

JOURNÉE
TECHNIQUE

Fabrication additive

Comment construire
une prévention adaptée ?



Technologies de fabrication additive : principes et applications

Alain BERNARD
Professeur Emérite à Centrale Nantes
Chercheur au LS2N UMR CNRS 6004
Membre de l'Académie des Technologies
Vice-Président de France Additive

Mardi 17 mai 2022
Paris – Maison de la RATP



ACADÉMIE
DES
TECHNOLOGIES
POUR UN PROGRÈS
RAISONNÉ
CHOISI
PARTAGÉ



Impression 3D / Fabrication additive

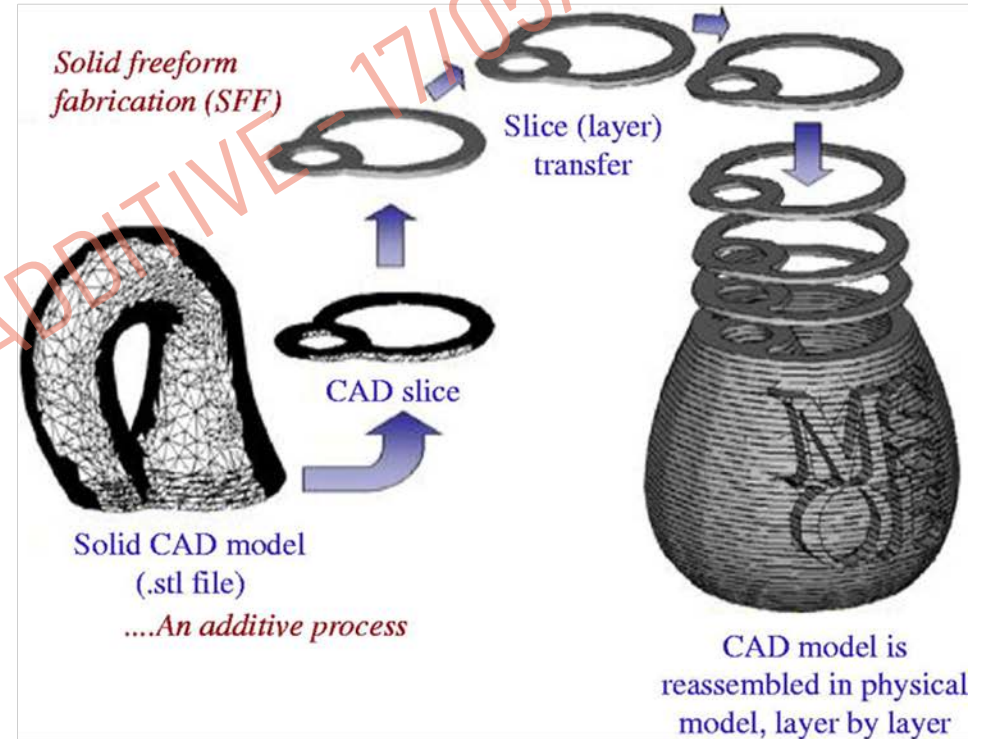


Credit for the two pictures: Alain BERNARD

Principe général du processus

Points communs à toutes les technologies

- Un modèle numérique de l'objet doit être créé.
- A partir du modèle numérique, un fichier STL est généré et est coupé en différentes couches.
- Sur la base de ces couches, la pièce physique est construite couche par couche.

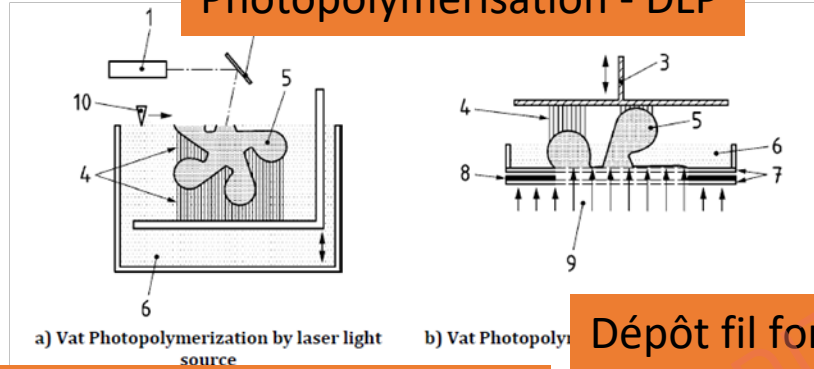


Source: <http://blog.cafefoundation.org/additive-manufacturing-for-electric-motors/>

