
**Céramiques techniques — Méthodes
d'essai relatives à la performance des
matériaux photocatalytiques semi-
conducteurs pour la purification de l'air —**

Partie 2:

Élimination de l'acétaldéhyde

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)
*Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) —
Test method for air-purification performance of semiconducting
photocatalytic materials —*

ISO 22197-2:2011
Part 2: Removal of acetaldehyde

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/cc5d2466-4758-47a7-bcfd-2ecedefa0a31/iso-22197-2-2011>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 22197-2:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ec3d24b6-4758-47a7-bcfd-2ecedefa0a31/iso-22197-2-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ec3d24b6-4758-47a7-bcfd-2ecedefa0a31/iso-22197-2-2011>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

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

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Symboles	3
5 Principe	3
6 Appareillage	3
6.1 Équipement d'essai	3
6.2 Générateur de gaz d'essai	4
6.3 Photoréacteur	5
6.4 Source lumineuse	6
6.5 Système d'analyse pour l'acétaldéhyde	6
6.6 Système d'analyse pour le CO₂	6
7 Éprouvette	7
8 Mode opératoire	7
8.1 Aspects généraux	7
8.2 Prétraitement de l'éprouvette	8
8.3 Préparation en vue de l'essai	8
8.4 Essai préliminaire	9
8.5 Essai relatif à l'élimination de l'acétaldéhyde et à la conversion en CO₂	9
8.6 Essai relatif à l'élimination de l'acétaldéhyde (lorsque la concentration en CO₂ ne peut pas être mesurée)	10
9 Calculs	10
9.1 Méthode de calcul	10
9.2 Pourcentage d'élimination et quantité d'acétaldéhyde éliminée	11
9.3 Conversion en CO₂	11
10 Méthode d'essai pour des pièces d'essai de moindre performance	12
11 Rapport d'essai	13
Annexe A (informative) Résultats de l'essai interlaboratoires	14
Bibliographie	15

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 22197-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 206, *Céramiques techniques*.

L'ISO 22197 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Céramiques techniques — Méthodes d'essai relatives à la performance des matériaux photocatalytiques semi-conducteurs pour la purification de l'air*:

- *Partie 1: Élimination de l'oxyde nitrique*
- *Partie 2: Élimination de l'acétaldéhyde*
- *Partie 3: Élimination du toluène*
- *Partie 4: Suppression du formaldéhyde*
- *Partie 5: Suppression du mercaptan méthylique*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ec3d24b6-4758-47a7-bcfd-2ecedefa0a31/iso-22197-2-2011>

Céramiques techniques — Méthodes d'essai relatives à la performance des matériaux photocatalytiques semi-conducteurs pour la purification de l'air —

Partie 2: Élimination de l'acétaldéhyde

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 22197 spécifie une méthode d'essai pour la détermination de la performance en matière de purification de l'air de matériaux contenant un photocatalyseur ou pourvus de films photocatalytiques, généralement formés d'oxydes métalliques semi-conducteurs, tels que le dioxyde de titane ou d'autres matériaux céramiques, par exposition continue d'une éprouvette à un polluant modèle de l'air sous éclairage ultraviolet (UV-A). La présente partie de l'ISO 22197 est destinée à être utilisée avec différents types de matériaux tels que des matériaux de construction sous forme de plaques planes, qui sont les formes de base de matériaux pour diverses applications. La présente partie de l'ISO 22197 s'applique également à des matériaux filtrants structurés, y compris en nid d'abeilles, à des tissés et non-tissés et à des matériaux plastique ou papier s'ils contiennent des composés céramiques microcristallins ou composites. La présente méthode ne s'applique pas aux matériaux photocatalytiques pulvérulents ou granulaires.

[ISO 22197-2:2011](#)

La présente méthode d'essai est applicable, de manière générale, aux matériaux photocatalytiques destinés à la purification de l'air. Cette méthode n'est pas adaptée à la détermination d'autres performances de ces matériaux photocatalytiques, comme la dégradation des contaminants de l'eau ou les actions auto-nettoyantes, anticondensation et antibactériennes. Elle concerne l'élimination de l'acétaldéhyde.

