



Norme  
internationale

**ISO/ASTM 52933**

**Fabrication additive —  
Environnement, santé et sécurité  
— Méthode d'essai pour les  
substances dangereuses émises  
par les imprimantes 3D de type à  
extrusion de matière dans les lieux  
non industriels**

Première édition  
2024-03

*Additive manufacturing — Environment, health and safety —  
Test method for the hazardous substances emitted from material  
extrusion type 3D printers in the non-industrial places*

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO/ASTM 52933:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/44495f1b-df6a-4519-89bc-a599a0f5d10e/iso-astm-52933-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/44495f1b-df6a-4519-89bc-a599a0f5d10e/iso-astm-52933-2024>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO/ASTM International 2024

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 un intranet, sans autorisation écrite soit de l'ISO à l'adresse ci-après, soit d'un organisme membre de l'ISO dans le pays du demandeur. Aux États-Unis, les demandes doivent être adressées à ASTM International.

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

ASTM International  
100 Barr Harbor Drive, PO Box C700  
West Conshohocken, PA 19428-2959, USA  
Tél.: +610 832 9634  
Fax: +610 832 9635  
E-mail: [khooper@astm.org](mailto:khooper@astm.org)  
Web: [www.astm.org](http://www.astm.org)

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4 Cibles et principaux facteurs de substances dangereuses</b> .....	<b>3</b>
<b>5 Normes d'essai pertinentes</b> .....	<b>3</b>
<b>6 Conditions d'échantillonnage</b> .....	<b>4</b>
6.1 Lieu d'échantillonnage .....	4
6.2 Planification de l'échantillonnage .....	5
<b>7 Méthodes de mesure</b> .....	<b>7</b>
7.1 Méthodes actives et intégrées dans le temps .....	7
7.1.1 Objectif .....	7
7.1.2 Analyse des COV .....	7
7.1.3 Méthode appliquée aux aldéhydes .....	10
7.2 Méthode en temps réel .....	12
7.2.1 Objectif .....	12
7.2.2 Échantillonnage .....	12
7.2.3 Détermination de la concentration de particules .....	12
<b>8 Rapport d'essai</b> .....	<b>14</b>
<b>Annexe A (informative) Considérations pour la réduction de l'émission de substances dangereuses</b> .....	<b>16</b>
<b>Annexe B (informative) Liste de contrôle pour la réduction des substances dangereuses</b> .....	<b>24</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>25</b>

[ISO/ASTM 52933:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/44495f1b-df6a-4519-89bc-a599a0f5d10e/iso-astm-52933-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/44495f1b-df6a-4519-89bc-a599a0f5d10e/iso-astm-52933-2024>

## 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'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas de position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu de notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets). L'ISO ne saurait être tenue responsable de ne pas avoir identifié tout ou partie de tels droits de propriété.

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

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [www.iso.org/iso/foreword.html](http://www.iso.org/iso/foreword.html).

Le comité responsable du présent document est l'ISO/TC 261, *Fabrication additive*, en coopération avec le Comité ASTM F42, *Technologies de fabrication additive*, dans le cadre d'un accord de partenariat entre l'ISO et ASTM International dans le but de créer un ensemble commun de normes ISO/ASTM sur la fabrication additive et en collaboration avec le Comité technique CEN/TC 438 *Fabrication additive* du Comité européen de normalisation (CEN), conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Il convient que tout retour d'information ou toute question sur le présent document soit adressé à l'organisme national de normalisation de l'utilisateur. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse <https://www.iso.org/fr/members.html>.

## Introduction

Le présent document traite de l'évaluation des substances dangereuses émises pendant le fonctionnement de machines FA de type à extrusion de matière, communément appelées «imprimantes 3D» installées dans des écoles ou des lieux publics à des fins éducatives et pratiques, et des contremesures de base permettant de réduire les substances.

Le présent document fournit les informations et les procédures d'essai nécessaires pour refléter les caractéristiques du processus de FA sur la base des normes internationales précédentes liées à la qualité de l'air intérieur et à l'évaluation des substances dangereuses dans les lieux non industriels.

