

---

---

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

Partie 4:

**Élimination du formaldéhyde**  
(standards.iteh.ai)

*Fine ceramics (advanced ceramics, advanced technical ceramics) —  
Test method for air-purification performance of semiconducting  
photocatalytic materials —*  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3a42-42d7-87d9-e1076c57496f/iso-22197-4-2021>  
Part 4: Removal of formaldehyde



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

ISO 22197-4:2021

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9f3c64ae-3a42-42d7-87d9-e1076c57496f/iso-22197-4-2021>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2021

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

E-mail: [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)

Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Symboles</b> .....	<b>2</b>
<b>5</b> <b>Principe</b> .....	<b>2</b>
<b>6</b> <b>Appareillage</b> .....	<b>3</b>
6.1   Montage d'essai.....	3
6.2   Générateur de gaz d'essai.....	6
6.3   Photoréacteur.....	6
6.4   Source lumineuse.....	6
6.5   Système d'analyse.....	6
<b>7</b> <b>Échantillon</b> .....	<b>6</b>
<b>8</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>7</b>
8.1   Aspects généraux.....	7
8.2   Conditionnement de l'échantillon.....	7
8.3   Préparation en vue de l'essai.....	8
8.4   Essai préliminaire.....	8
8.5   Essai d'élimination.....	8
<b>9</b> <b>Calcul</b> .....	<b>9</b>
<b>10</b> <b>Méthode d'essai pour des échantillons de faible performance</b> .....	<b>9</b>
<b>11</b> <b>Rapport d'essai</b> .....	<b>10</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>11</b>

## 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](http://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 rédigées par l'ISO (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute autre 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](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 206, *Céramiques techniques*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 22197-4:2013), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- les références à l'ISO 4892-3 et à l'ISO 6145-7 ont été supprimées de l'[Article 2](#);
- le mesurage du débit gazeux a été modifié pour passer d'une base de gaz sec à une base de gaz humide en [6.2](#);
- la tolérance sur les dimensions de l'échantillon a été modifiée à l'[Article 7](#);
- des modes opératoires pour l'élimination des contaminants hydrosolubles ont été ajoutés à [8.2](#);
- un critère pour une absorption acceptable du formaldéhyde a été ajouté à l'[Article 9](#).

Une liste de toutes les parties de la série ISO 22197 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/members.html](http://www.iso.org/members.html).

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

## Partie 4: Élimination du formaldéhyde

### 1 Domaine d'application

Le présent document décrit une méthode d'essai pour la détermination de la performance en matière de purification de l'air de matériaux contenant un photocatalyseur ou dont la surface est pourvue de films photocatalytiques, généralement constitués d'oxydes métalliques semi-conducteurs tels que le dioxyde de titane ou d'autres matériaux céramiques, par exposition continue d'un échantillon à un polluant atmosphérique modèle sous rayonnement de proche ultraviolet (UV). Le présent document est destiné à être utilisé avec différents types de matériaux tels que les matériaux de construction sous forme de feuilles, de plaques et d'agglomérats plans, qui constituent les différentes formes de base des matériaux utilisés pour diverses applications. Le présent document s'applique également aux matériaux filtrants structurés, y compris ceux en nid d'abeilles, aux textiles tissés et aux non-tissés, ainsi qu'aux matériaux plastique ou papier s'ils contiennent des composés céramiques microcristallins ou composites. Le présent document ne s'applique pas aux matériaux photocatalytiques pulvérulents ou granulaires.

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 types de performances de ces matériaux photocatalytiques, comme la dégradation des contaminants dans l'eau ou les actions autonettoyantes, d'anticondensation et antibactériennes. Elle concerne l'élimination du formaldéhyde.