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 80000-1:2009, *Grandeurs et unités — Partie 1: Généralités*

ISO 2718:1974, *Plan normalisé de méthode d'analyse chimique par chromatographie en phase gazeuse*

ISO 4224:2000, *Air ambiant — Dosage du monoxyde de carbone — Méthode par spectrométrie dans l'infrarouge selon un procédé de type non dispersif*

ISO 4677-1:1985, *Atmosphères de conditionnement et d'essai — Détermination de l'humidité relative — Partie 1: Méthode utilisant un psychromètre à aspiration*

ISO 5725-2:1994, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 2: Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée*

ISO 6145-7:2001, *Analyse des gaz — Préparation des mélanges de gaz pour étalonnage à l'aide de méthodes volumétriques dynamiques — Partie 7: Régulateurs thermiques de débit-masse*

ISO 10677:—¹⁾, *Céramiques techniques — Source de lumière ultraviolette pour l'essai des matériaux photocatalytiques semiconducteurs*

ISO 16000-3:2001, *Air intérieur — Partie 3: Dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonylés — Méthode par échantillonnage actif*

ISO/CEI 17025:2005, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

ISO 22197-1:2007, *Céramiques techniques — Méthodes d'essai relatives à la performance des matériaux photocatalytiques semi-conducteurs pour la purification de l'air — Partie 1: Élimination de l'oxyde nitrique*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 photocatalyseur

substance possédant une ou plusieurs fonctions basées sur des réactions d'oxydoréduction sous photo-irradiation, incluant la dégradation et l'élimination des contaminants de l'air et de l'eau, la désodorisation et des actions antibactériennes, auto-nettoyantes et anticondensation

3.2 matériaux photocatalytiques

matériaux dans lesquels ou sur lesquels le photocatalyseur est ajouté par dépôt, imprégnation, mélange, etc.

NOTE Ces matériaux photocatalytiques sont destinés avant tout à être utilisés en tant que matériaux de construction de bâtiments et de routes pour assurer les fonctions mentionnées ci-dessus.

3.3 air pur

air ne contenant pas de polluants (air dans lequel la quantité de polluants ordinaires est inférieure à 0,01 µl/l et la quantité de dioxyde de carbone inférieure à 0,1 µl/l)

NOTE L'air pur est préparé à partir de l'air intérieur au moyen d'un système de purification d'air de laboratoire ou est fourni sous forme d'air synthétique en bouteille.

3.4 gaz standard

mélange de gaz dilués de concentration connue fournis en bouteille et certifiés par un laboratoire agréé

3.5 gaz d'essai

mélange d'air et d'un ou plusieurs polluants de concentration connue préparé à partir du gaz standard ou d'air pur et destiné à être utilisé pour l'essai de performance d'un matériau photocatalytique

NOTE Le débit, la concentration, etc., sont exprimés dans les conditions normales de température et de pression (0 °C, 101,3 kPa) pour un gaz sec (exempt de vapeur d'eau).

3.6 conditions d'obscurité

conditions d'essai sans exposition à la lumière par la source lumineuse prévue pour l'essai et par l'éclairage ambiant

NOTE Le gaz d'essai est généralement fourni en vue d'une comparaison avec la réaction effectuée sous irradiation.

1) À publier.

4 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles suivants s'appliquent.

f	débit d'air converti dans les conditions normales de température et de pression (0 °C et 101,3 kPa, gaz sec) (l/min)
ϕ_A	fraction volumique d'acétaldéhyde à la sortie du réacteur ($\mu\text{l/l}$)
ϕ_{A0}	fraction volumique d'acétaldéhyde dans le gaz d'essai ($\mu\text{l/l}$)
ϕ_{CO_2}	fraction volumique de dioxyde de carbone (CO_2) générée sous irradiation UV ($\mu\text{l/l}$)
$\phi_{\text{CO}_2,\text{L}}$	fraction volumique de CO_2 à la sortie du réacteur sous irradiation UV ($\mu\text{l/l}$)
$\phi_{\text{CO}_2,\text{D}}$	fraction volumique de CO_2 à la sortie du réacteur non irradié ($\mu\text{l/l}$)
$\phi_{\text{CO}_2,\text{Dpost}}$	fraction volumique de CO_2 à l'obscurité après irradiation sous UV ($\mu\text{l/l}$)
$\phi_{\text{CO}_2,\text{Dpre}}$	fraction volumique de CO_2 à l'obscurité avant irradiation sous UV ($\mu\text{l/l}$)
n_A	quantité d'acétaldéhyde éliminée par l'éprouvette (μmol)
n_{CO_2}	quantité de CO_2 convertie, à partir de l'acétaldéhyde, en micromoles (μmol)
R_A	pourcentage d'élimination de l'acétaldéhyde, par éprouvette (%)
R_{CO_2}	conversion d'acétaldéhyde en CO_2 (%)

