

étapes :

DOSSIER DESIGN & 3D

PAR JEANNE QUÉHEILLARD

L'impression 3D, une utopie réalisée

Le 16 juillet 1984, un brevet intitulé « dispositif pour réaliser un modèle de pièce industrielle » déposé par trois Français¹, définissait l'impression 3D en tant que technique de fabrication additive, par ajouts de couches successives de matière. Dès le 8 août 1984, l'Américain Chuck Hull déposait un brevet pour fabriquer des objets en stéréo-lithographie. En 1986, il fondait la première entreprise d'impression 3D. *Success story* pour cette technologie emblématique qui nourrit très largement les imaginaires contemporains. Technique embarquée dans les stations spatiales, tout autant que présente dans l'univers domestique, l'impression 3D connaît une évolution rapide. De la conception assistée par ordinateur (CAO) à la fabrication, elle représente ce qu'est la troisième révolution industrielle, où information et communication sont les maîtres mots. Très tôt, les architectes et les designers en ont fait un champ d'expérimentation. En 2005, Front Design concevait en direct « Sketch Furniture », une collection de mobilier en résine. Un dessin esquissé dans l'espace (une table, une chaise, un lampadaire, une suspension) était saisi par un logiciel de capture de mouvements numérisés en fichier 3D, puis réalisé via un prototypage rapide. Se

mettait en scène une des utopies de l'impression 3D, celle d'un écart réduit entre le désir de quelque chose et sa matérialisation. Des phases des processus habituels, comme la fabrication d'un moule, sont gommées, tandis que la vitesse du calcul numérique s'accélère. « Sitôt pensé, sitôt fait » serait en quelque sorte l'imaginaire de cette technologie. La réalisation d'objets tridimensionnels serait à la portée de tous, favorisant un mode de vie autonome, voire autosuffisant.

En 2016, l'exposition « Impression 3D, l'usine du futur² » faisait un état des lieux de la question. À partir de 70 créations, les problématiques soulevées par cette technologie étaient inventoriées en lien avec la mise en jeu « d'une chaîne numérique complète ». Des savoir-faire à la fabrication sur mesure, des nouvelles esthétiques à la mutation des processus de production, des modèles économiques où les makers, l'open source et le do it yourself ont aussi leur place, le bouleversement est spectaculaire. Il touche tous les secteurs et inaugure de nouvelles pratiques. Le circuit de production (temps de travail, économie de matière, performance des objets) est optimisé. Cette approche reste d'actualité. Les applications et l'échelle des réalisations, du nano au macro, sont en développement constant.

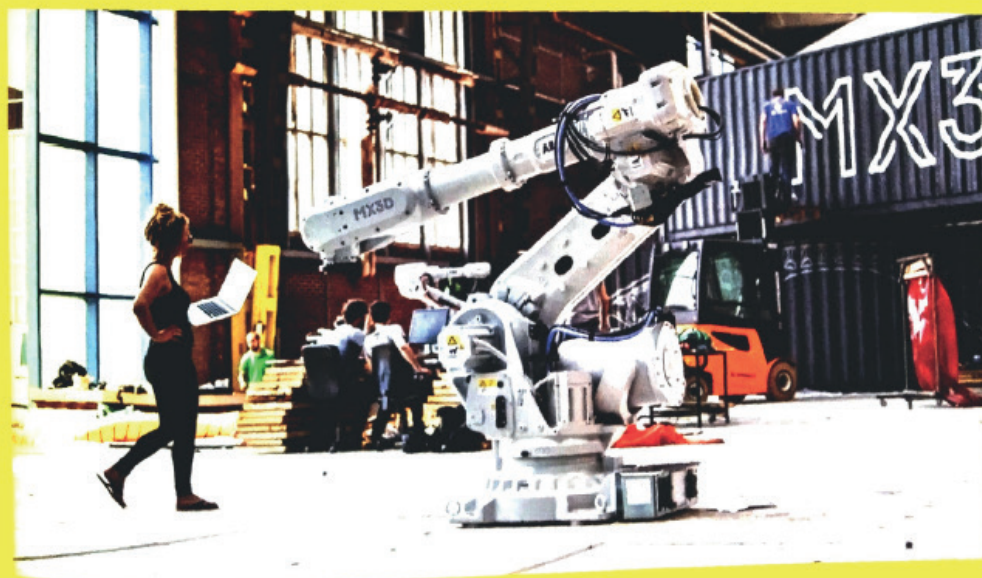
146 | étapes : 262

Étapes n°262 - 11 juin 2021
Papier / Dossier Design & 3D / p.146 - 153
“L'impression 3D, une utopie réalisée” / par Jeanne Quéheillard

