

Sécurité

Fabrication additive

Sur cette page

[Qu'est-ce que la fabrication additive?](#)

[Quels sont les dangers associés à la fabrication additive?](#)

[Quels sont les effets sur la santé associés à la fabrication additive?](#)

[Que peuvent faire les responsables du lieu de travail pour minimiser les risques liés à la fabrication additive?](#)

Qu'est-ce que la fabrication additive?

La fabrication additive, ou impression tridimensionnelle (3D), est un terme générique décrivant les technologies permettant de créer des produits précis à l'aide de données provenant de la conception assistée par ordinateur (CAO) ou de la numérisation 3D. Les objets sont construits couche par couche plutôt que par les techniques de fabrication classiques comme le fraisage et l'usinage, qui consistent à enlever de la matière excédentaire.

Il existe plusieurs techniques courantes de fabrication additive :

- Extrusion de matériau : consiste à chauffer des polymères bobinés jusqu'à leur point de fusion et à les extruder couche par couche pour construire un objet. L'adhésion des couches se fait par réglage de la température ou utilisation d'agents de liaison chimiques.
- Polymérisation en cuve : utilisation de miroirs pour diriger la lumière ultraviolette dans une cuve de résine polymère liquide et faire durcir des couches successives de résine par photopolymérisation.
- Projection de liant : utilisation d'une tête mobile pour déposer des couches de poudre et de liant liquide (adhésif) en alternance.

La fabrication additive a d'abord été mise au point pour aider les entreprises à produire rapidement des prototypes. Grâce à une large gamme de matériaux, l'impression 3D permet de créer des objets de taille et de complexité variées, comme des cartes de circuits imprimés, des ponts, des bâtiments ou des pales d'éolienne.

Le domaine de la fabrication additive est encore en évolution. Des technologies d'impression 4D, qui sont en cours d'élaboration, permettraient de créer des objets tridimensionnels qui peuvent changer ou se transformer au fil du temps et pourraient ainsi être utilisés dans des environnements extrêmes ou en tant que biomatériau dans le secteur de la santé.

Quels sont les dangers associés à la fabrication additive?

Les dangers potentiels des techniques de fabrication additive tiennent généralement à la matière première utilisée et aux émissions produites pendant le processus d'impression. Cependant, les chercheurs examinent encore la relation entre l'exposition aux émissions des imprimantes 3D et diverses issues de santé. Les effets à court et à long terme de l'exposition aux émissions des imprimantes 3D sur la santé ne sont pas encore bien compris.

Le chauffage des matières premières utilisées dans l'impression 3D pourrait exposer les utilisateurs à des aérosols et à des produits de décomposition thermique dangereux tels que les composés organiques volatils (COV) et les particules ultrafines (PUF). La concentration des particules et des composés émis peut varier en fonction du type d'appareil, de matériau et d'additif utilisé. L'exposition d'une personne à ces substances peut également varier en fonction du nombre d'appareils en fonctionnement, de la taille de l'appareil, de la proximité de l'appareil et de la durée d'exposition. Les chercheurs étudient encore la nature des particules et des composés qui forment ces émissions.

Par exemple, l'impression 3D utilisant des filaments d'acide polylactique (PLA) émet des COV, tels que le formaldéhyde, et des particules respirables. L'impression 3D utilisant un filament en acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS) émet également des particules ultrafines et des composés organiques volatils, qui peuvent tous deux entraîner des effets négatifs sur la santé.

Les **composés organiques volatils** associés à l'impression 3D sont généralement des monomères utilisés pour produire le matériau du filament, comme :

- Styène : possible sensibilisant respiratoire et cancérigène;
- Méthacrylate de méthyle : sensibilisant respiratoire, sensibilisant cutané et irritant respiratoire;
- Caprolactame : inducteur potentiel d'une dermatite de contact;
- Éthylbenzène : irritant respiratoire et oculaire; perturbe le système nerveux pour occasionner des étourdissements; peut provoquer des lésions au système sanguin et aux organes.

Les effets possibles à long terme sur la santé causés par les **particules ultrafines** (diamètre < 100 nm), comme celles émises pendant l'impression 3D, sont actuellement à l'étude. Cependant, en raison de leur petite taille, ces particules peuvent avoir une incidence sur les systèmes cardiovasculaire et respiratoire et déclencher des réactions allergiques.

Quels sont les effets sur la santé associés à la fabrication additive?

Des analyses effectuées in vivo et in vitro, des enquêtes et des études portant sur des cas en particulier sont en cours pour examiner les effets de l'exposition aux émissions des imprimantes 3D utilisant l'ABS sur la santé respiratoire, cardiovasculaire et cutanée.

Exposition aiguë : Des études sur l'exposition à l'impression 3D ont établi une association entre l'exposition aiguë et des effets sur la santé respiratoire, cutanée et oculaire. Des cas individuels ont été signalés au Canada.

- Un travailleur a contracté une pneumopathie d'hypersensibilité après une exposition à l'impression 3D à base de poudre de nylon.
- Un travailleur a souffert d'asthme en utilisant des filaments d'ABS pour l'impression 3D.
- Deux travailleurs ont développé une dermatite de contact en faisant de l'impression 3D à base de résine époxy.

