

Claude Barlier
Alain Bernard

L'USINE
NOUVELLE



FABRICATION ADDITIVE

Du Prototypage Rapide
à l'impression 3D

DUNOD

COLLECTION TECHNIQUE & INGÉNIERIE
MÉCANIQUE ET MATÉRIAUX

ÉLECTRONIQUE ÉNERGIES FROID ET GÉNIE CLIMATIQUE GESTION INDUSTRIELLE ENVIRONNEMENT MÉCANIQUE ET MATÉRIAUX ÉLECTRO-TECHNIQUE AUTOMATIQUE ET RESEAUX

FABRICATION ADDITIVE

Du Prototypage Rapide à l'impression 3D

En partenariat avec

L'USINE
NOUVELLE

Claude Barlier

Professeur de l'Institut Mines-Télécom, il initie en 1985 une équipe de recherche sur la fabrication additive. À partir de ses travaux, il crée à Saint-Dié-des-Vosges en 1991 le centre de R&D CRTES puis, en 2001, l'école d'ingénieur InSIC et, en 2011, la plate-forme d'innovation INORI SAS, des structures qu'il dirige toujours aujourd'hui.

Alain Bernard

Professeur des Universités à l'École centrale de Nantes, il débute ses travaux dans le domaine de la fabrication additive en 1990 en créant à Centrale Paris un des premiers centres de compétence en France, le CREATE. Il est depuis 1992 le vice-président de l'Association Française de Prototypage Rapide et fabrication additive.

La fabrication additive est constituée de sept familles normalisées de procédés de fabrication par ajout de matière, plus précisément tranchage numérique puis reconstruction physique couche par couche. Contribuant à la 4^e révolution industrielle, elle a un impact sur de nombreux métiers. Devenue réalité industrielle dans les années 1990 sous les vocables de « prototypage rapide » puis « outillage rapide » et « fabrication rapide », elle est maintenant appelée « impression 3D ».

Cet ouvrage définit ces concepts dans la chaîne numérique du développement rapide de produit et au sein des processus technologiques associés à la fabrication additive. Sont ainsi traités les règles de conception, l'hygiène et la sécurité, les moyens de mesure, des études de cas, l'offre marché...

Ce livre est destiné aux ingénieurs en bureau d'études, aux concepteurs et aux designers mais aussi aux makers et à tous les passionnés de ces nouveaux procédés.

POINTS FORTS

- ✓ Présentation détaillée des procédés de fabrication additive
- ✓ Etat de l'art complet, applications et illustrations très nombreuses
- ✓ Aspects pragmatiques traités pour l'ensemble de la chaîne du développement rapide de produit
- ✓ Large équipe de contributeurs, experts du domaine

CONTENU DE L'OUVRAGE

- Les sept familles normalisées de procédés
- Intégration dans la chaîne numérique du développement rapide de produit
- Éléments de base pour concevoir et fabriquer autrement
- Aide à la détermination des conditions optimales de fabrication
- Études de cas dans de nombreux domaines



7444454
ISBN 978-2-10-071139-0

Les actus



du savoir

DUNOD
dunod.com

8.5 L'art et la fabrication additive

Ce paragraphe présente, dans sa première partie, l'approche de Christian Lavigne, écrivain et artiste multimédia, pionnier de la sculpture numérique, cofondateur et président d'Ars Mathematica et d'Intersculpt.

Dans sa deuxième partie, une présentation de quelques exemples d'utilisation des procédés de fabrication additive dans le domaine de l'art est proposée.

8.5.1 L'approche d'un écrivain et artiste multimédia

L'émergence de la **sculpture numérique**, c'est-à-dire l'usage des ordinateurs pour la conception, l'étude et la visualisation des œuvres, tout comme l'emploi de diverses machines périphériques associées, pour la saisie de modèles existants ou la réalisation d'éléments ou d'ensembles plastiques nouveaux, n'est pas le fruit du hasard

235

8. Les principales applications industrielles de la fabrication additive

ou d'une lubie soudaine des artistes vis-à-vis des technologies de pointe. L'histoire des techniques est généralement mal connue du public, le rôle de l'art est largement sous-estimé dans sa contribution à des innovations majeures. Aujourd'hui, les artistes inventent ou font évoluer des outils numériques, comme autrefois la chimie ou la mécanique. Nous sommes à l'ère d'une **Nouvelle Renaissance**, car les chercheurs, les ingénieurs et les créateurs peuvent utiliser les mêmes équipements, les mêmes réseaux, pour réaliser leurs projets : ils sont souvent conduits à se fréquenter, même si, malheureusement, les systèmes dichotomiques traditionnels constituent un frein redoutable à ces riches échanges.