GALERIE CHRISTOPHE GAILLARD
www.galeriegaillard.com

Aux Pays-Bas, Gijs Van der Velden a fondé la société MX3D spécialisée dans l'impression 3D à partir de métal. Il a réalisé plusieurs ponts et a récemment été récompensé par les Dutch Design Awards dans la catégorie Recherche.

DOSSIER DESIGN # 3D



147

Étapes n°262 - 11 juin 2021
Papier / Dossier Design & 3D / p.146 - 153
"L'impression 3D, une utopie réalisée" / par Jeanne Quéheillard

GALERIE CHRISTOPHE GAILLARD
www.galeriegailard.com



À ses débuts, l'impression 3D était utilisée comme outil de prototypage rapide et de visualisation de formes, en mono matériau et avec des objets à petite échelle.

Le panel des matériaux s'est largement étendu. Selon leur capacité « liquido-plastique », le métal, le verre, les plastiques, la terre, la cire ou le plâtre mis à l'état pâteux font entrer l'impression 3D dans tous les secteurs de production, médical, mécanique, construction, biens de consommation, etc., avec des performances (durée de réalisation, précision microscopique...) qui ne laissent d'étonner. Les différents procédés de cette fabrication couche par couche, en stéréolithographie, frittage de poudre, dépôt de matière fondue, photopolymérisation, laminage par dépôt sélectif, exercent une fascination à voir littéralement « monter » l'objet. L'instant est magique, que la pièce soit retirée d'un grand cube de poudre, tel un lapin sortant du chapeau, ou qu'elle apparaisse dans toute sa volumétrie au fur et à mesure que la matière se dépose et se solidifie. La démonstration était magistrale quand le designer Dirk Van der Kooij a transporté son atelier de fabrication pour *Endless Chair* au Salon de Milan en 2010. Sous l'œil subjugué des visiteurs, la tête d'extrusion d'un bras robotisé, telle une douille de pâtisserie, crachait en cordon continu une matière plastique recyclée, pour créer

une chaise, comme issue d'un seul trait ample de la main. Il démontrait une fabrication à plus grande échelle, au-delà des normes imposées par les imprimantes 3D de l'époque. Aux Pays Bas, qui excellent dans les ouvrages d'art, construire un pont, figure emblématique s'il en est, est devenu chose possible, en inox, en matériaux composites ou en béton (Joris Laarman, MX3D Bridge). Tout ceci implique une profonde mutation dans les savoir-faire et dans l'exercice des métiers. Le secteur de la construction est un exemple flagrant. Les cellules d'habitation telles que rêvées par Buckminster Fuller ou par Joe Colombo ont trouvé une nouvelle réalité quand en 2013 l'équipe du 3M FutureLab³ a conçu une capsule en sable dans laquelle sont insérées en impression 3D la logistique technique de l'habitat (ventilation, chauffage, éclairage...) et les fonctionnalités (sanitaire, cuisine, couchage). Dans le même temps, de 2012 à 2014, les designers François Brument et Sonia Laugier, soutenus par le VIA, proposaient un habitat imprimé à partir d'un programme informatique dont les changements de paramètres offraient différents systèmes d'aménagement. À l'instar de Jean Prouvé qui, en 1954, répondait à l'appel de l'Abbé Pierre avec *La maison des jours meilleurs*, construire industriellement un habitat économique et écologique est souvent le souci principal. Bien que

↓ D'une surface de 95 m² cette maison de 5 pièces, Yhnova, est constituée d'un ensemble de formes architecturales complexes qui seront réalisées par le biais de la technologie révolutionnaire de fabrication additive robotisée: Batiprint3D™ brevetée par l'université de Nantes.