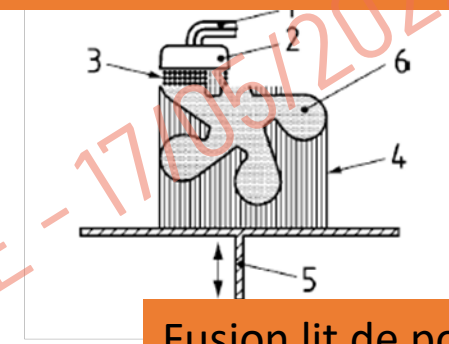
7 familles de technologies normalisées



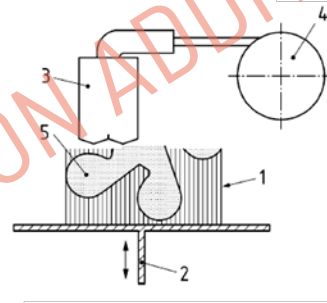
Photopolymérisation - DLP



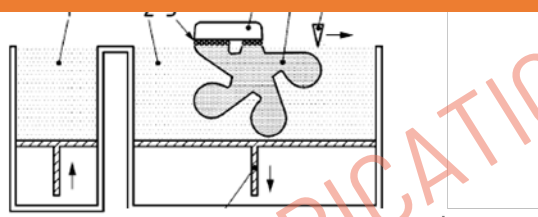
Projection de matière - Multijet



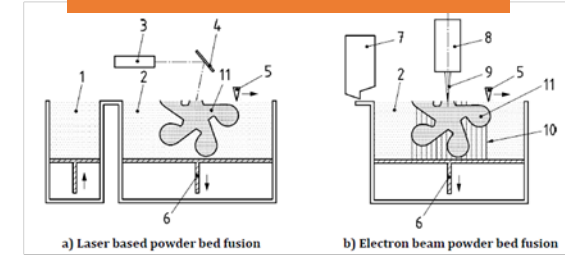
Dépôt fil fondu



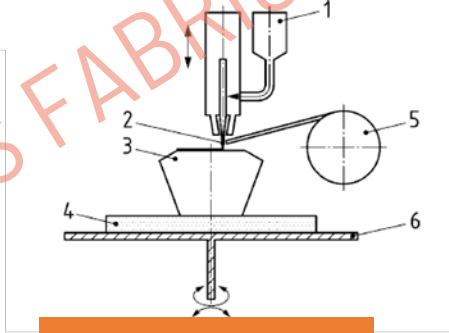
Projection de liant sur poudre



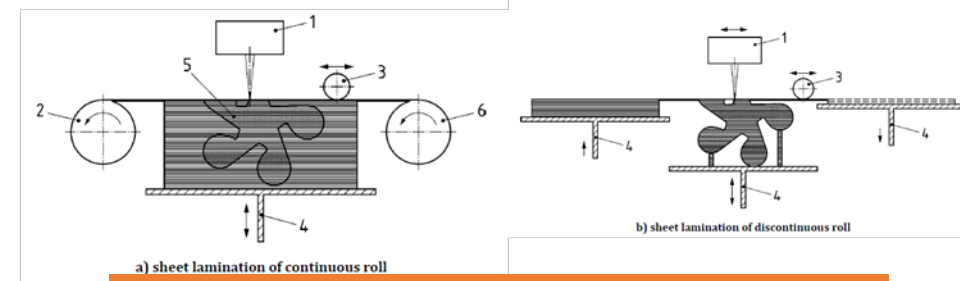
Fusion lit de poudre



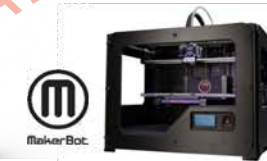
Projection DED



Découpage-collage feuilles et plaques



7 familles de technologies normalisées



Machines avec d'autres principes/matériaux



HP Jet Fusion 3D 4200/3200 Printer



HP Jet Fusion 3D Processing Station with Fast Cooling⁶



- 1 HP Jet Fusion 3D 4200 printing solution**
Ideal for your prototyping and short-run manufacturing needs, with high productivity⁶ to meet same-business-day demands at lowest cost per part⁶
- 2 HP Jet Fusion 3D 3200 printing solution**
Ideal for prototyping, giving you improved productivity⁶ and the capacity to handle larger size at a low cost per part⁶



Studio System™

Office-friendly, affordable metal 3D printing. Designed for engineers.