Exposition de longue durée : L'utilisation d'imprimantes pendant plus de 40 heures par semaine a été associée à un diagnostic respiratoire autodéclaré d'asthme ou de rhinite allergique.

Étant donné que les données de recherche ne permettent pas encore de tirer de conclusions sur les effets de l'utilisation d'imprimantes 3D sur la santé, il est important de maintenir le plus faible degré d'exposition qu'il est raisonnablement possible d'atteindre. Par conséquent, il est important de procéder à des évaluations spécifiques au milieu de travail afin de déterminer si l'exposition peut constituer un danger pour la santé des travailleurs.

Que peuvent faire les responsables du lieu de travail pour minimiser les risques liés à la fabrication additive?

Comme c'est le cas de toutes les nouvelles technologies mises en place en milieu de travail, il est important de recenser les dangers possibles et d'évaluer les risques qui y sont associés. Par exemple, des renseignements sur la santé et la sécurité figurent dans la fiche de données de sécurité des matières premières (c.-à-d. filaments, poudres et liquides).

Les employeurs peuvent également mesurer l'exposition des travailleurs aux particules et aux composés présents dans les émissions des imprimantes 3D en effectuant des échantillonnages d'air à différents moments de la journée ou du quart de travail.

Si les produits chimiques émis sont connus, les responsables du lieu de travail peuvent comparer les concentrations mesurées aux [limites d'exposition en milieu de travail](#) acceptées, telles que les TLV (« threshold limit values ») fixées par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH).

La composition des particules émises par les imprimantes 3D n'étant pas encore bien caractérisée, les concentrations de particules ont été comparées à la limite d'exposition professionnelle des particules totales n'appartenant pas à une autre catégorie (« Total Particulates Not Otherwise Classified ») selon les méthodes 0500 et 0600 du NIOSH.

En plus des effets nocifs potentiels sur la santé, les responsables du lieu de travail devraient également tenir compte d'autres risques pour la santé et la sécurité associés à l'impression 3D dans leur évaluation, y compris les risques électriques et mécaniques, la chaleur et la lumière ultraviolette.

Il est également important de tenir compte non seulement des risques pendant l'impression, mais également pendant les tâches connexes, comme :

- Chargement et alimentation de la poudre ou des filaments de matière première dans les imprimantes;
- Manipulation directe de la matière première;
- Application de glaçure, d'enduit ou de peinture sur les pièces finies;
- Nettoyage et entretien des imprimantes;
- Nettoyage et entretien de l'équipement de ventilation et des surfaces de la zone;
- Ébauche et conception des impressions;
- Élimination des matières premières, des peintures et des glaçures.

Mesures de contrôle

Comme la fabrication additive est une technologie relativement nouvelle, il est possible qu'il n'y ait pas d'exigences de sécurité établies auxquelles les entreprises peuvent se référer. En l'absence de directives de sécurité normalisées, les employeurs doivent suivre le mode d'emploi et les directives de sécurité du fabricant de l'imprimante et appliquer le principe ALARA, c'est-à-dire maintenir l'exposition des travailleurs au plus faible degré qu'il soit raisonnablement possible d'atteindre.

Peu importe la quantité d'informations connues au sujet du danger, il est toujours important de suivre la [hiérarchie des mesures de contrôle](#). Cette hiérarchie aide les responsables du lieu de travail à établir l'ordre des mesures de contrôle, du degré de protection le plus efficace au degré de protection le moins efficace.

Voici des mesures de contrôle que les responsables du lieu de travail peuvent envisager :

Élimination ou substitution

- Limitation de l'utilisation de polymères à émissions élevées, si possible.

Mesures d'ingénierie

- Isolement physique de l'imprimante des employés (par l'utilisation d'une enceinte partielle ou complète, par exemple);
- Utilisation de la ventilation par aspiration à la source pour éliminer les contaminants directement à la sortie de l'imprimante;
- Augmentation de la ventilation passive et active de la pièce pour diminuer la concentration des contaminants dans l'air.

Mesures administratives

- Augmentation de la distance entre les employés et l'imprimante pendant son fonctionnement et limitation du temps passé à proximité de l'imprimante;
- Mot de passe protégeant les paramètres de l'imprimante pour restreindre l'accès à l'équipement uniquement au personnel formé;
- Mise en place de procédures opératoires normalisées pour la configuration et l'utilisation (limiter l'utilisation de températures supérieures à celle indiquée pour les filaments utilisés, par exemple);
- Entretien périodique des imprimantes, conformément aux recommandations du fabricant;
- Éducation et formation des employés sur les dangers associés à l'imprimante 3D et sur la manière d'effectuer leurs tâches en toute sécurité.

Équipement de protection individuelle

- Mise à disposition et entretien adéquat de l'équipement de protection individuelle approprié.

Date de la première publication de la fiche d'information : 2022-09-29

Date de la dernière modification de la fiche d'information : 2022-09-29

Avertissement

Bien que le CCHST s'efforce d'assurer l'exactitude, la mise à jour et l'exhaustivité de l'information, il ne peut garantir, déclarer ou promettre que les renseignements fournis sont valables, exacts ou à jour. Le CCHST ne saurait être tenu responsable d'une perte ou d'une revendication quelconque pouvant découler directement ou indirectement de l'utilisation de cette information.