DOSSIER DESIGN # 3D



↓ Le bourdon sur la butte (Thomas B), 2016. Maquette en résine de l'artiste Anita Molinero.



d'une conception architecturale très sommaire, en 2014, la société chinoise Winsun produisait en 24 heures les murs de dix maisons avec un béton chargé de fibres. Depuis, de nombreuses réalisations ont vu le jour dans le monde entier. En 2019, l'agence de design Fuseproject, créée par Yves Béhar, en collaboration avec le fabricant d'imprimante ICON, fondait le projet d'un lotissement en Amérique latine à l'adresse de populations à faibles moyens, où chaque maison (30 m² environ) serait construite en 24 heures. C'est le cas pour la maison Yhnova⁴ réalisée à Nantes en 2018 et toujours habitée depuis. Suite au séisme de 2015 au Népal, son initiateur, Benoît Furet, lance un programme de recherche pour un habitat d'urgence, en collaboration avec l'architecte Charles Coiffier. Sur une dalle en béton de 95 m², 164 m² de parois ont été montés en 54 heures. Yhnova est la première maison certifiée au monde. Sur le principe du béton banché, une imprimante de type filaire déverse deux boudins de polyuréthane enserrant un boudin de béton. La machinerie, digne d'un savant bricolage, combine un engin de transport de palettes et une tête de robot industriel. Le robot de l'imprimante était piloté à partir du plan de l'architecture. «La forme de la maison est issue de son environnement, ensoleillement, vis-à-vis, conservation des arbres sur le terrain. Elle n'est pas orthogonale mais possède des courbes qui augmentent sa performance énergétique. Nous avons pu modifier des cotes jusqu'à la veille de la mise en œuvre» indique Benoît Furet. L'innovation principale est d'avoir utilisé des matériaux existants (polyuréthane et béton) et d'avoir combiné l'isolation thermique et la partie structurante en béton. L'économie, en consommation de matériaux, dans les process (suppression des coffrages en bois), dans le temps passé et dans la main-d'œuvre est un argument de poids. Depuis, Benoît Furet et sa société Batiprint s'orientent vers des recherches alliant végétaux et terre crue et reliant cette technologie contemporaine avec la construction ancestrale des *bourrines* vendéennes. Dans l'ordre du mini, l'impression 3D est tout aussi spectaculaire. Dans le domaine médical, ses capacités de reproduction et d'imitation engagent à toutes les réparations personnalisées comme les vaisseaux sanguins, les reconstructions faciales et dentaires, et les prothèses osseuses. Elle participe à la conception d'un homme bionique, tels que les meilleurs récits de science-fiction l'avaient annoncé. Jusqu'aux plombiers

Étapes n°262 - 11 juin 2021
Papier / Dossier Design & 3D / p.146 - 153
"L'impression 3D, une utopie réalisée" / par Jeanne Quéheillard

qui sont touchés par cette mutation. Plus question de changer le robinet, il suffit de commander en ligne auprès d'une société d'impression 3D les pièces défectueuses, engrenages, taquets, coulisseaux. Sur des plateformes de partage de fichiers, il est possible de télécharger des objets divers, pas seulement des gadgets, à imprimer. À ce rythme, les critiques à l'encontre de l'obsolescence programmée sont déjouées au profit d'une approche écologique vertueuse, qui évite tout gaspillage.

«L'impression 3D suscite la crainte de voir des métiers disparaître, quand les programmes numériques et les automates font le travail.»

«On peut tout faire» est un autre pan de l'imaginaire de cette technologie, lié à l'imitation et à la variabilité du modèle que permet la programmation numérique. En concevant *Le bourdon sur la butte*, une petite sculpture en édition illimitée réalisée par stéréolithographie, l'artiste Anita Molinero s'amuse de cette question. Son œuvre sculptée consiste à extruder et à brûler des objets en matériaux de synthèse que l'industrie pétrochimique a produits au cours du XX^e siècle (poubelles plastiques, mousses, emballages). Cet objet «dérivé» représente l'artiste au travail, assise sur un container, en pause cigarette. La variation de ce multiple est mise en acte par l'acheteur, qui doit accepter d'être intégré dans ce tableau vivant aux côtés de l'artiste. Cette petite sculpture de table, en édition multiple, devient pièce unique grâce à une programmation sans cesse revue. Outre les questions symboliques qu'elle contient, *Le bourdon sur la butte* rappelle de manière sous-jacente les débats sociaux et politiques au XIX^e siècle suscités par le développement industriel et ses nouvelles technologies, «à l'âge de l'ersatz», selon les termes de William Morris. Dans les intérieurs, grâce aux images imprimées et à toute une