Shipping Fall of 2017

Production System™

100x faster. Quality & cost per part needed to scale. Designed for throughput.

Shipping to Pioneers in 2018; Accepting orders for 2019



Cellules robotisées WAAM



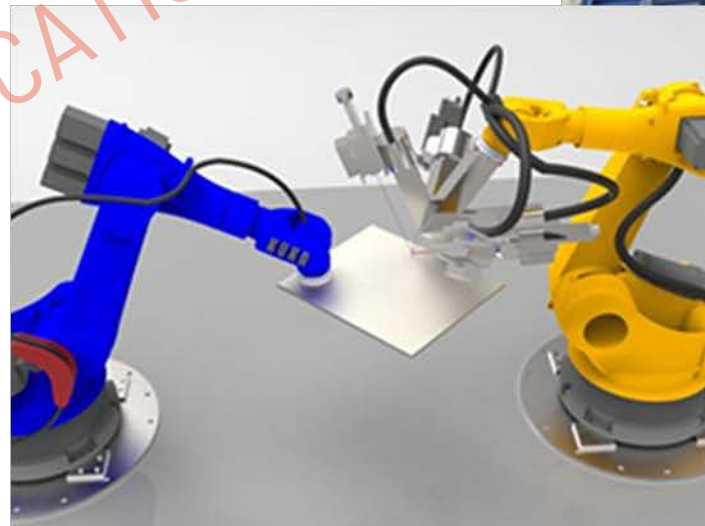
Arc fil (Cold Metal Transfer/ CMT)



Source : plateforme CMT à Grenoble



Source : plateforme ADDIMADOUR



Dépôt fil avec laser

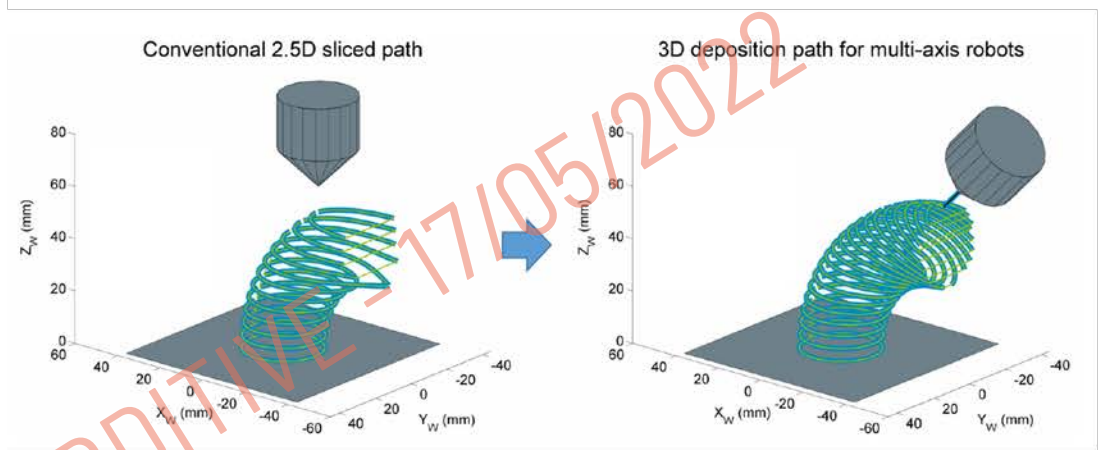
Hybridation et multi-matériaux



CLAD® + SLM: ANOTHER EXAMPLE

- Modification of the model for CLAD work
 - Locating adding
 - Tube for clamping
- CLAD manufacturing
 - Adjustment of the beam path on the tube edges to take the distortion of the tube into account
 - Firsts layers with larger wall thickness to compensate the weakness of the CLAD-SLM interface (geometry)

Development in collaboration with Dassault Aviation and BV Proto



Source : Campocasso, 2017: S. Campocasso, V. Hugel, B. Vayre. *Génération de trajectoires pour la fabrication additive par dépôt de fil robotisé multi-axes- Application à une tubulure torique.* 15ème Colloque national AIP-Primeca, 2017.



