

# La démocratisation du prototypage rapide

Avec l'arrivée de nouvelles machines d'impression 3D, le prototypage rapide séduit de nouveaux secteurs, en particulier le médical et la bijouterie.

Le prototypage rapide est caractérisé par une méthode de fabrication additive des objets, par opposition aux méthodes soustractives de type usinage ou fraisage. Cette technique bien connue des bureaux d'études a démarré avec la stéréo-lithographie qui se trouve concurrencée par d'autres approches, en particulier par l'essor récent

des « imprimantes 3D », plus compactes, moins polluantes et moins coûteuses. Les passionnés peuvent trouver sur le web des kits à 1 000 ou 2 000 euros qui fonctionnent avec une buse projetant du fil plastique fondu. Caractéristique aussi de cette évolution, la startup française Sculpteo, créée en 2009, a ouvert un site de commandes en ligne de sculptures 3D à la demande.

Le domaine est en pleine ébullition... Le projet open et communautaire RepRap a comme objectif de concevoir une machine d'impression 3D qui puisse se répliquer. Un étudiant londonien, Markus Kayser, a fait sensation en présentant un prototype fonctionnant à l'énergie solaire, la Solar Sinter, qui fabrique dans le désert des objets 3D à partir de sable en fusion ! C'est l'avènement annoncé du Fab Lab, un monde où chacun pourra télécharger chez lui (ou dans un atelier de quartier) le fichier d'un produit et le fabriquer localement. Du côté des professionnels, la révolution est aussi en cours mais le ticket d'entrée est plus élevé. Si l'objectif est d'obtenir un prototype fonctionnel, il faut des machines à plusieurs dizaines de milliers d'euros, plus précises, avec une meilleure qualité de finition de surface et des matériaux plus résistants. Le coût de la machine grimpe alors à 10 000 euros, voire 20 ou 50 000 euros.



Stand de Zcorp avec sa dernière machine Zprinter 650, à la 20<sup>ème</sup> édition de l'AFPR (Association Française de Prototypage Rapide), qui s'est tenue mi-juin à L'Ecole Centrale de Paris

## Le fil de plastique fondu

Les imprimantes 3D qui font le buzz fabriquent des objets



de taille limitée, avec une qualité de finition moyenne. Selon Yannick Loisan, PDG de Multistation, « elles sont destinées à fabriquer des prototypes pour la visualisation, où la qualité de finition de surface, la précision géométrique ou la résistance du matériau ne sont pas des critères essentiels. » L'éducation ainsi que les écoles d'ingénieurs, les IUT et les Lycées professionnels, ont été les fers de lance pour développer le marché. Les hobbyistes en aéromodélisme par exemple, mais aussi les maquetistes ou les designers, ont pris le relais. « Les objets fabriqués n'ont pas de qualité de matière, et ne répondent à aucun procédé industriel, assure pour sa part Claude Barlier, DG du Cirtes, mais pour une PMI, ces machines offrent la possibilité de faire dans un temps très court une copie 3D de leur représentation CAO. »

L'explosion de l'offre est venue du brevet d'extrusion de fil plastique (ABS) ou dépôt de fil en fusion (Fused Deposit Modeling ou FDM), qui est tombé récemment dans le domaine public. Ce procédé inventé par Stratasys consiste à faire fondre de la résine à travers une buse et permet de produire des prototypes à bas coût. Les solutions low cost se sont multipliées, comme la MakerBot Replicator présentée au dernier Futur-en-Seine. Cela ne laisse pas indifférents les professionnels aguerris comme Yannick Loisan qui pose le problème de leur conformité : « Ces machines répondent-elles à des normes ? Sont-elles dangereuses ? Quel est le modèle économique de leur distribution et maintenance ? » Sa société



de distribution et d'intégration Multistation met en avant la Rapman de BitsFromBytes (3D Systems). Rebaptisée Extru-3D et commercialisée entre

**Design de siège réalisé en strato-conception par le CIRTES (St-Dié), par découpe de tranches de matière (ici du bois) qui sont ensuite empilées. Cette technique permet d'obtenir des prototypes de grandes dimensions et dans la matière de son choix. © CIRTES**

