

Introduction au monde de l'impression 3D

I



Table des matières

Introduction.....	3
1. Processus de l'impression 3D.....	3
1.1. De l'idée à la modélisation 3D	3
1.2. Traitement et optimisation du modèle	4
1.3. Impression et post-traitement.....	5
2. Technologies d'impression 3D	5
2.1. Fused Deposition Modeling (FDM).....	6
2.2. Photopolymérisation (SLA, DLP).....	7
2.3. Fusion par lit de poudre (PBF).....	8
2.4. Projection de liant (Binder jetting)	9
3. Matériaux utilisés.....	10
4. Applications par secteur.....	11
5. Limites techniques.....	12
6. Comment choisir son imprimante 3D.....	13
7. Développement de l'industrie de l'impression 3D.....	14
8. Evolutions et tendances	15
Conclusion	16
Continuer la lecture.....	17

Introduction

L'impression 3D, également appelée fabrication additive, est une technologie de fabrication d'objets physiques à partir de modèles numériques 3D. Le processus d'impression se fait généralement par ajout de matière couche par couche, aussi appelé extrusion. À l'aide d'imprimantes 3D, cette technique d'impression permet de matérialiser directement des objets physiques à partir de fichiers numériques de conception assistée par ordinateur (CAO).

Cette technologie révolutionne la production manufacturière en offrant la possibilité de fabriquer rapidement et à moindre coût des prototypes et pièces unitaires personnalisées. Elle concerne désormais de nombreux secteurs comme la santé, l'automobile, l'aérospatial ou encore la sécurité civile pour répondre à des urgences et situations de crise.

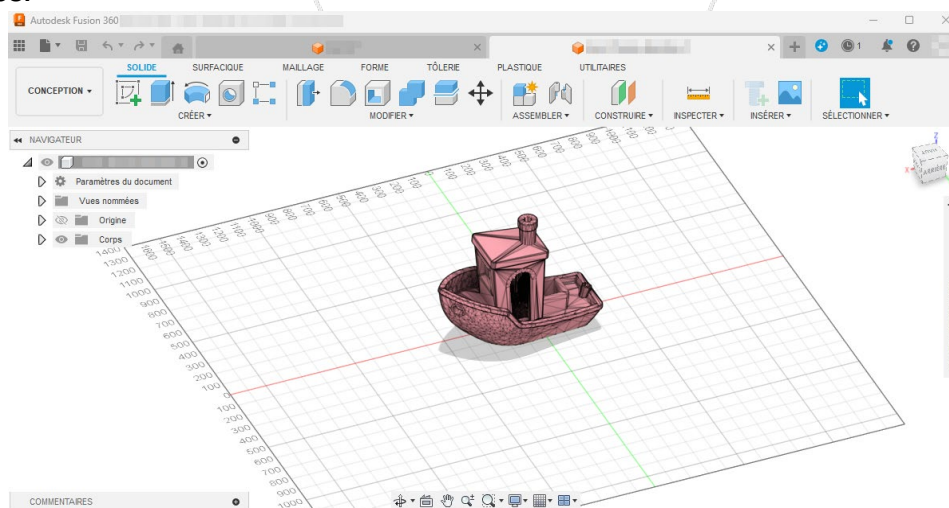
Ce document d'introduction au monde de l'impression 3D fait partie d'un ensemble de quatre rapports proposés et rédigés par l'Entente VALABRE. Nous aborderons le processus de conception d'un objet 3D jusqu'à son impression dans le second document. Nous verrons ensuite une liste de matériaux pour l'impression 3D par filament. Et enfin, un premier retour d'expérience sur l'impression 3D effectuée à l'Entente VALABRE. Comme le monde de l'impression 3D est assez vaste, de nouveaux documents pourront être agrémentés à cet ensemble afin de compléter certains aspects de l'impression 3D.

Ce premier document a pour objectif de présenter de manière pédagogique les principes de base de l'impression 3D à destination d'un public non expert. Il expliquera le fonctionnement de ce type d'impression, les technologies mises en jeu, les matériaux utilisés et ses applications possibles afin de mieux comprendre les opportunités offertes par cette technologie innovante.