L'opérateur, le superviseur et le responsable qui travaillent dans les lieux non industriels ont la possibilité d'utiliser le présent document pour mesurer et diagnostiquer la qualité de l'air. Le présent document comprend également des annexes afin de les aider à réduire les substances dangereuses émises dans les espaces non industriels.

iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO/ASTM 52933:2024](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/44495f1b-df6a-4519-89bc-a599a0f5d10e/iso-astm-52933-2024)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/44495f1b-df6a-4519-89bc-a599a0f5d10e/iso-astm-52933-2024>



# Fabrication additive — Environnement, santé et sécurité — Méthode d'essai pour les substances dangereuses émises par les imprimantes 3D de type à extrusion de matière dans les lieux non industriels

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode d'essai pour mesurer les substances dangereuses émises pendant le fonctionnement de machines FA de type à extrusion de matière utilisées communément dans les lieux non industriels, et inclut des suggestions non normatives afin de les réduire.

Le présent document spécifie certaines des principales substances dangereuses émises par ce type de machine pendant le fonctionnement pour les matériaux communément utilisés actuellement, il décrit les informations supplémentaires et la méthode d'essai associée pour le mesurage des substances dangereuses, et inclut des considérations pour réduire les substances dangereuses et des contremesures de base.

Le présent document spécifie comment mesurer les concentrations de substances dangereuses générées dans les lieux non industriels (écoles, lieux publics et assimilés) dans lesquels ce type de machine est installé, et à maintenir un environnement de travail acceptable en gérant les installations de terrain, les machines, les filaments, et les produits réalisés par fabrication additive pour la réduction des substances dangereuses.

Cependant, le présent document ne couvre pas toutes les émissions de produits chimiques en phase gazeuse. Seule une gamme de Composés Organiques Volatils (COV) allant du n-hexane au n-hexadécane, y compris les aldéhydes, est incluse. Des considérations relatives à la réduction des émissions de produits chimiques et à l'amélioration de l'environnement de travail sont fournies dans les [Annexes A](#) et [B](#).

## 2 Références normatives

[ISO/ASTM 52933:2024](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/44495f1b-df6a-4519-89bc-a599a0f5d10e/iso-astm-52933-2024>

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 16000-2, *Air intérieur — Partie 2: Stratégie d'échantillonnage du formaldéhyde*

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 16000-4, *Air intérieur — Partie 4: Dosage du formaldéhyde — Méthode par échantillonnage diffusif*

ISO 16000-5, *Air intérieur — Partie 5: Stratégie d'échantillonnage pour les composés organiques volatils (COV)*

ISO 16000-6, *Air intérieur — Partie 6: Dosage des composés organiques (COTV, COV, COSV) dans l'air intérieur et l'air de chambre d'essai par prélèvement actif sur tubes à sorbant, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse avec détection MS ou MS-FID*

ISO 16017-1, *Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail — Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire — Partie 1: Échantillonnage par pompage*

ISO 16017-2, *Air intérieur, air ambiant et air des lieux de travail — Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par tube à adsorption/désorption thermique/chromatographie en phase gazeuse sur capillaire — Partie 2: Échantillonnage par diffusion*

ISO 16200-1, *Qualité de l'air des lieux de travail — Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse — Partie 1: Méthode d'échantillonnage par pompage*

ISO 16200-2, *Qualité de l'air des lieux de travail — Échantillonnage et analyse des composés organiques volatils par désorption au solvant/chromatographie en phase gazeuse — Partie 2: Méthode d'échantillonnage par diffusion*

ISO/TR 27628, *Air des lieux de travail — Particules ultrafines, nanoparticules et aérosols nanostructurés — Caractérisation et évaluation de l'exposition par inhalation*

ISO 28439, *Air des lieux de travail — Caractérisation des aérosols ultrafins/nanoaérosols — Détermination de la distribution granulométrique et de la concentration en nombre à l'aide de systèmes d'analyse différentielle de mobilité électrique*

ISO/ASTM 52900, *Fabrication additive — Principes généraux — Fondamentaux et vocabulaire*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO/ASTM 52900 ainsi que les 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

##### **composé organique volatil COV**

composé organique qui est émis par l'éprouvette d'essai et tous ceux détectés dans l'air de sortie de la chambre

Note 1 à l'article: Pour des raisons pratiques à prendre en compte pour les chambres d'essai, cette définition diffère de celle définie dans l'ISO 16000-6:2004. Dans l'ISO 16000-6, la définition repose sur la gamme de points d'ébullition (50 °C à 100 °C) à (240 °C à 260 °C).

Note 2 à l'article: La méthode d'essai d'émission décrite dans l'ISO 16000-9 est optimale pour la gamme de composés spécifiés dans la définition des composés organiques volatils totaux (COVT).

[SOURCE: ISO 16000-9:2006, 3.15]

#### 3.2

##### **aldéhydes**

composés organiques contenant des familles de formyl

Note 1 à l'article: Le formaldéhyde, l'acétaldéhyde et la vanilline sont des membres des familles des aldéhydes.