5 Principe

ISO 22197-2:2011

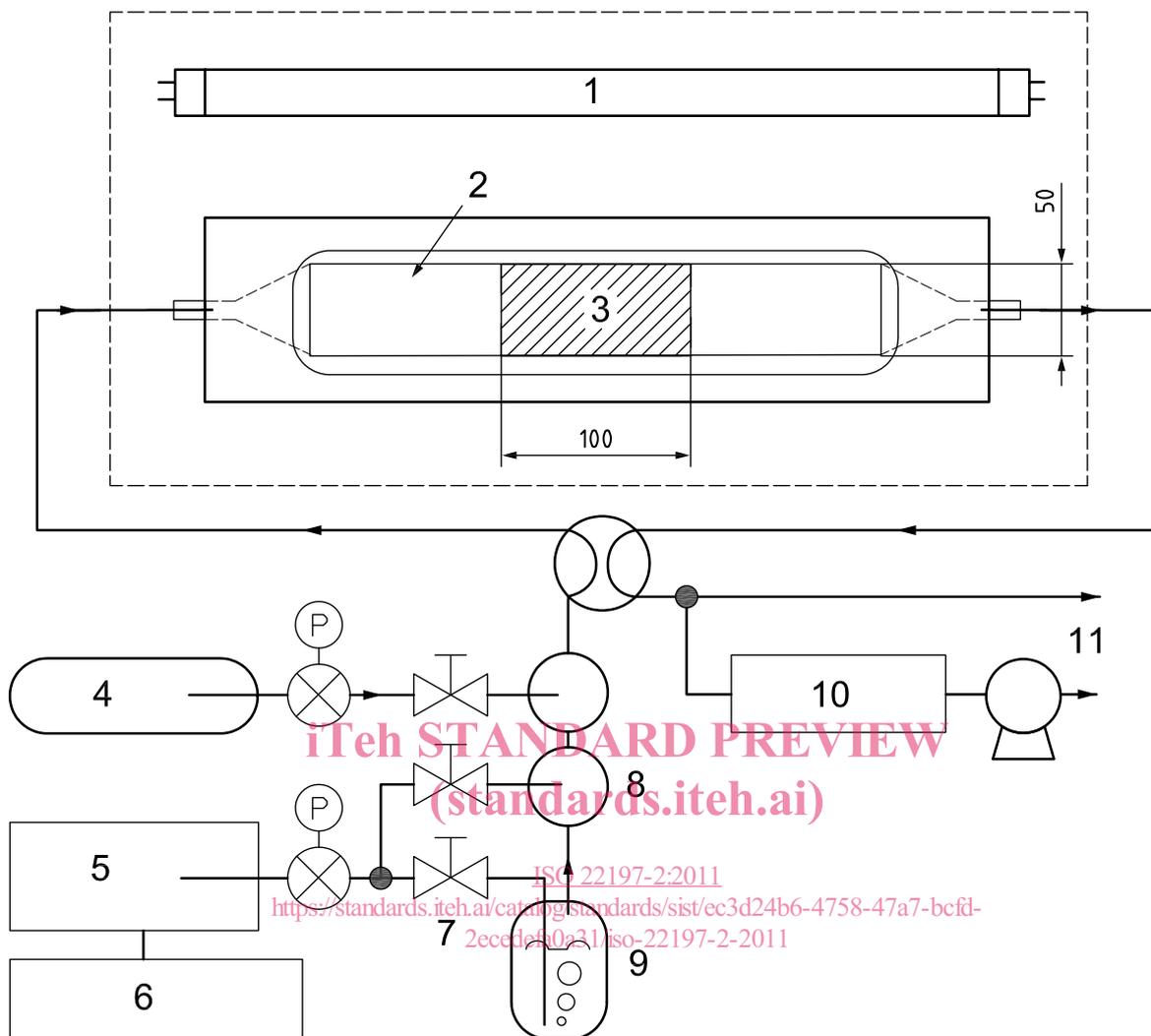
La présente partie de l'ISO 22197-2:2011 concerne le développement, la comparaison, l'assurance qualité, la caractérisation, la fiabilité et la génération de données de fabrication des matériaux photocatalytiques (Référence [3]). La méthode décrite a pour but de connaître la performance de matériaux photocatalytiques en matière de purification de l'air en exposant, sous éclairage ultraviolet (UV) (Référence [4]), une éprouvette à l'atmosphère polluée modèle. L'acétaldéhyde (CH_3CHO) est choisi en tant que composé organique volatil (COV) de faible masse moléculaire caractéristique d'odeur nauséabonde. L'éprouvette, placée dans un photoréacteur à flux continu et activée par un éclairage UV, adsorbe puis oxyde l'acétaldéhyde en phase gazeuse en formant du dioxyde de carbone (CO_2) et d'autres produits d'oxydation. La performance en matière de purification de l'air est déterminée à partir de la quantité d'acétaldéhyde, en pourcent, adsorbée par l'éprouvette, en micromoles (μmol). L'adsorption due simplement à l'éprouvette (et non à la photocatalyse) est évaluée par les essais dans l'obscurité. Cependant, l'adsorption d'acétaldéhyde par certaines éprouvettes est très importante; on risque alors de ne pas atteindre une concentration stable en acétaldéhyde au cours de la durée prévue de l'essai. L'activité photocatalytique peut dépendre de propriétés physiques et chimiques des polluants, en raison principalement du processus d'adsorption impliqué. Pour mieux évaluer la performance des matériaux photocatalytiques en matière de purification de l'air, il est conseillé d'associer une ou plusieurs méthodes d'essai appropriées décrites dans d'autres parties de l'ISO 22197.

