traceur décrits en 6.3.1.

Au début du mesurage à l'aide de la technique de décroissance, tout dispositif de mélange artificiel doit être coupé et les portes remises dans l'état souhaité (ouvertes/fermées).

Avant de procéder au mesurage par décroissance, il convient, si possible, que le personnel présent sur le site vérifie que la concentration en gaz traceur est identique dans toutes les zones du système ventilé. Dans le cas d'une grande zone (par exemple lorsque le volume de la pièce est supérieur à 500 m^3 ou lorsque la hauteur de plafond est supérieure à 4 m), ou lorsque la présence de courants d'air importants dans la