La sculpture numérique est un cas particulier de la **sculpture programmée**, ou **cybersculpture**. Nous renvoyons les lecteurs de cet ouvrage au livre que la Pr. Mary Visser (Southwestern University, Texas) et moi-même (Ars Mathematica) publieront prochainement sur ce vaste sujet. Stricto sensu, la première œuvre réalisée avec l'aide d'une machine à commande numérique nous paraît être la « ComputerSphere » d'Alfred Duca, empilage de sections d'une sphère creuse, aux circonférences mises en zigzag, découpées dans de l'acier corten par des chalumeaux pilotés selon une trajectoire programmée. Le MIT et Ramsay Welding ont permis la réalisation de ce projet, de 1967 à 1968. Peu après, d'autres sculptures furent usinées : en Allemagne par Georg Nees; en France par Pierre Bézier et son équipe; aux États-Unis par Charles Csuri. Depuis cette époque jusqu'au début des années 1990, la sculpture numérique ne pouvait utiliser que les procédés de « fabrication soustractive » : découpe, fraisage. Mais l'idée – fort ancienne – d'empiler des surfaces silhouettées revenait fréquemment. C'est ce principe, envisagé à une échelle microscopique pour ce qui est de l'épaisseur des tranches, qui donna lieu à l'invention de la « fabrication additive ».

Mais les artistes eurent des difficultés pour accéder aux premières machines de prototypage rapide. Aux États-Unis, Stewart Dickson fut le premier à utiliser la stérolithographie pour réaliser « Trefoil Torus Knot », une sculpture d'inspiration mathématique (1989). Peu de temps après (1990-1991), l'artiste japonais Masaki Fujihata créait, avec un collègue mathématicien, une série intitulée « Forbidden Fruits », d'inspiration naturaliste. En France, grâce à l'AFPR (Pdt Georges Taillandier) et à l'École centrale Paris (Pr. Alain Bernard), je produisais ma sculpture « Chant Cosmique », qui fut tirée en bronze (1994). Avec Alexandre Vitkine (1910-2014), nous lançons fin 1992 l'association Ars Mathematica, qui organisait dès 1993 une exposition internationale de sculpture numérique, devenue la biennale Intersculpt. Au milieu des années 1990, les sculpteurs numériques étaient moins d'une vingtaine à travers le monde. Aujourd'hui, leur nombre est en forte progression, car les technologies de la numérisation et de l'impression 3D ont été popularisées. Il faut toutefois regretter qu'en général l'enseignement artistique, et pas davantage le marché de l'art, ne soient à la hauteur de cette évolution.

236

8.5 L'art et la fabrication additive

Bref, les meilleurs artistes doivent se débrouiller, trouver des sponsors, ou bien, s'ils sont déjà connus, ayant des moyens, payer des assistants pour réaliser la CFAO de leurs œuvres. Certains sculpteurs revendiquent leur démarche technologique, d'autres, au contraire, la dissimulent. C'est que le petit monde des galeries, des agents ou des commissaires-priseurs, est affolé par l'idée de perdre le contrôle sur « l'original », mot magique pour faire grimper les prix et réserver l'art à une élite. La sculpture numérique, outre le fait qu'elle permet des réalisations extraordinaires par la liberté que donnent les nouvelles technologies de l'objet (abstraction, figuration, data-art, bio-art...), apporte aussi la possibilité d'une révolution dans la diffusion des œuvres plastiques, et du rapport entre l'artiste et son collectionneur. Dès 1998, je fus le premier à proposer des sculptures à télécharger sur Internet (fichiers STL pour machines de prototypage rapide). Non sans surprise, j'ai reçu trois demandes. Des milliers d'œuvres peuvent aujourd'hui transiter par le Web. Reste à mettre en place une juste protection et rémunération des sculpteurs du numérique.



Figure 8.45 « ComputerSphere » d'Alfred Duca, 1967, Boston, États-Unis (Photo R. et M. Duca)

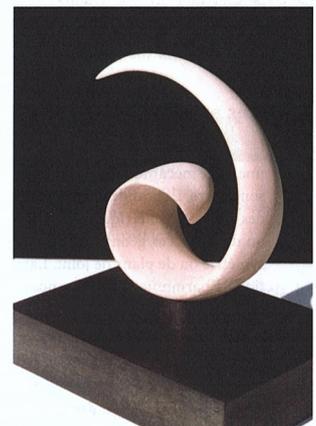


Figure 8.46 « Spirale » d'Alexandre Vitkine, usinage 3 axes, bois, années 1990, Paris, France

237

8. Les principales applications industrielles de la fabrication additive



Figure 8.47 « Mnémosyne » de Christian Lavigne, scanner médical, Zcorp impression 3D couleur, 2007, France



Figure 8.48 « Eve's Passion » de Mary Visser, SLS + particules d'or, 2015, Texas, États-Unis