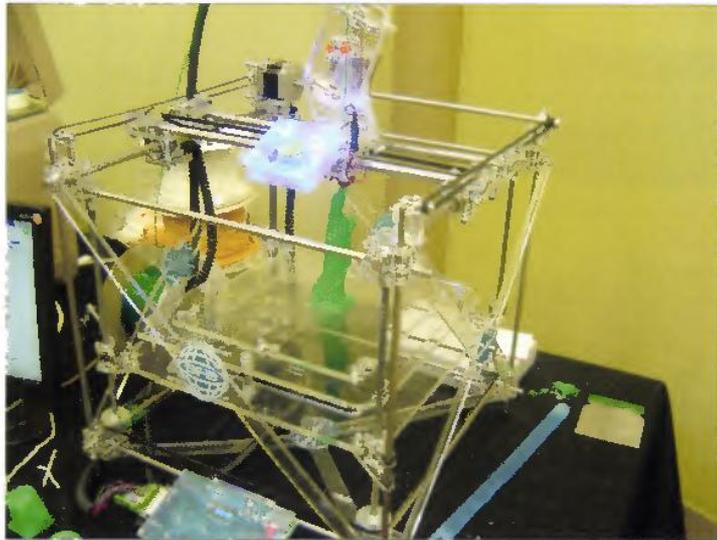


## Les matériaux, enjeu de ces prochaines années

« L'évolution la plus importante qui est attendue dans le prototypage rapide concerne les matériaux, assure Joël Rivault, fondateur de 3D Solutions (distributeur des machines Objet), il existe de nombreux enjeux comme la résistance aux très hautes températures, la biocompatibilité nécessaire en médical ou la transparence. » La gamme est vaste depuis les machines d'entrée de gamme à mille euros, à fil de plastique ABS fondu jusqu'aux équipements à plusieurs centaines de milliers d'euros, à fusion ou frittage de poudres métalliques (titanium, acier, aluminium...). L'objectif est de pouvoir fabriquer des prototypes, des pièces ou des outillages fonctionnels.

La stratégie de développement du fabricant Objet passe d'ailleurs par la diversification des matériaux proposés pour leurs machines d'impression 3D. Avec deux buses, il est possible de mélanger des matériaux avec différents coloris, différents degrés de dureté Shore, avec de l'élastomère (gamme Etengo, souple, transparent, noir...) mais aussi de l'ABS très résistant. Il est possible de mélanger par exemple un matériau résistant à haute température avec un matériau résistant mécaniquement. « Comme nous n'allons pas répondre à tous les besoins, la précision des pièces fabriquées par nos machines est aussi un critère important, met en avant Eric Bredin, directeur marketing Europe chez Objet, par exemple une partie d'un prototype de tableau de bord peut être réalisée par frittage, et la bouche de climatisation peut être réalisée avec Objet. Or, pour vérifier que ces pièces s'assemblent, il faut de la précision. »





**A moins de 3 000 euros, les petites machines de prototypage à fil fondu, comme ici l'Extru3D distribuée par Multistation, ont démocratisé la technique.**  
© Multistation

1 000 et 3 000 euros suivant les modèles, des centaines d'exemplaires ont été vendus dans l'éducation. « C'est avant

*tout un outil de vulgarisation, très pratique pour l'éducation et la formation, car son ouverture permet de comprendre le*

*process, confie son collègue Henry Soury-Lavergne, ingénieur d'affaires, elle est aussi utilisée par les designers et de petites pièces techniques peuvent être produites, par exemple en aéromodélisme. » Il existe un haut de gamme du fil fondu, comme chez Stratasys, avec ses machines « Dimension Elite » vendues à moins de 17 000 euros. Dans certains cas précis, des outillages ou des pièces fonctionnelles peuvent être fabriqués sur ces machines. Le fabricant Fortus de machines FDM cite ainsi parmi ses clients, BMW qui fait de l'outillage rapide pour des systèmes de fixation de logos, ou encore l'industriel Klock Werks qui produit des pièces assez résistantes et précises pour être intégrées à ses vélos.*

## Diversité des solutions, concentration des acteurs

En dehors des dizaines de nouvelles petites structures qui font des machines FDM, deux acteurs majeurs du moyen de gamme ont clairement émergé : Stratasys qui a racheté Objet et 3D Systems, pionnier de la stéréo-lithographie, qui a acquis Zcorp. Les autres fabricants souffrent, à l'image de Solido dont la technique à base de dépôt et découpe de films PVC transparents, pourtant peu coûteuse et robuste, n'a pas évolué. Le nettoyage des pièces est un peu compliqué, et la technologie reste limitée à des formes simples.

Chez Zcorp, le fonctionnement des imprimantes Zprinter repose sur des buses à jet d'encre qui projettent de la colle et des couleurs sur une poudre, plâtre ou composites. 3D Avenir est distributeur en France des produits 3D Systems. Pour Aurélien Prigent, ingénieur commercial : « Les imprimantes 3D Zprinter sont appréciées dans le secteur Education, pour faire découvrir la technologie et fabriquer de premiers prototypes. Mais nous avons aussi des clients comme Technip ou Plastic Omnium, ainsi que de petits prestataires de services qui, avant, faisaient de l'impression 2D et sont passés à la 3D. »



**Différentes prothèses réalisées avec les machines de SLM Solution, à frittage laser, présentées sur le stand de Multistation lors des assises de l'AFPR.**

L'approche du fabricant Objet repose sur un dépôt de résine photopolymère. « Avec la sortie d'une machine de bureau à moins de 20 000 euros, notre idée est de rendre le prototypage plus accessible, explique Eric Bredin, directeur marketing Europe



chez Objet, mais en conservant le même cœur, à jet de résine, très précis, sans compromis sur la qualité d'impression. » Là aussi, cette démocratisation profite avant tout à l'éducation. Ainsi, les régions ont équipé les lycées ST2i par le biais de leurs distributeurs. Chez les industriels, ce sont les BE internes ou externes qui s'équipent, mais aussi les designers.