bimbeloterie imitant des objets d'art à une échelle plus petite, le grand art se démocratisait à coup de matériaux et de techniques d'imitation tels que le plaqué, le maillechort ou la galvanoplastie. Surgissait le risque de perdre l'activité artisanale et sa valeur créatrice. De la même manière, l'impression 3D suscite la crainte de voir des métiers disparaître, quand les programmes numériques et les automates font le travail. De nouveaux modèles artisan-industriels sont explorés.

Question formes et matériaux, les concepteurs s'en donnent à cœur joie. Déjouant les équilibres et les assemblages, le plus souvent liés aux principes d'orthogonalité, l'impression 3D permet des formes complexes et des dépassements techniques. La conception algorithmique pour une matière traitée en continu évite le passage par un moule ou l'ajout d'éléments de jonction. Les nouvelles typologies sont faites d'entrelacs, de creux, de bosses, d'enchevêtrements, de fractales dignes des chefs-d'œuvre sophistiqués des maîtres compagnons ou d'un travail de tricoteuse ou de dentellière. La variabilité infinie des programmes ainsi que l'exploration des limites structurelles des réalisations et la conception de matériaux adéquats démontrent la virtuosité des outils. Les algorithmes mènent le bal. Les formes d'une nature artificielle se font organiques ou biomimétiques. Point de vue décorative ou de débats sur des ajouts criminels, avec l'impression 3D, l'ornement est la structure. La *Voxel Chair* des étudiants de la Bartlett School of Architecture à Londres, sous la direction des architectes Gilles Retsin et Manuel Jimenez Garcia, est une accumulation de pixels tridimensionnels (voxels) vus comme des motifs volumétriques. Après la série «Solid» – sièges tables – conçus avec MGX-Materialise en 2004, le designer Patrick Jouin, avec la société Dassault Systèmes met au point en 2019 TAMU, une chaise pliable qui utilise le moins d'espace et de matière possible. Les mouvements d'un corps (Sophie Large, *Mocap.vfx*), la voix (François Brument, vase //44), un modèle mathématique (Daniel Widrig, *Degenerate Chair*), une programmation aléatoire (Jonathan Keep, *Iceberg*), les erreurs programmées (studio Bold, collection «Poilu»), tout est propice à créer des processus génératifs, où hybridation des formes et des matériaux, variation programmatique,

↑ Daniel Widrig: la chaise Peeler.
↓ Studio Bold: la collection de vases « Tuile », imprimés en terracotta, interroge les limites et les possibilités de l'impression par dépôt de fil. Ce résultat ne pourrait être obtenu autrement.

DOSSIER DESIGN & 3D



151

Étapes n°262 - 11 juin 2021
Papier / Dossier Design & 3D / p.146 - 153
"L'impression 3D, une utopie réalisée" / par Jeanne Quéheillard

GALERIE CHRISTOPHE GAILLARD
www.galeriegaillard.com



κ Studio Bold: la collection de vases poilus explore les possibilités de l'impression 3D à générer des formes et à implanter des « poils ».

λ François Brument, « Les vases blancs ». Série de vases uniques générés à partir du son de la voix.

μ Daniel Widrig: les tabourets *Degenerate Chair* du designer et artiste ont rejoint les collections du FRAC Centre-Val-de-Loire. Malgré leur aspect massif, ils ont été conçus par répartition dynamique de la matière dans un système instable. Ici le schisme entre structure et ornement disparaît.

confrontation des savoir-faire contemporains ou ancestraux, se combinent.

Enfin dans l'imaginaire social, l'impression 3D représente les espoirs d'une société qui se veut créative et collaborative où producteurs et utilisateurs seraient réunis dans un même mouvement.