[SOURCE: ISO 21366:2019, 3.8]

#### 3.3

##### **particules ultrafines**

##### **PUF**

particules ayant un diamètre inférieur ou égal à 0,1 µm

[SOURCE: ISO/IEC 28360-1:2021, 4.36]



### 3.4

#### **volume de claquage**

volume d'atmosphère d'essai qui peut traverser un tube à adsorption avant que la concentration d'une vapeur d'éluion n'atteigne une valeur limite prédéfinie de la concentration d'essai appliquée

Note 1 à l'article: Pour les substances dangereuses dans l'air, la valeur limite appliquée généralement pour la concentration d'essai appliquée est de 5 %.

[SOURCE: ISO 16017-1:2000, 3.1, modifiée — La définition a été légèrement reformulée.]

### 3.5

#### **échantillonnage actif**

méthode d'échantillonnage actif dans laquelle un échantillonnage de collecte de substances chimiques est réalisé en l'espace d'une heure

### 3.6

#### **échantillonnage en temps réel**

méthode d'échantillonnage en temps réel dans laquelle la mesure de la concentration en nombre totale de particules d'aérosol est réalisée de manière consécutive

## 4 Cibles et principaux facteurs de substances dangereuses

Les COV, les aldéhydes et les PUF sont actuellement identifiés comme certaines des substances potentiellement dangereuses émises pendant le fonctionnement des machines FA de type à extrusion de matière dans les écoles et les lieux publics. Les machines FA de type à extrusion de matière qui sont actuellement utilisées pour un processus de FA avec filaments (ABS, PA, PC, etc.) peuvent modifier la concentration de substances dangereuses en fonction du processus et de l'environnement des lieux non industriels. Le risque lié à chaque substance dangereuse peut être confirmé en se référant à la mention de danger de la MSDS de la substance.

Étant donné que les facteurs suivants peuvent augmenter la concentration de substances dangereuses à cet endroit, des contremesures appropriées sont nécessaires. Voir l'[Annexe A](#) pour des informations sur des considérations permettant de réduire les concentrations d'émissions de substances dangereuses dans le lieu non industriel.

Les facteurs sont spécifiés comme suit: [ISO/ASTM 52933:2024](#)

- les facteurs liés à l'imprimante (par exemple conception – structure ouverte, close);
- les facteurs liés à la matière première (par exemple type de polymère, couleur, matériau de remplissage);
- les facteurs liés au processus (par exemple température de l'extrudeur, température du lit, densité de remplissage);
- les facteurs liés à l'environnement (par exemple dimensions de la pièce, présence de portes/fenêtres, ventilation, température, humidité).

## 5 Normes d'essai pertinentes

Le présent document couvre trois principales classes (COV, aldéhydes et PUF) de substances dangereuses pouvant être émises en cas d'utilisation d'imprimantes 3D de type à extrusion de matière et de filaments. Le [Tableau 1](#) fournit une liste de ces substances dangereuses ainsi que la stratégie d'échantillonnage et les méthodes d'essai recommandées pour les analyser dans un lieu de travail ou un environnement intérieur. Il convient que les utilisateurs aient conscience que chaque type d'émission pourrait varier de façon individuelle en fonction de la durée de fonctionnement de la machine, du type de filaments, de la température, de l'humidité ambiante, etc. Par conséquent, elles nécessitent toutes d'être surveillées individuellement et il convient de prendre des précautions appropriées afin de garantir que le plan de surveillance couvre les scénarios-catastrophes. Il n'existe actuellement aucune méthode d'essai pour mesurer les COV, les aldéhydes et les PUF simultanément ou pendant une période prolongée (par exemple au cours d'un processus de fabrication additive complet). Ainsi, les lieux non industriels où des imprimantes 3D de type à extrusion

de matière sont en fonctionnement nécessitent une méthode d'analyse intégrée pour surveiller chaque substance pertinente pour le processus.