## Les secteurs en pointe

Créé en 1991 à St-Dié, le Cirtes est un centre d'expertise et de comparatif entre technologies de prototypage avec une spécialité en strato-conception. Le centre a suivi les évolutions du secteur depuis les besoins initiaux en maquette, jusqu'à l'émergence de la fabrication rapide, avec de petites séries. « La facilité d'accès à des maquettes a nettement ouvert le marché à de nouveaux secteurs industriels, se félicite Claude Barlier. Au départ, nous étions positionnés en mécanique et plasturgie, puis nous nous sommes développés sur l'automobile, l'aéronautique, l'armement... et plus récemment vers de nouveaux secteurs comme les arts, la décoration, le luxe, les biens d'équipement, l'architecture, le design, le packaging, l'ameublement. Cette ouverture nous a permis de survivre. » Pour Joël Rivault, DG de 3D Solutions, une des applications du prototypage est la rétro-conception, notamment en horlogerie et en bijouterie. Un sculpteur fabrique manuellement un modèle en résine, de bijoux ou de montres. Ce modèle est ensuite numérisé, et peut être retouché en numérique avant d'en fabriquer un prototype.



## Quick Prod, du prototypage à la fabrication rapide

Créé il y a deux ans et demi, le centre de prototypage Quick Prod est installé près d'Orléans. Il est équipé de plusieurs machines ProJet CPX 3000 et 3500 de 3D Systems, distribuées en France par Kallisto. Sa fabrication va du prototypage à la production de petites séries (pièces moulées en cire perdue), pour laquelle le fondateur et gérant Jean-Michel Larrivé a mis au point un système de décirage lors de la cuisson du moule. Son marché est principalement la bijouterie, puis le médical, et de manière anecdotique l'aéronautique. « Si j'ai monté l'activité seul, je suis en train d'intégrer progressivement une deuxième personne, souligne Jean-Michel Larrivé. Le marché est en effet très porteur et mon chiffre d'affaires double chaque année. » Ses clients lui envoient des modèles CAO sous forme STL ou CTL, qui sont vérifiés sur le logiciel MiniMagics et envoyés à l'imprimante sans les retoucher.



Les pièces produites sont facturées de 50 cents à 500 voire 1 000 euros, pour certaines pièces complexes par exemple en aéronautique. La précision de 16 µm a permis de passer à la petite série. « Nous sommes vraiment passé du prototypage à la fabrication. Par exemple en bijouterie une grande maison parisienne nous demande des petites séries de soixante bagues », se félicite Jean-Michel Larrivé. Même constat dans le médical. Les machines CPX permettent de fabriquer de petites séries, jusqu'à 200 pièces ou plus, pour des prothèses de genoux ou de hanches, moulées autour d'une cire perdue.

Pour les prestataires de services, le marché intéressant est celui de la fabrication rapide avec de petites séries. Les professionnels s'accordent sur le dynamisme de deux secteurs en particulier, celui de la bijouterie joaillerie, et celui du médical, prothèses dentaires et auditives. Ainsi, Multistation distribue Solid Scape, une machine à environ 40 000 euros, qui fabrique des objets en cire, destinés à produire des pièces moulées en cire perdue. Les marchés principaux sont la bijouterie-joaillerie, l'ameublement et le médical où les besoins diffèrent suivant les secteurs. « La technologie de prototypage est adaptée aux formes gauches des prothèses auditives, confirme Yannick Loisan, en dentaire en revanche, les prothésistes mettent en vente leur machine, question de rentabilité peut-être, de culture aussi. » Chez Objet, Eric Bredin

assure pourtant qu'à l'exemple de certains pays étrangers (Angleterre, Etats-Unis), le fabricant croit au développement en France de la fabrication rapide en dentaire, pour les moules 3D pour les prothèses et les gouttières, pour des guides d'implants dentaires et d'alignement. 3D Solutions est un des distributeurs français des machines Objet. Son Directeur général, Joël Rivault, confirme l'importance du secteur du médical en insistant sur la place du luxe, accessoires de vêtements, montres, bijoux, etc. « Une des applications pour les bijoutiers est de partir d'une numérisation d'une pierre précieuse, pour en faire un prototype qui est une exacte copie en géométrie. Cela permet d'adapter les griffes sans risquer d'abîmer la vraie pierre. » ■



L'imprimante 3D crossover ProJet 7000 de 3D Systems fournit des pièces de la qualité et de la précision de la stéréolithographie, avec la facilité d'utilisation et les faibles coûts d'une imprimante 3D.