



L'ESSENTIEL

- L'impression 3D désigne des techniques de fabrication procédant par ajout de matière, couche par couche.
- Née il y a une trentaine d'années, l'impression 3D concerne aujourd'hui de nombreux secteurs d'activité et atteint les particuliers.
- Outre les performances qui restent à améliorer, se posent des questions juridiques sur le droit d'auteur lié aux objets.
- L'impression 3D pourrait entraîner une profonde mutation, où la production de masse laisserait place à la personnalisation de masse.

Francesco De Comitè, Université Lille 1

1. DES MODÈLES DE SURFACES DÉFINIES MATHÉMATIQUEMENT, tel le modèle ci-dessus, peuvent être réalisés avec une relative facilité grâce à l'impression 3D.

que l'objet est créé par ajout de matière, couche par couche. Cette démarche s'oppose aux méthodes classiques de fabrication qui procèdent par retrait progressif ou déformation de matière (fraisage, découpe, pliage). Le matériau de base, qui peut être du plastique, du métal, du sable, etc., est déposé (ou non) par une tête d'impression sur un plateau horizontal. À chaque balayage horizontal de la tête d'impression, une couche, ou « tranche », est ainsi formée. Un déplacement vertical de la tête ou du plateau permet alors de passer à la couche suivante. L'objet est ainsi fabriqué couche par couche, avec deux avantages évidents : des pertes de matière minimales et la possibilité de réaliser des formes inaccessibles aux procédés habituels de fabrication en masse.

Trois principales familles de techniques d'impression 3D, et bien des variantes, coexistent (voir l'encadré pages 24 et 25). Chacune présente des avantages et des inconvénients en fonction des projets ; les choix de matériaux, la qualité d'impression et sa rapidité varient d'une technique à l'autre.

La méthode la plus simple, utilisée par la plupart des imprimantes 3D personnelles (souvent proposées en kit à monter soi-même), est celle du dépôt de filament fondu. Elle consiste à faire passer un filament de plastique – de l'ABS (acrylonitrile butadiène styrène) ou du PLA (acide polylactique) – dans une tête d'extrusion chauffante. La tête se déplace ensuite horizontalement et dessine l'objet désiré sur le lit d'impression. Un déplacement vertical permet de passer à la seconde couche de

l'objet, et ainsi de suite jusqu'à sa fabrication complète.

Le dépôt de filament fondu est l'une des techniques d'impression 3D les moins précises, mais elle a de nombreux avantages : faible coût, simplicité d'utilisation, machines compactes et faciles à réparer.

Cette technique, dont le brevet a été initialement déposé par l'entreprise américaine *Stratasys*, est devenue très populaire en grande partie grâce au mouvement du « matériel libre » (*open source hardware*). En 2005, l'ingénieur et mathématicien Adrian Bowyer, de l'Université de Bath au Royaume-Uni, a imaginé une imprimante à dépôt de filament fondu capable de se répliquer grâce à une structure elle-même partiellement imprimée en 3D. Il développa ainsi *RepRap Darwin*, la première imprimante 3D à source libre : toute la documentation technique correspondante est en accès libre sur Internet, et la machine est placée sous

licence publique générale GNU, comme un logiciel libre. Autrement dit, tout utilisateur est autorisé à la reproduire, à la modifier et même à la commercialiser.

Une vaste communauté internationale de passionnés s'est rapidement rassemblée autour du projet *RepRap* (pour *Replicating Rapid Prototyper*, prototypeur rapide et répliquatif) et des centaines de versions plus évoluées ont vu le jour. La *RepRap Prusa Mendel*, du nom de son contributeur tchèque Josef Průša, est l'une des plus populaires. Des particuliers se réunissent dans des endroits tels que les «hackerspaces» – des lieux où passionnés d'informatique se rencontrent pour apprendre et créer ensemble – et construisent leurs propres imprimantes 3D.

Matériel libre ou projets commerciaux

De nombreux projets commerciaux sont nés du projet *RepRap*. Par exemple, en 2009, au sein du hackerspace NYC *Resistor* à New York, un groupe d'amis a modifié et amélioré leur *RepRap* jusqu'à créer une variante, qu'ils nommèrent *MakerBot Cupcake*. Ils décidèrent de vendre leur modèle sous la forme d'un kit à assembler soi-même. La *MakerBot* a remporté un franc succès auprès d'un public de créateurs, d'ingénieurs et

L'AUTEUR



Mathilde BERCHON est consultante spécialisée en fabrication numérique et en matériel libre de droits. Vivant à San Francisco, aux États-Unis, elle a fondé le blog et podcast *MakingSociety.com*, destiné aux entrepreneurs de ce domaine.

À ÉCOUTER

Le jeudi 20 février 2014, de 14h à 15h, Mathilde Berchon reviendra sur le développement de l'impression 3D dans la partie Actualités de l'émission *La marche des sciences*, sur *France Culture*.
www.franceculture.com

de bricoleurs chevronnés. L'entreprise *MakerBot*, depuis fusionnée avec *Stratasys*, était ainsi lancée, et avec elle l'idée d'une imprimante 3D dans chaque foyer.

La technique d'impression 3D par dépôt successif de matière ne se limite pas au plastique. Suivant le même principe de la tête d'impression qui extrude la matière et la dépose sur un plateau, des chercheurs mettent au point des imprimantes 3D capables d'imprimer des cellules vivantes. Les imprimantes 3D de la société californienne *Organovo* impriment ainsi des tissus humains utilisés pour la recherche pharmaceutique : les cellules sont déposées sur un gel (imprimé simultanément) par une seringue qui se déplace horizontalement.

Par des méthodes analogues, l'Institut Wake Forest de médecine régénérative, aux États-Unis, a réalisé des prototypes d'un rein, d'une oreille ou d'un os de la main. Ces organes ne sont cependant pas fonctionnels et ne peuvent donc pas encore être implantés. L'un des grands défis est la précision de l'impression : il faut pouvoir reproduire les réseaux de vaisseaux qui irriguent l'organe et lui permettent de vivre.

Le même principe du dépôt par seringue a été utilisé pour le dépôt de matière alimentaire. Fromage, pâte à pizza,

IMPRIMER EN TROIS DIMENSIONS : TROIS

Les techniques existantes d'impression en trois dimensions se regroupent en trois principales familles, chacune fondée sur un principe différent. Dans tous les cas, l'objet est fabriqué couche par couche.

Dans les techniques de dépôt de filament fondu ❶, un fil de plastique passe dans un dispositif à roues commandé par ordinateur et qui alimente une tête chauffante d'extrusion. Le fil, aminci en un filament et fondu, se dépose sur le support et se solidifie. Le balayage horizontal des têtes d'extrusion permet de former une couche de l'objet à fabriquer. On passe aux couches suivantes grâce à un déplacement vertical des têtes d'extrusion ou du plateau.

Dans les techniques fondées sur la photopolymérisation ❷, l'objet est fabriqué par polymérisation (donc solidification) locale, grâce à un faisceau lumineux convenablement dirigé, d'une résine liquide. Dans certains dispositifs, un balai assure, pour chaque pas vertical, l'étalement d'une couche uniforme de résine liquide.

Dans les techniques de frittage par laser ❸, les particules de poudre sont localement fusionnées ou collées, sous l'action d'un rayon laser puissant. Chaque couche de poudre est étalée par un rouleau.

❶ DÉPÔT DE FILAMENT FONDU