Crédit photo : Alain BERNARD



Atelier intégré



AddUp FormUp 750



AddUp FlexCare System



JT INRS FABRICATION ADDITIVE - 17/05/2022

Source: AddUp

Quelques exemples d'applications



Source : Olaf Diegel



Source: <https://3dprint.com/194373/arrinera-3d-printed-front-lamps/>

Axe de planche à roulettes léger optimisé pour la topologie avec aperçu de la structure en treillis



Source : Philipp MANGER, Fraunhofer IWU – Air Liquide



Source: MMB-Volum-e
Crédit photo : Alain BERNARD

Quelques exemples d'applications



Source : Hôpital n°3, Pékin, Mission Chine pour Ambassade de France à Pékin
Crédit photo : Benoit Furet



Source : Naval Group



Source : MMB-Volum-e



FIGURE 4.32 – Modèle CAO du troisième dispositif.

Source : PhD A. BRUYAS, Université de Strasbourg

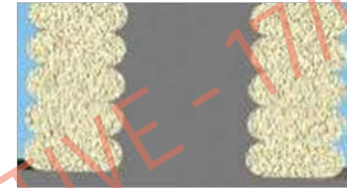


Source : LERMPS, UTBM



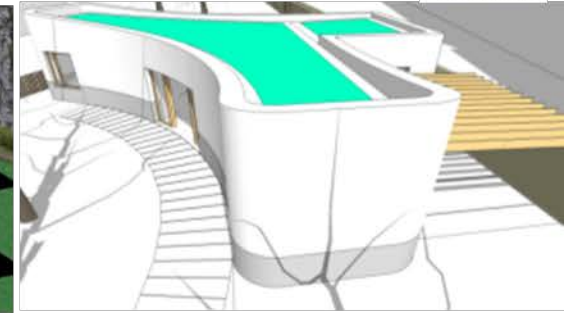
Source : Leolane,
Courtesy : Mercedes Benz truck

Applications dans la construction



BATIPRINT3D™

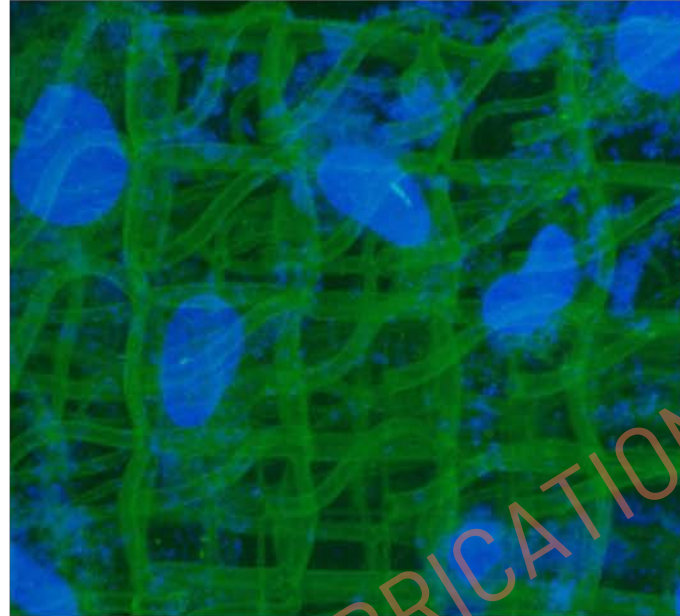
A new 3D printing method for building
Combination of foam and concrete 3D printing.