### 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 10677, *Céramiques techniques — Sources lumineuses UV destinées aux essais des matériaux photocatalytiques semi-conducteurs*

ISO 16000-3, *Air intérieur — Partie 3: Dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonylés dans l'air intérieur et dans l'air des chambres d'essai — Méthode par échantillonnage actif*

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

### 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 <https://www.electropedia.org/>

### 3.1 photocatalyseur

substance possédant une ou plusieurs fonctions basées sur des réactions d'oxydoréduction sous photo-irradiation, incluant la dégradation et l'élimination de contaminants dans l'air et dans l'eau, la désodorisation et des effets antibactériens, ainsi que des propriétés d'auto-nettoyage et d'anticondensation

### 3.2 matériau photocatalytique

matériau dans lequel ou sur lequel le *photocatalyseur* (3.1) est ajouté, par exemple, par dépôt, imprégnation ou mélange

Note 1 à l'article: Ces matériaux photocatalytiques sont destinés avant tout à être utilisés en tant que matériaux de construction pour des bâtiments et des routes afin d'obtenir les fonctions effectuées par les photocatalyseurs.

### 3.3 air pur

air ne contenant pas de polluants (c'est-à-dire air dans lequel la fraction volumique de polluants atmosphériques est inférieure à 0,01 µl/l)

Note 1 à l'article: L'air pur est préparé à partir d'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 formaldéhyde gazeux

gaz dilué de concentration connue en formaldéhyde, utilisé pour l'essai et l'étalonnage

### 3.5 gaz d'essai

mélange d'air en présence d'un ou de plusieurs polluants de concentrations connues préparé à partir d'un gaz étalon ou d'air pur (3.3), et destiné à être utilisé pour l'essai de performance du *matériau photocatalytique* (3.2)

### 3.6 conditions d'obscurité

conditions d'essai sans irradiation de lumière ni par la source lumineuse prévue pour l'essai ni par l'éclairage ambiant

## 4 Symboles

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

$f$	débit du gaz d'essai rapporté aux conditions normales de température et de pression (0 °C et 101,3 kPa) (l/min)
$\phi_F$	fraction volumique du formaldéhyde à la sortie du réacteur (µl/l)
$\phi_{F0}$	fraction volumique du formaldéhyde introduit (µl/l)
$\phi_{FD}$	fraction volumique du formaldéhyde à la sortie du réacteur dans les conditions d'obscurité (µl/l)
$n_F$	quantité, par échantillon, de formaldéhyde éliminé (µmol)
$R_F$	pourcentage, par échantillon, de formaldéhyde éliminé (%)

## 5 Principe

Le présent document concerne le développement, la comparaison, l'assurance qualité, la caractérisation, la fiabilité et la génération de données de fabrication des matériaux photocatalytiques. La méthode