1. Processus de l'impression 3D

1.1. De l'idée à la modélisation 3D

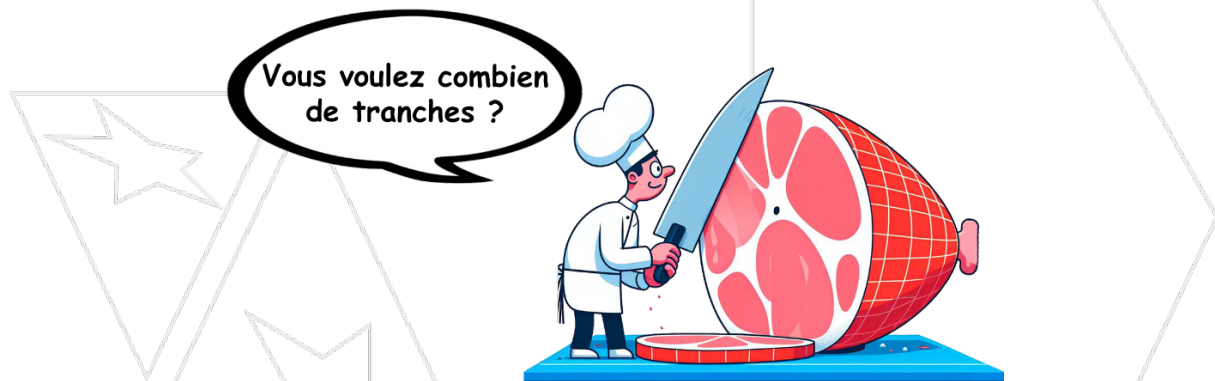
Pour matérialiser une idée grâce à l'impression 3D, il faut d'abord la modéliser numériquement en trois dimensions à l'aide d'un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO). Des logiciels gratuits ou payants comme [Tinkercad](#) ou [Fusion 360](#) permettent de concevoir très simplement des formes géométriques de base ou plus complexes.



On définit la forme voulue en assemblant des primitives géométriques (cylindres, sphères, cubes...) puis on finalise le rendu visuel. Le fichier est ensuite enregistré au format STL, langage universel reconnu par tous les logiciels d'impression 3D.

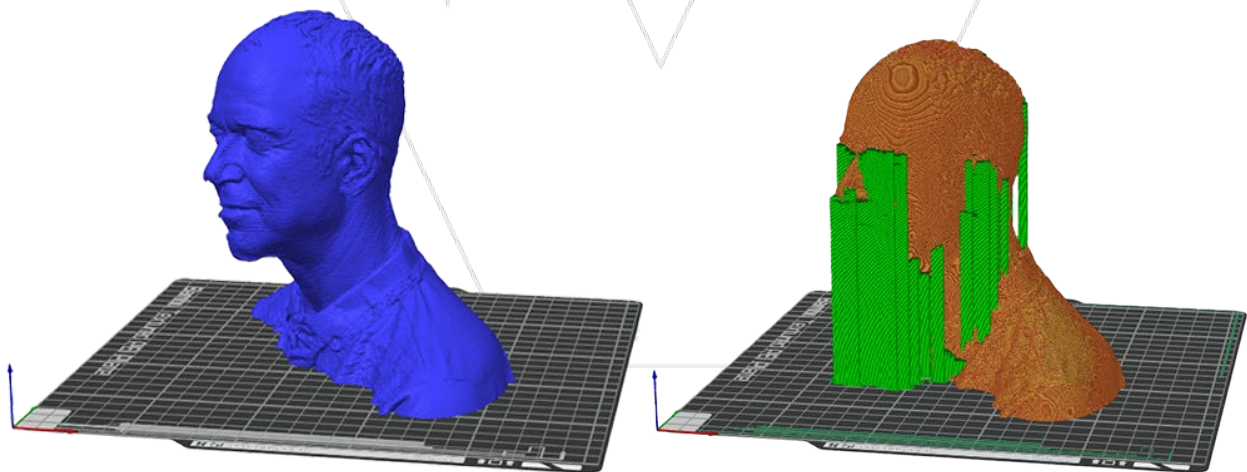
1.2. Traitement et optimisation du modèle

Une fois le fichier STL généré, le logiciel de l'imprimante le traite et découpe virtuellement le modèle en fines couches. Cette partie du processus s'appelle le « Slicing », ou « Tranchage » en français.



Ce découpage en tranches est nécessaire car l'impression se fait couche par couche, avec des ajouts successifs de matière. Ce tranchage permet de diviser le modèle en sections plus simples à imprimer.

Autre étape importante, le logiciel génère automatiquement des supports sous la forme de structures en porte-à-faux ou d'ancrages. En effet, en fonction de la technologie employée, certaines parties du modèle ne peuvent pas être imprimées suspendues dans le vide sans support physique temporaire.