« In dust we trust », (« En la poussière, nous croyons »), titrait l'exposition organisée par Industreal à Milan en 2004. Elle réunissait les travaux de trente designers accompagnés par le designer George Sowden. Avec le concours de l'Atelier ON/OFF, le prototypage rapide, selon la technique du frittage de poudre (d'où la poussière!) était exploré pour produire des objets utiles (quarante objets conçus à partir d'un mélange de plâtre et de colle). Cette exposition manifeste, deux autres suivront, se voulait une démonstration des technologies digitales comme facteur d'émancipation pour le designer qui retrouve une autonomie créative « sans devoir se soumettre à la rhétorique complexe des process industriels ».

Le partage des savoirs et l'accessibilité aux process de conception et de fabrication d'objets, qui jusqu'ici relevaient de mises en œuvre si ce n'est complexes, du moins hétérogènes dans leurs matériaux et leurs assemblages, sont mis en jeu.

S'appuyant sur toutes les ressources offertes par l'open source et le DIY, l'imprimante 3D a été rendue accessible au plus grand nombre par les communautés de makers et de hackers et les fab labs⁵. Des tutoriels permettent sa fabrication, sa duplication et d'incessantes améliorations sont proposées par les utilisateurs. L'imprimante 3D Foldarap (2011), issue des RepRap⁶ dont la licence est en open source, appartient à cette aventure. Fort de la possibilité de fabriquer une imprimante de type domestique, le designer Emmanuel Gilloz a conçu une imprimante 3D pliable et facilement transportable. Son succès l'avait conduit à fonder la start-up Open Edge, société de conception, de fabrication, de développement et de diffusion de cette imprimante à dépôt de fil et des modèles qui vont suivre. La Foldarap a réuni de nombreux principes qui appartiennent aux pratiques sociales contemporaines, comme le financement participatif, l'open source comme éthique, l'approche collaborative du savoir, le bricolage et la création bidouilleuse comme modèle, la réparation contre l'obsolescence programmée et le trop de consommation.

La Foldarap a connu sa dernière mise à jour en 2019. Selon Emmanuel Gilloz, présent à l'heure actuelle dans le Dôme, un fab lab de Caen: « L'excitation autour de l'impression 3D a dépassé un pic. Elle est très largement utilisée dans le secteur industriel pour la fabrication de pièces en grande série tout autant que pour accompagner la réalisation de pièces uniques et singulières. Par ailleurs, elle est devenue un objet domestique. Les particuliers achètent leur propre machine. » Peut-on pour autant rêver d'une usine à la maison? Rien n'est moins sûr, tant la connaissance du codage et de la programmation paramétrique, l'exploration de nouvelles applications, la conception de matériaux adaptés nécessitent encore de nombreux protagonistes, informaticiens, designers et architectes, chercheurs en matériaux et techniques, etc. Cependant, en s'emparant de cette technologie, les créateurs en permettent la connaissance et son développement tout autant que son approche critique. À l'instar de l'agence Bold⁷, dont les créations (le vase « comme échantillonneur de possibilités »), les workshops d'initiation et de transmission, et les recherches au sein du 8Fablab à Crest dans la Drôme soulèvent les enjeux d'une telle révolution. ●

1. Alain Le Méhauté (Alcatel), Olivier de Witte (Cilas) et Jean-Claude André (CNRS).
2. « Impression 3D L'usine du futur », Lieu du design en Île-de-France du 1^{er} avril au 9 juillet 2016. Commissariat François Brument, Catalogue, François Brument, Maëlle Campagnoli, Dunod, 2016.
3. Sous la direction de Peter Ebner, en collaboration avec Voxeljet.
4. Recherche conduite par Benoît Furet, professeur à l'université de Nantes - chercheur au laboratoire LS2N - cofondateur de Batiprint3d, Maître d'ouvrage, Nantes Métropole Habitat. Architecte, Charles Caiffier, agence TICA.
5. Plateforme/espace de rencontre dédié à la création collaborative de prototypage d'objets ouvert aux entrepreneurs, artistes, designers, étudiants, chercheurs, etc.
6. Le concept RepRap relève de la production de machines autorépliquables et rendues librement accessibles. RepRap a été fondé en 2005 par le Dr Adrian Bowyer, maître de conférences en ingénierie mécanique à l'université de Bath au Royaume-Uni.
7. Bold, agence de design créée par William Boujion et Julien Benayoun en 2008.