Y3D MODELING

Support de formation — Fabrication additive

LES 7 FAMILLES DE PROCÉDÉS

Aide-mémoire — classification ISO/ASTM 52900

La fabrication additive construit une pièce couche par couche, à partir d'un modèle numérique 3D. La norme internationale ISO/ASTM 52900 regroupe l'ensemble des technologies en **7 familles de procédés**, classées selon la forme de la matière première (liquide, solide, poudre) et la façon dont les couches sont formées. Cet aide-mémoire en donne l'essentiel pour choisir le bon procédé selon le besoin.

1	**Extrusion de matière** *(MEX — FDM/FFF)*
Principe	Un filament thermoplastique est fondu puis déposé couche par couche à travers une buse chauffante.
Procédés courants	FDM / FFF (dépôt de fil fondu). C'est le procédé le plus répandu, grand public et professionnel.
Matériaux	Thermoplastiques : PLA, PETG, ABS, ASA, TPU, PC, PA, PEEK ; filaments composites (fibre de carbone, bois…).
Atouts	Accessible, peu coûteux, large choix de matériaux, multi-matériaux possible.
Limites	Surface striée (visible couche par couche), anisotropie (plus fragile selon l'axe Z), supports souvent nécessaires.
Usages typiques	Prototypage, pièces fonctionnelles, pièces de rechange, outillage léger.

2	**Photopolymérisation en cuve** *(VPP — SLA/DLP)*
Principe	Une résine liquide photosensible est durcie sélectivement par une source lumineuse UV, couche par couche.
Procédés courants	SLA (laser UV), DLP (lumière UV projetée), LCD/MSLA, CLIP.
Matériaux	Résines photopolymères : standard, rigides, souples, techniques, coulables (bijouterie), biocompatibles (dentaire).
Atouts	Très haute précision et détails fins, surface lisse, idéal petites pièces et masters.
Limites	Résine à manipuler avec précautions, post-traitement obligatoire (lavage + post-cure), pièces parfois cassantes, supports.
Usages typiques	Bijouterie, dentaire, figurines, masters de moulage, pièces de précision.

3	**Jet de matière** *(MJT — PolyJet)*
Principe	Des gouttelettes de résine photosensible sont projetées puis durcies immédiatement par UV, comme une imprimante jet d'encre.
Procédés courants	PolyJet, Drop On Demand (DOD), NanoParticle Jetting.
Matériaux	Résines photopolymères multiples, y compris multi-matériaux et multicolore dans une même pièce.
Atouts	Multi-matériaux et multicolore, très bonne finition, grande précision.
Limites	Machines et matériaux coûteux, matériaux sensibles à la lumière dans le temps, supports à retirer.
Usages typiques	Maquettes réalistes, prototypes multicolores, pièces souples+rigides combinées.

4	**Fusion sur lit de poudre** *(PBF — SLS/SLM/MJF)*
Principe	Une source d'énergie (laser, faisceau d'électrons ou lampes) fusionne sélectivement les grains d'un lit de poudre.
Procédés courants	SLS (poudre plastique, laser), SLM/DMLS (métal, laser), EBM (métal, faisceau d'électrons), MJF (poudre plastique, agents + IR).
Matériaux	Poudres : polyamides (PA11, PA12), TPU ; métaux (titane, alu, aciers inox, cobalt-chrome).
Atouts	Pas de supports pour le plastique (la poudre soutient la pièce), géométries complexes, pièces solides et fonctionnelles.
Limites	Coût élevé, état de surface granuleux, dépoudrage nécessaire, contraintes thermiques sur métal.
Usages typiques	Séries fonctionnelles, pièces techniques, métal industriel (aéronautique, médical).

5	**Projection de liant** *(BJT — Binder Jetting)*
Principe	Une tête projette un liant liquide sur un lit de poudre pour agglomérer les grains ; la pièce est ensuite consolidée (frittage/infiltration).
Procédés courants	Binder Jetting métal, sable ou céramique ; impression 3D couleur (3DP/CJP).
Matériaux	Sable (moules de fonderie), métaux (acier inox, bronze), céramique, poudre polymère couleur.
Atouts	Pas de chaleur à l'impression (peu de déformation), grande vitesse, couleur possible, gros volumes.
Limites	Pièces « crues » fragiles avant post-traitement, retrait au frittage (0,8 à 2 %), post-traitement indispensable.
Usages typiques	Moules de fonderie en sable, pièces métalliques en série, objets couleur.

6	**Dépôt d'énergie dirigée** *(DED)*
Principe	Un matériau (poudre ou fil métallique) est fondu au moment même de son dépôt par une source d'énergie focalisée (laser, faisceau d'électrons, plasma).
Procédés courants	LENS, EBAM, soudage par dépôt laser (LDW), fabrication hybride.
Matériaux	Métaux principalement : titane, inox, alliages nickel, aciers.
Atouts	Grandes pièces, rechargement et réparation de pièces existantes, forts débits de matière.
Limites	Précision et état de surface faibles (usinage de finition requis), réservé à l'industrie lourde.
Usages typiques	Réparation de pièces métalliques, grandes structures, aéronautique/énergie.

7	**Laminage de feuilles** *(SHL)*
Principe	Des feuilles de matériau sont découpées à la forme puis collées/soudées les unes sur les autres pour former la pièce.
Procédés courants	LOM (objets laminés), SLCOM (composites stratifiés), soudage ultrasonique de feuilles métal.
Matériaux	Papier, plastique, feuilles métalliques, composites.
Atouts	Peu coûteux (matériau en feuille), pièces volumineuses, couleur possible (papier).
Limites	Précision limitée, beaucoup de déchets de découpe, propriétés mécaniques faibles, procédé peu répandu.
Usages typiques	Maquettes volumineuses, pièces de démonstration, applications de niche.

Tableau de synthèse

Famille	Matière	Matériaux clés	Atout principal
1. MEX (FDM)	Filament	PLA, PETG, ABS, TPU	Accessible, polyvalent
2. VPP (SLA/DLP)	Résine	Photopolymères	Précision, finition lisse
3. MJT (PolyJet)	Résine	Multi-matériaux/couleur	Multicolore, réaliste
4. PBF (SLS/SLM)	Poudre	PA, métaux	Sans support (plastique)
5. BJT (Binder Jetting)	Poudre + liant	Sable, métal, céramique	Rapide, sans chaleur
6. DED	Poudre/fil métal	Titane, inox, nickel	Grandes pièces, réparation
7. SHL	Feuilles	Papier, métal, composite	Faible coût matière

À retenir

On classe les 7 familles par forme de matière : **liquide** *(VPP, MJT) —* **solide** *(MEX, SHL) —* **poudre** *(PBF, BJT, DED). Le choix du procédé découle du besoin : précision, matériau, taille, budget et usage final.*