6 Appareillage

6.1 Équipement d'essai

L'équipement d'essai permet d'étudier la capacité d'un matériau photocatalytique à éliminer un polluant en assurant une alimentation continue en gaz soumis à irradiation pour activer le photocatalyseur. Il s'agit du même équipement que celui qui est utilisé dans la méthode d'essai pour l'élimination de l'oxyde nitrique (ISO 22197-1). Il est composé d'une alimentation en gaz d'essai, d'un photoréacteur, d'une source lumineuse et d'un analyseur de polluants. Les concentrations de polluants à étudier étant faibles, le système doit être construit avec des matériaux faiblement adsorbants et résistants à un rayonnement ultraviolet (UV) (par exemple résine acrylique, verre borosilicaté). Un exemple du dispositif d'essai est représenté à la Figure 1.

Dimensions en millimètres



Légende

- | | |
|------------------------------------|-----------------------|
| 1 source lumineuse | 7 débitmètre massique |
| 2 fenêtre optique | 8 mélangeurs de gaz |
| 3 éprouvette | 9 humidificateur |
| 4 gaz standard (polluant) | 10 analyseur |
| 5 système de purification de l'air | 11 purge |
| 6 compresseur | |

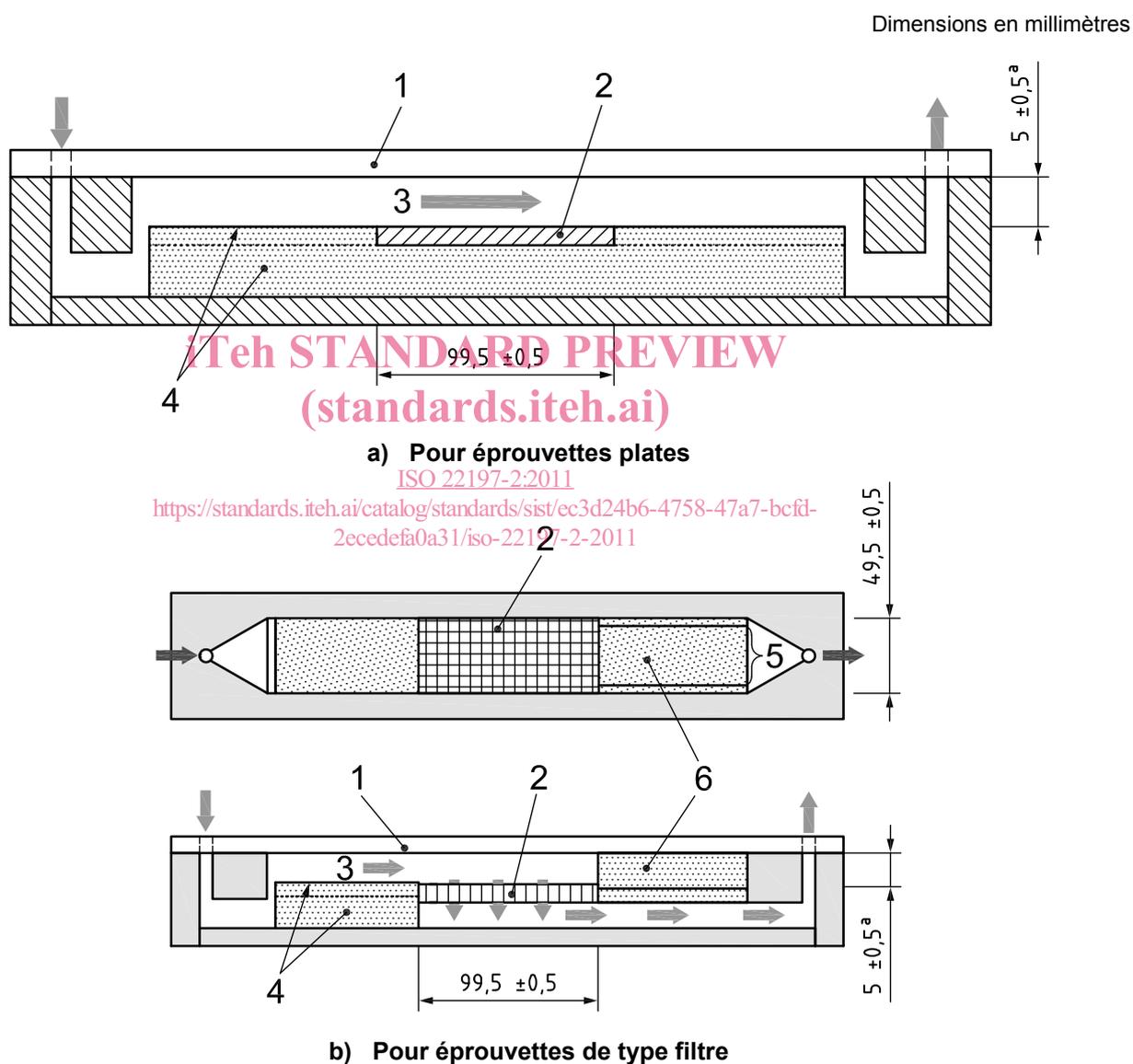
Figure 1 — Schéma de principe de l'équipement d'essai

6.2 Générateur de gaz d'essai

Le générateur de gaz d'essai alimente le photoréacteur de manière continue en air pollué avec le contaminant modèle à une concentration, une température et une humidité prédéterminées. Il comprend des débitmètres, un humidificateur, des mélangeurs de gaz, etc. Il convient que le débit de chaque gaz ne s'écarte pas de plus de 5 % de la consigne, résultat auquel on parvient facilement en utilisant des débitmètres massiques thermiques, connaissant la température et le type de gaz étalon conformément à l'ISO 6145-7. L'expression du débit de gaz dans cette partie de l'ISO 22197 est celle du débit converti dans les conditions normales de température et de pression (0 °C, 101,3 kPa, gaz sec). Les capacités habituelles d'un débitmètre pour le polluant gazeux, l'air sec et l'air humide sont respectivement de 100 ml/min, 1 000 ml/min et 1 000 ml/min. Avant dilution, la fraction volumique du gaz standard acétaldéhyde dans la bouteille, classiquement en mélange avec de l'azote, doit être comprise entre 50 µl/l et 250 µl/l. L'air synthétique (N₂ + O₂, fourni en bouteilles) doit être utilisé pour la dilution lorsqu'on mesure également le CO₂ provenant de l'acétaldéhyde.