Projet Yhnova

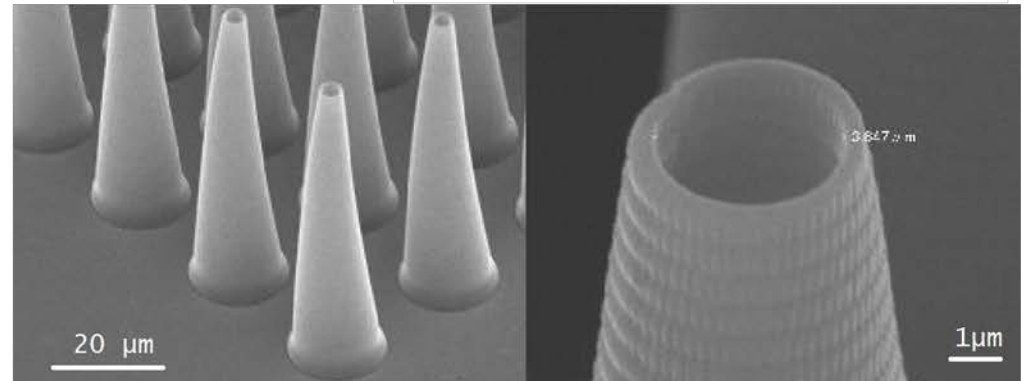
Source: Benoit FURET, Université de Nantes

Applications à échelle micrométrique



Collagen structure 3D bio-printed

Microlight-3D
micro-printing
machine



Micro-impresion by photopolymerisation 2 photons

Source: Microlight, <http://www.microlight.fr/fr/master.html>

Applications à suivre également



Aliments - médicaments



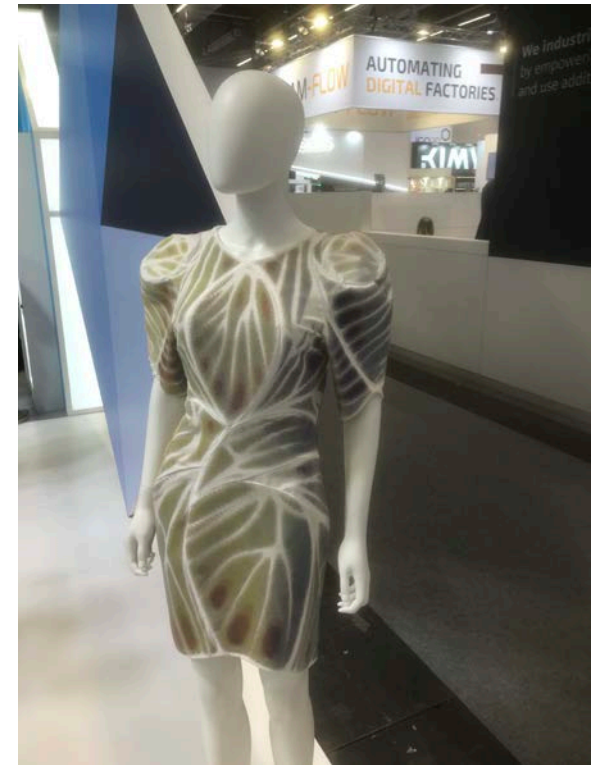
Source : <https://www.businessinsider.com.au/3d-printed-chocolate-coming-to-european-consumer-market-after-hype-2020-2>

Bio-impression implants - organes



Source: <https://www.3dnatives.com/bio-impression-18052017/>

Textiles - Vêtements



Source : salon Formnext 2021
Crédit photo : Alain BERNARD

Conclusions



La fabrication additive gagne en maturité et les utilisateurs trouvent de nombreuses solutions à leurs problèmes techniques.

Les machines récentes deviennent de véritables outils de production de petites séries personnalisables.

Les matériaux évoluent et le taux d'utilisation est de plus en plus élevé.

La chaîne de valeur centrée sur la fabrication additive apporte de plus en plus des réponses viables économiquement.

L'implantation et l'utilisation des environnements de fabrication et de post-traitement doivent respecter des règles d'hygiène et de sécurité.



Coordination



Claude BARLIER



Alain BERNARD

Plus de 40
contributeurs !

dont l'INRS sur l'hygiène
et la sécurité

Merci pour votre attention



FRANCE
ADDITIVE
FILIERE IMPRESSION 3D

CENTRALE
NANTES

ACADÉMIE
DES
TECHNOLOGIES
POUR UN PROGRÈS
RAISONNÉ
CHOISI
PARTAGÉ

LS2N
LABORATOIRE
DES SCIENCES
DU NUMÉRIQUE
DE NANTES

Alain BERNARD

Professeur Emérite à Centrale Nantes

Chercheur au LS2N UMR CNRS 6004

Membre de l'Académie des Technologies

Vice-Président de France Additive

alain.bernard@ec-nantes.fr