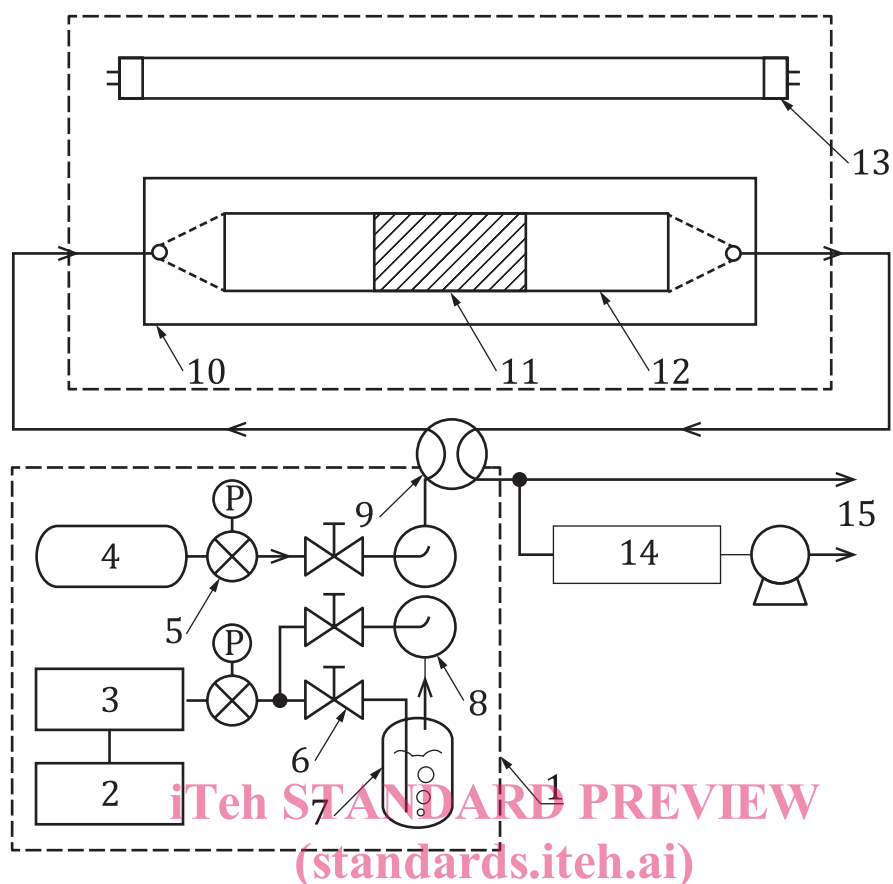
décrite a pour but de déterminer la performance de matériaux photocatalytiques en matière de purification de l'air en exposant un échantillon à une atmosphère polluée modèle sous rayonnement UV. Le formaldéhyde (HCHO) est choisi car c'est un polluant typique de l'air intérieur qui peut être à l'origine du syndrome des bâtiments malsains. L'échantillon, placé dans un photoréacteur à flux continu et activé par rayonnement UV, adsorbe puis oxyde le formaldéhyde en phase gazeuse en formant du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et d'autres produits d'oxydation. La performance en matière de purification d'air est déterminée à partir de la quantité nette de formaldéhyde (μmol) éliminé par l'échantillon. L'adsorption du HCHO due simplement à l'échantillon (et non à la photocatalyse) est évaluée par des essais à l'obscurité. Cependant, l'adsorption de formaldéhyde par certains échantillons peut être très importante et il n'est pas toujours possible d'atteindre une concentration stable en formaldéhyde pendant 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, telles que celles décrites dans les autres parties de l'ISO 22197.

## 6 Appareillage

### 6.1 Montage d'essai

Le montage d'essai permet d'étudier la capacité d'un matériau photocatalytique à éliminer un polluant en assurant une alimentation continue en gaz d'essai tout en maintenant l'irradiation pour activer le photocatalyseur. Il s'agit du même montage que celui utilisé dans la méthode d'essai pour l'élimination de l'oxyde nitrique (voir l'ISO 22197-1). Il est constitué d'un générateur de gaz d'essai, d'un photoréacteur, d'une source lumineuse et d'un analyseur de polluants. Les concentrations des polluants à étudier étant faibles, le système doit être constitué de matériaux peu adsorbants et résistants au rayonnement UV, par exemple, de la résine acrylique, de l'acier inoxydable, du verre et des polymères fluorocarbonés. La [Figure 1](#) présente un exemple de montage d'essai.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9f3c64ae-3a42-42d7-87d9-e1076c57496f/iso-22197-4-2021>