6.3 Photoréacteur

Une éprouvette plane de 50 mm de largeur est placée dans le photoréacteur. La surface de l'éprouvette est parallèle à la fenêtre optique utilisée pour l'irradiation. Le réacteur doit être fabriqué dans des matériaux qui adsorbent peu le gaz d'essai et qui résistent à une irradiation dans l'ultraviolet proche. L'éprouvette doit être séparée de la fenêtre par une couche d'air d'une épaisseur de $5,0 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$. Le gaz d'essai doit traverser uniquement l'espace situé entre l'éprouvette et la fenêtre. La largeur de cet espace doit être réglée avec exactitude en fonction de l'épaisseur de l'éprouvette, en utilisant par exemple des plaques de réglage en hauteur, d'épaisseurs différentes, comme représenté à la Figure 2 a). Lorsqu'un matériau de type filtrant est soumis à essai, on doit utiliser un autre type de support d'éprouvette, tout en permettant au gaz d'essai de traverser le filtre irradié (Figure 2 b). Il convient d'utiliser pour la fenêtre un verre de quartz ou un verre borosilicaté qui absorbe le minimum de lumière à des longueurs d'onde supérieures à 300 nm.



Légende

- | | | | |
|---|-------------|---|------------------------------|
| 1 | fenêtre | 4 | plaque de réglage en hauteur |
| 2 | éprouvette | 5 | canal d'écoulement |
| 3 | gaz d'essai | 6 | support d'éprouvette |
- ^a Épaisseur de la couche d'air.

Figure 2 — Vue en coupe (axiale) du photoréacteur

6.4 Source lumineuse

La source lumineuse doit assurer une irradiation UV-A dans une plage de longueurs d'onde comprise entre 300 nm et 400 nm. Des sources appropriées incluent les lampes fluorescentes dites à lumière noire (LN) et à lumière noire bleutée (LNB), d'une longueur d'onde maximale de 351 nm ou 368 nm, telles que spécifiées dans l'ISO 10677, et les lampes à arc au xénon pourvues de filtres optiques qui bloquent le rayonnement inférieur à 300 nm. Dans le cas d'une lampe à arc au xénon, un système de refroidissement doit être utilisé conformément à l'ISO 10677. L'éprouvette doit être irradiée uniformément par la source lumineuse à travers la fenêtre. Si l'essai porte sur des photocatalyseurs de type filtre, la source lumineuse doit irradier toute l'épaisseur du filtre. Si une source lumineuse nécessite un préchauffage, elle doit être équipée d'un obturateur. La distance entre la source lumineuse et le réacteur doit être réglée de manière que l'éclairement énergétique UV (300 nm à 400 nm) à la surface de l'éprouvette soit de $10 \text{ W/m}^2 \pm 0,5 \text{ W/m}^2$. La distance doit être déterminée de manière indépendante, sans utiliser le photoréacteur. Un radiomètre UV conforme à l'ISO 10677 doit être placé derrière la fenêtre optique ou son équivalent, au même niveau que l'éprouvette soumise à essai. L'éclairement énergétique sur la longueur de l'éprouvette doit également être constant à $\pm 5 \%$ près. Si nécessaire, le réacteur doit être protégé de la lumière extérieure.

6.5 Système d'analyse pour l'acétaldéhyde

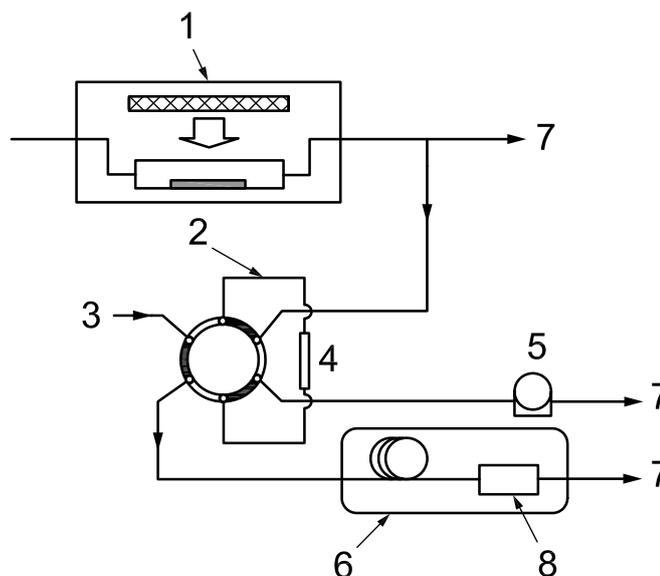
La concentration en acétaldéhyde doit être déterminée par chromatographie en phase gazeuse ou par dérivatisation avec du 2,4-dinitrophénylhydrazine et chromatographie en phase liquide à haute performance (DNPH-CLHP).

