



## NOUVELLES TECHNOLOGIES

PAR J.F. COBLENTZ

# Impression 3D : risques et précautions

**L'impression 3D envahit progressivement les cabinets d'orthodontie pour la production de moulages ou de gouttières. Il semble approprié de se poser la question des précautions à prendre pour la protection des équipes. Nous tentons ici de faire un point..**

## Éléments généraux

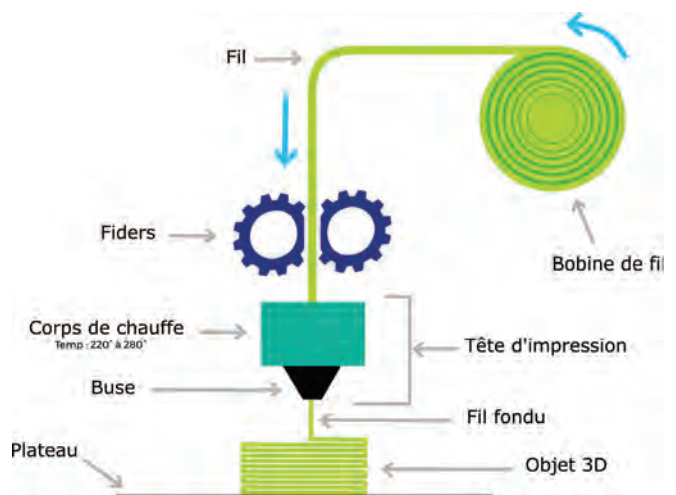
Les imprimantes 3D sont des outils de 'production industrielle'. En tant que telles, elles doivent être considérées avec le regard adéquat. En effet, elles exposent à des risques spécifiques, souvent totalement étrangers aux cabinets d'ODF. Ces effets négatifs sont essentiellement dus aux produits utilisés et aux émanations résultantes.

## Principes

Initiée par des brevets relativement anciens (1974 pour le dépôt de filament, 1984 pour la technologie SLA par Laser, ...), la fabrication additive 3D a débuté sa carrière en ODF avec les premiers scanners (milieu des années 2000) puis s'est réellement répandue avec les caméras intra-orales. Les solutions techniques sont essentiellement la fusion de matériaux (technologie dite FDM) et la stéréolithographie (appelée SLS ou SLA, selon les procédés). Chacune a ses spécificités et ses risques associés. Précisons que ces effets sont nettement moindres que ceux inhérents à la production

industrielle classique mais, dans les cabinets d'ODF, ils sont tellement méconnus qu'ils en deviennent 'des risques'.

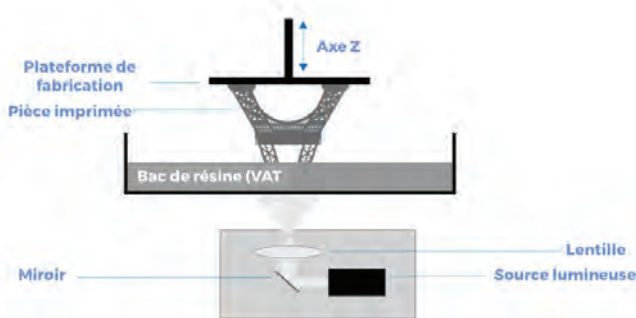
## La technologie FDM



Ici, le principe est de chauffer un matériau entre 200° et 300° (le plus souvent une matière plastique ou assimilée),

puis de le laminier (réduire son diamètre) pour un faire un filament d'une grande finesse qui est déposé, couche après couche, sur un plateau, lui-même porté à une température, certes plus faible, mais tout de même dans un intervalle allant de 60° à 100°. Les matières plastiques utilisées sont des polymères, déposés par la buse en filets formant des couches superposées.

## Les technologies SLS - SLA - DLP



La fabrication se fait là par solidification d'une résine à l'aide d'un faisceau lumineux ou d'un 'écran' de projection. La résine est donc un 'photo'-polymère, en général fourni en phase liquide dans les usages dentaires.

## Risques spécifiques et précautions pour y pallier

La fabrication additive présente de nombreux risques, communs à toutes activités 'industrielles'. Nous passerons les risques électriques et organisationnels (chutes, troubles musculo-squelettiques, ...) qui ne sont pas du propos de cet article. Les risques chimiques et autres amabilités (brûlures, incendies, explosions, rayonnements, émanations, ...) sont plus intéressants. En particulier, ils doivent être présentés dans le DU, le fameux Document Unique, obligatoire depuis quelques années, et les outils et méthodes de résolution doivent y être décrits.

Les filaments (ABS, PLA, ...), comme les résines, présentent des risques d'incendie ou d'explosion. Ils sont très faibles mais n'évacuez pas trop vite ces aspects. En règle générale, le stockage est un élément essentiel de protection. Ces produits doivent être conservés dans des endroits fermés, à l'abri de la lumière et à des températures modérées (entre 18 et 28°, environ).

Les émanations (essentiellement en impression résine) sont une source importante de vapeurs nocives et odorantes. Les résines, les résidus, en sont la cause. Mais les solvants de

nettoyage en fin d'impression (isopropanol, méthacrylate de méthyle, acétone, ...) sont également concernés et, de plus, sont des produits clairement inflammables et détonants. Il en va de même pour les bombes de colle, utilisées avec certaines imprimantes FDM.