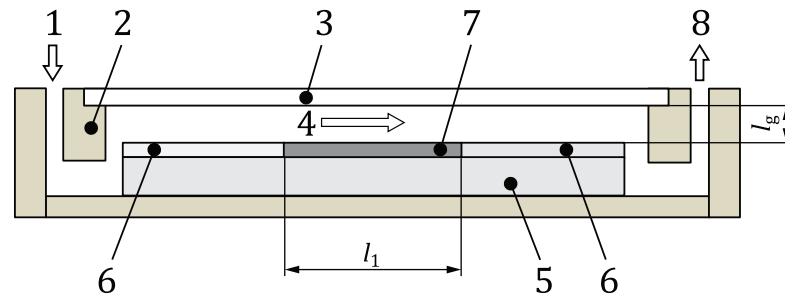


**Légende**

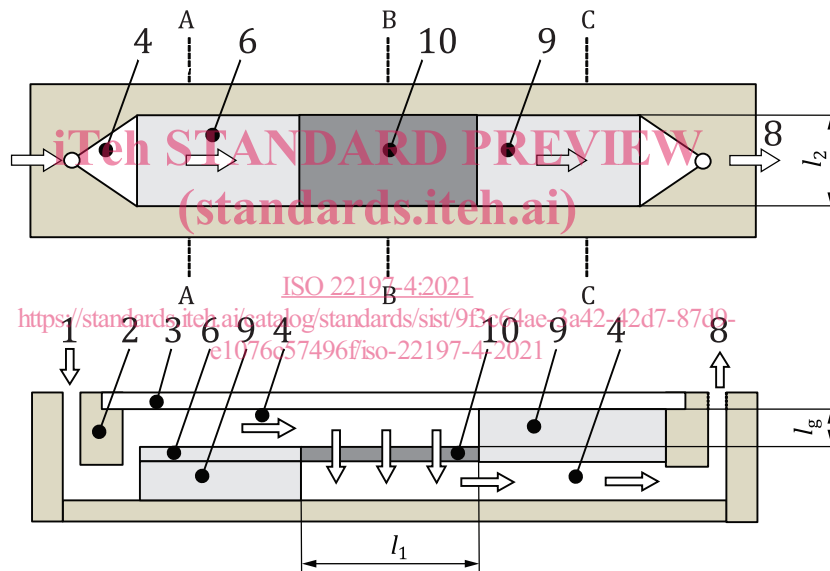
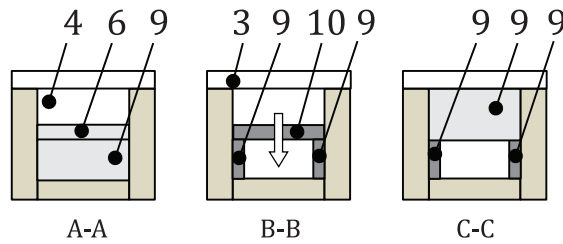
- |   |                                  |    |                            |
|---|----------------------------------|----|----------------------------|
| 1 | générateur de gaz d'essai        | 9  | vanne à quatre voies       |
| 2 | compresseur d'air                | 10 | photoréacteur              |
| 3 | système de purification de l'air | 11 | échantillon                |
| 4 | gaz étalon (polluant)            | 12 | fenêtre optique hermétique |
| 5 | régulateur de pression           | 13 | source lumineuse           |
| 6 | débitmètre massique              | 14 | analyseur                  |
| 7 | humidificateur                   | 15 | purge                      |
| 8 | mélangeur de gaz                 |    |                            |

**Figure 1 — Schéma du montage d'essai**





a) Pour échantillons plats



b) Pour échantillons de type filtre

longueur de l'échantillon $l_1$	largeur de l'échantillon $l_2$	épaisseur de la couche d'air $l_g$
$99,0 \pm 1,0$ mm	$49,0 \pm 1,0$ mm	$5,0 \pm 0,5$ mm

**Légende**

- |                                  |                                 |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1 entrée du gaz d'essai          | 6 plaque auxiliaire             |
| 2 tampon                         | 7 échantillon (de type plat)    |
| 3 fenêtre optique hermétique     | 8 sortie du gaz d'essai         |
| 4 zone d'écoulement              | 9 support pour échantillon      |
| 5 plaque d'ajustement en hauteur | 10 échantillon (de type filtre) |