Dans le cas de la chromatographie en phase gazeuse, on peut utiliser soit une colonne remplie, soit une colonne capillaire, telles que décrites dans l'ISO 2718, de longueur suffisante pour séparer des composés organiques légers. La détection doit être réalisée soit au moyen d'un détecteur à ionisation de flamme (DIF), soit au moyen d'un détecteur à photo-ionisation (DPI). Le gaz d'essai est échantillonné au moyen d'une seringue à gaz étanche. L'utilisation d'une vanne six voies est toutefois conseillée pour un échantillonnage reproductible et automatique. Le schéma correspondant à l'utilisation d'une vanne six voies est montré à la Figure 3. Une petite pompe d'échantillonnage alimente le tube de mesure en continu avec le gaz d'essai. On arrête la pompe lorsque le gaz d'essai est échantillonné en commutant la vanne six voies. Le volume du tube de mesure est généralement de 0,5 ml, mais il doit être déterminé par la sensibilité du système d'analyse.

Dans le cas de la méthode DNPH-CLHP, les réactifs, l'équipement et le mode opératoire spécifiés dans l'ISO 16000-3 doivent être utilisés.

6.6 Système d'analyse pour le CO₂

La concentration en CO₂ doit être déterminée au moyen d'un analyseur de CO₂ à infrarouge non dispersif ou d'un chromatographe en phase gazeuse accompagné d'un méthaniseur. L'étalonnage du système doit être réalisé conformément à l'ISO 4224 ou à l'ISO 2718. Dans le cas de la chromatographie en phase gazeuse, le gaz d'essai doit être échantillonné de la manière décrite en 6.5.



Légende

- 1 photoréacteur
- 2 vanne six voies
- 3 gaz vecteur
- 4 tube de mesure
- 5 pompe d'échantillonnage
- 6 chromatographe en phase gazeuse
- 7 purge
- 8 DIF

STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 22197-2:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/ec3d34b6-4758-47a7-bcfd-2ecede1a0a31/iso-22197-2-2011>

Figure 3 — Système d'échantillonnage du gaz

7 Éprouvette

L'éprouvette doit être un matériau plat ou un matériau de type filtrant de $49,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ de largeur et $99,5 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$ de longueur. Elle peut être découpée aux dimensions indiquées dans un matériau brut ou une plaque pré-imprégnée plus large ou être préparée spécialement pour l'essai par imprégnation d'un substrat prédécoupé. Idéalement, l'éprouvette doit mesurer moins de 5 mm d'épaisseur afin de minimiser la contribution des faces latérales. Si des éprouvettes plus épaisses doivent être soumises à essai, les faces latérales doivent être scellées par un matériau inerte avant l'essai. L'épaisseur de l'éprouvette de type filtre ne doit pas dépasser 20 mm.

8 Mode opératoire

8.1 Aspects généraux

Le mode opératoire pour l'essai consiste en un prétraitement de l'éprouvette, une étape d'adsorption à l'obscurité et la détermination de l'élimination de l'acétaldéhyde et de la formation de CO_2 sous irradiation. Un exemple de variation de la concentration en acétaldéhyde et en CO_2 au cours de l'essai est représenté à la Figure 4. Il peut arriver que la détermination du CO_2 ne soit pas réalisable pour certaines pièces d'essai. La faible activité photocatalytique de certaines éprouvettes peut donner lieu à une quantification inexacte de l'élimination de l'acétaldéhyde. Dans ce cas, la quantité d'acétaldéhyde éliminé par éprouvette peut être réduite en suivant le mode opératoire de l'Article 10.