**Tableau 1 — Normes d'essai pertinentes pour certaines substances dangereuses**

Exigences	COV	Aldéhydes	PUF
Méthode d'échantillonnage	ISO 16000-5 ISO 16000-6 ISO 16017-1 ISO 16017-2 ISO 16200-1	ISO 16000-2 ISO 16000-3 ISO 16000-4 ISO 16200-2	ISO/TR 27628 ISO 28439
Méthode d'analyse	ISO 16000-6 ISO 16017-1 ISO 16017-2	ISO 16000-4	ISO/TR 27628 ISO 28439

## 6 Conditions d'échantillonnage

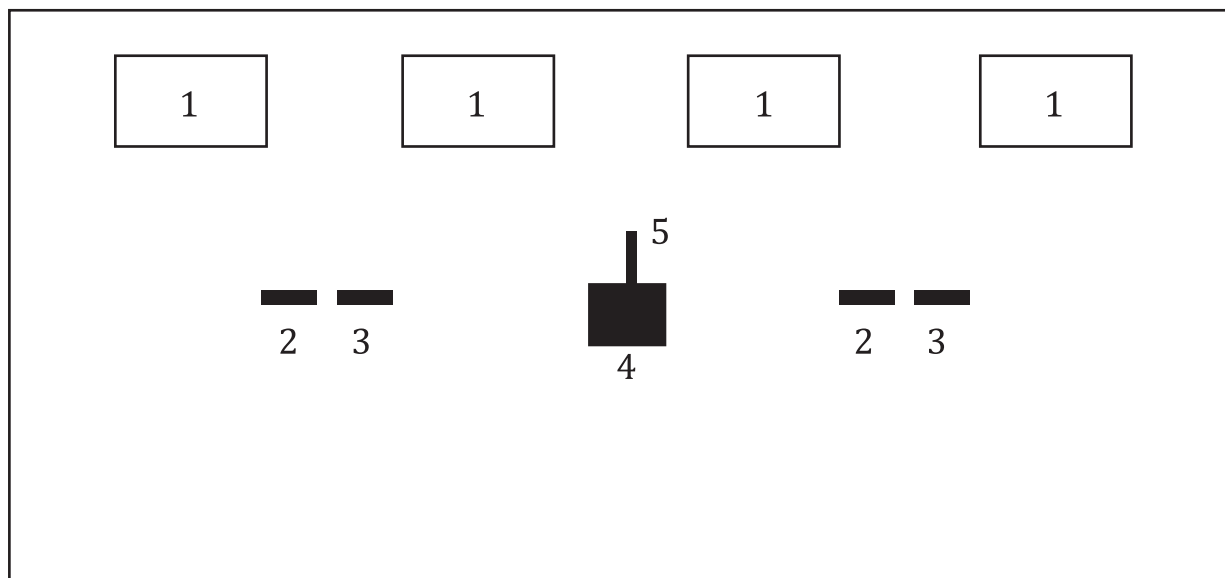
### 6.1 Lieu d'échantillonnage

L'échantillonnage de substances dangereuses pendant le processus de FA doit être réalisé simultanément et l'échantillonneur de COV et d'aldéhydes et l'équipement d'analyse de PUF doivent être placés dans des espaces séparés pour échantillonner chacune des substances. La [Figure 1](#) illustre un exemple d'un espacement possible des échantillonneurs par rapport aux imprimantes 3D. Deux échantillonneurs de COV et d'aldéhydes doivent être installés pour une vérification par recoupement. En outre, l'emplacement de l'échantillonneur est habituellement installé au centre du lieu non industriel et à une hauteur située entre 1,0 et 1,8 m du sol.

Le tube d'échantillonnage de PUF doit consister en un tube de silicone conducteur ou en acier inoxydable, de longueur n'excédant pas 3 m, et éviter de présenter des coudes.

<https://standards.iteh.ai>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/44495f1b-df6a-4519-89bc-a599a0f5d10e/iso-astm-52933-2024>



### Légende

- 1 imprimante 3D à extrusion de matière (exemple)
- 2 échantillonneur de COV
- 3 échantillonneur d'aldéhydes
- 4 équipement d'analyse de PUF
- 5 tube d'échantillonnage de PUF

**Figure 1 — Diagramme schématique du lieu non industriel pour la stratégie d'échantillonnage**

Dans le cas où un équipement d'analyse de PUF condense les nanoparticules en utilisant du butanol, de l'alcool isopropylique, et d'autres solutions organiques, les substances peuvent être spontanément volatilisées dans le lieu non industriel alors que l'équipement est en fonctionnement. En conséquence, la concentration finale de COV s'en trouve affectée. Ainsi, il convient que l'équipement d'analyse de PUF qui utilise des solvants organiques soit placé à l'extérieur du site de fabrication additive, afin de garantir l'absence de toute contamination croisée provenant de l'extérieur.

## 6.2 Planification de l'échantillonnage

Les conditions d'échantillonnage imposent les exigences indiquées à la [Figure 2](#) selon les méthodes d'échantillonnages actifs, intégrés dans le temps et en temps réel.