**Figure 2 — Vues en coupe du photoréacteur**

## 6.2 Générateur de gaz d'essai

Le générateur de gaz d'essai alimente de manière continue le photoréacteur en air pollué par 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 varie pas de plus de 5 % par rapport à 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 le présent document est celle du débit rapporté aux conditions normales de température et de pression (0 °C et 101,3 kPa). Les valeurs typiques des débits en pleine échelle des débitmètres à utiliser pour le gaz polluant, l'air sec et l'air humide sont respectivement de 200 ml/min, 2 000 ml/min et 2 000 ml/min. Le gaz étalon formaldéhyde conditionné en bouteille, habituellement dilué dans de l'azote, doit avoir une fraction volumique d'environ 20 µl/l.

## 6.3 Photoréacteur

Un échantillon plan de 50 mm de largeur est placé dans le photoréacteur. La surface de l'échantillon doit être 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 aux irradiations lumineuses dans l'ultraviolet proche. L'échantillon doit être séparé de la fenêtre par une couche d'air d'une épaisseur de 5,0 mm ± 5,0 mm. Le gaz d'essai doit traverser uniquement l'espace situé entre l'échantillon et la fenêtre. La largeur de cet espace doit être réglée avec exactitude en fonction de l'épaisseur de l'échantillon, en utilisant par exemple des plaques d'ajustement en hauteur, d'épaisseurs différentes, comme représenté à la [Figure 2 a](#)). Lorsqu'un matériau de type filtre est soumis à essai, on doit utiliser un autre type de support pour échantillon, qui soutient celui-ci tout en permettant au gaz d'essai de traverser le filtre irradié [[Figure 2 b](#)]). On doit utiliser pour la fenêtre un verre de quartz ou un verre borosilicaté qui absorbe un minimum de rayonnement à des longueurs d'onde supérieures à 300 nm.

## 6.4 Source lumineuse

La source lumineuse doit assurer une irradiation UV dans une plage de longueurs d'onde comprise entre 300 nm et 400 nm. Les lampes fluorescentes dites à lumière noire (LN) et à lumière noire bleutée (LNB), d'une longueur d'onde maximale de 351 nm, telles que spécifiées dans l'ISO 10677, constituent des sources lumineuses appropriées. L'échantillon doit être irradié uniformément par la source lumineuse à travers la fenêtre. Si l'essai est réalisé avec des photocatalyseurs de type filtre, la source lumineuse doit irradier une face de l'échantillon. 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 à ce que l'irradiance UV (300 nm à 400 nm) à la surface de l'échantillon soit de 10 W/m<sup>2</sup> ± 0,5 W/m<sup>2</sup>. L'irradiance sur la longueur de l'échantillon doit également être constante à ± 5 % près. L'irradiance UV doit être mesurée avec un radiomètre conforme à l'ISO 10677. Si nécessaire, le réacteur doit être protégé de la lumière extérieure.

## 6.5 Système d'analyse

Le gaz d'essai doit être prélevé à l'aide d'une cartouche de prélèvement, d'une pompe et d'un régulateur de débit, tels que spécifiés dans l'ISO 16000-3. La concentration en formaldéhyde doit être déterminée par chromatographie en phase liquide à haute performance après dérivatisation avec de la 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH-CLHP). Les réactifs, l'équipement et le mode opératoire spécifiés dans l'ISO 16000-3 doivent être utilisés. D'autres méthodes d'analyse de performances équivalentes ou meilleures peuvent être utilisées.

## 7 Échantillon

L'échantillon doit être un matériau plat ou de type filtre de 49,0 mm ± 1,0 mm de largeur et 99,0 mm ± 1,0 mm de longueur. Il peut soit être découpé aux dimensions indiquées dans un matériau brut ou dans une plaque pré-imprégnée plus large, soit être préparé spécialement pour l'essai par imprégnation d'un substrat prédécoupé. Idéalement, l'échantillon doit mesurer moins de 5 mm d'épaisseur afin de réduire au minimum la contribution des faces latérales. Si des échantillons plus