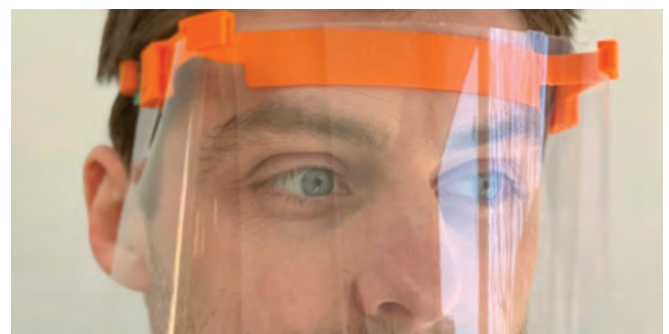
Enfin, le point le plus intéressant car totalement négligé touche aux poussières. L'impression (particulièrement la fusion de filament) génère des microparticules, dont certaines ont une taille de l'ordre du nanomètre, qui peuvent être particulièrement nocives à l'inhalation. Notons que les filaments à base de matériaux recyclés sont nettement plus sujets à ces émanations que les matériaux initiaux. Ces émanations invisibles, le plus souvent inodores, sont d'une nocivité liée, également, aux temps d'exposition. On trouve des monoxyde de carbone, dioxyde de carbone, aldéhydes, styrène, ... mais aussi des nanoparticules.

Avec une imprimante de type FDM, l'émission de ces particules est de l'ordre de 1010 particules à la minute (ABS comme PLA) ! De plus, les additifs (couleurs) ajoutent à ce tableau déjà sombre. Ce sont principalement des vapeurs, formées de composés organiques volatiles (COV). Ainsi, les styrènes, générés par la fusion de l'ABS, représentent jusqu'à 150 µg/m<sup>3</sup>. Cela représente environ 20 fois la dose mesurée dans un bureau en ville et la norme en France est de 100 mg/m<sup>3</sup>. On reste donc loin de cette limite mais c'est suffisant pour justifier des précautions standard.

Toujours à titre de comparaison, une imprimante 3D ABS génère environ 3500 µg / h, tous composants compris. Une imprimante laser (papier) génère jusqu'à 7700 µg/h !

Les imprimantes SLS - SLA - DLP utilisent des résines et des solvants. La concentration en COV est d'environ 20.000 µg/h. L'émission de COV est donc d'environ 6 fois supérieure pour cette technologie, comparativement.

## Prévention des risques



Vous devez respecter les obligations du Code du Travail (article R.4312-1) ! Il décrit à peu près tout ce qui doit être évité et réalisé.

Simplifions :

1. Vous devez utiliser le matériau le moins émissif possible (privilégier le PLA ou l'ABS à d'autres matériaux comme le TPU ou le nylon, préférer l'isopropanol à l'acétone, ...).
2. Vous devez privilégier des imprimantes et des solutions de post-traitements fermées, utiliser des gants, des lunettes et des masques. A minima, porter une visière ou un masque durant le démontage des pièces imprimées
3. Vous devez attendre au moins dix minutes après la fin de la phase d'impression pour laisser se déposer les nanoparticules.
4. Si le travail l'impose, une extraction d'air est préconisée. Dans tous les cas, durant le fonctionnement et le post-traitement, la circulation des personnes autour des machines doit être réduite le plus possible.

On le voit, des précautions, assez simples, mais très utiles, sont à prendre.

## Conclusion

Les risques spécifiques aux imprimantes 3D sont réels et mesurables. Ils peuvent provenir des systèmes eux-mêmes comme des matériaux ou des produits de finition. Certaines technologies sont peu émissives (FDM, SLA), d'autres un

peu plus (DLP). On note toutefois que l'émission se produit presque exclusivement durant l'impression, en technologie FDM, alors qu'elle se produit essentiellement dans le post-traitement, dans les technologies à base de résines liquides. Il convient donc de mettre en place l'information, les précautions de base et les mesures de prévention logiques inhérentes à chaque outil. Ces éléments doivent être présents dans le Document Unique d'Évaluation des Risques de votre cabinet. ■

## Bibliographie

- Keller, Ricaud et Patrascu – Fabrication additive ou impression 3D – Fiche pratique INRS 2020
- Ricaud, Patrascu, Mallard, Keller – Fabrication additive ou impression 3D – Fiche pratique INRS 2021
- Keller, Bau et Rousset – Caractérisation des émissions des machines de fabrication additive – INRS 2017  
Directive européenne 2006/42/CE
- Stephen, Azmi, Orch et Ramos – Ultrafine particle emissions from desktop 3D printers – Atmos Environmental – 2013
- Steinle – Characterization of emissions from a desktop 3D printer and indoor air measurement – Occupational environment hygiene 2016  
BPIFrance -



# 24<sup>èmes</sup> Journées de l'Orthodontie



**TOUT EST SON CONTRAIRE :  
L'ÉVOLUTION DES PARADIGMES**

**11, 12 ET 13 NOVEMBRE 2022**  
PALAIS DES CONGRÈS DE PARIS

INSCRIVEZ-VOUS VITE SUR  
**JOURNEES-ORTHODONTIE.ORG**

## LES JO DES ASSISTANT.E.S



**SAMEDI 12 NOVEMBRE 2022**  
EXCLUSIVEMENT

**9h00 / 12h30**

- Conférence plénière :  
**LA CONTENTION EN ORTHODONTIE : COMMENT,  
POURQUOI ET ÉVOLUTION AU FIL DES ANS**

► Ateliers

**14h00 / 16h00**

► Ateliers

**16h30 / 18h00**

- Concours : **COMMUNICATIONS LIBRES**  
**1<sup>er</sup> prix : 500 €**

**20h30**

- Cocktail dînatoire pour la soirée de la FFO à l'occasion des JO

**22h00**

- Soirée dansante

Pour participer au concours, envoyez votre candidature  
sous format word à l'adresse [congres@ffo-info.org](mailto:congres@ffo-info.org),  
**et tentez de gagner 500 €**

lors de la séance  
**CONCOURS - COMMUNICATIONS LIBRES**  
du samedi 12 novembre.

Plus d'informations sur le site [journées-orthodontie.org](http://journées-orthodontie.org)