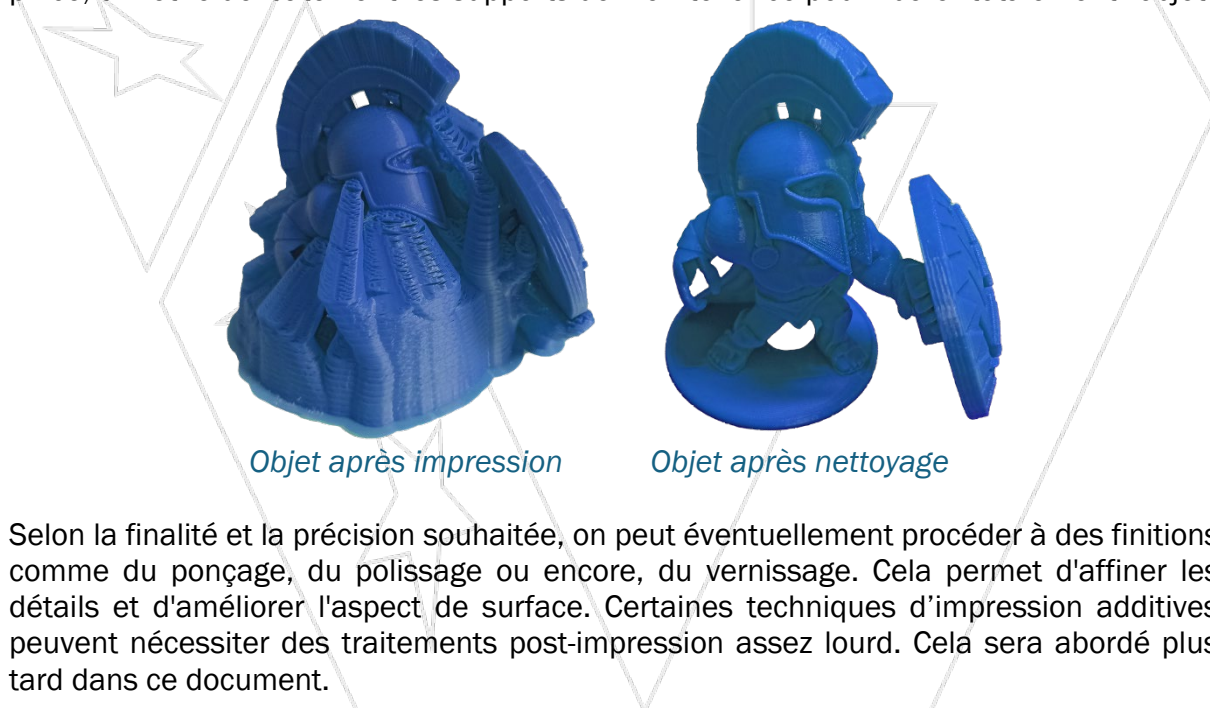
Par exemple dans les images ci-dessus, nous avons notre modèle 3D sur la gauche, et sa version slicée sur la droite avec des supports d'impression en vert.

1.3. Impression et post-traitement

Une fois le modèle optimisé, on lance l'impression via le logiciel de l'imprimante 3D. Celui-ci permet de paramétrer les réglages selon le type d'objet, de matériau et de technologie d'impression utilisés.

L'imprimante utilise alors couche par couche le ou les matériaux choisis (PLA, ABS, poudre métallique, résine...) grâce à sa technologie qui peut être de la fusion de filament, photopolymérisation, fusion de poudre ou projection de liant.

À la fin de l'impression, comme celle illustrée ci-dessous et faite avec une imprimante 3D à filament, on récupère l'objet encore fixé à la plateforme d'impression. On procède alors au processus de post-impression. Ici, un simple détourage à l'aide d'un cutter et/ou d'une pince, on retire délicatement les supports de maintenance pour libérer totalement l'objet.



Objet après impression

Objet après nettoyage

Selon la finalité et la précision souhaitée, on peut éventuellement procéder à des finitions comme du ponçage, du polissage ou encore, du vernissage. Cela permet d'affiner les détails et d'améliorer l'aspect de surface. Certaines techniques d'impression additives peuvent nécessiter des traitements post-impression assez lourds. Cela sera abordé plus tard dans ce document.

L'objet est alors prêt à être utilisé. On a pu matérialiser notre projet virtuel grâce à la fabrication additive. Le sujet de la conception d'objets 3D sera approfondie dans le second document

2. Technologies d'impression 3D

Il existe plusieurs méthodes d'impression 3D, chacune reposant sur des principes assez différents. La plus courante est certainement le dépôt de filament thermoplastique, ou Fused Deposition Modeling (FDM). Elle offre un bon rapport qualité-prix avec des imprimantes à partir de quelques centaines d'euros, et avec des coûts de maintenance faibles.

D'autres technologies comme la photopolymérisation ou le frittage laser utilisent des procédés pour durcir une résine ou lier une poudre. Nous allons maintenant découvrir en détail chacune des techniques d'impression disponibles sur le marché.

2.1. Fused Deposition Modeling (FDM)

La technologie FDM (Fused Deposition Modeling), également connue sous le nom de modélisation par dépôt fondu, est une méthode d'impression 3D qui consiste à créer des objets en trois dimensions en faisant fondre et extruder un matériau thermoplastique à travers une buse chauffée.

Lors du processus d'impression, le filament de matériau thermoplastique est entraîné par un moteur pas à pas à travers un tube jusqu'à la buse chauffée. La température de la buse est réglée pour fondre le matériau, qui est ensuite déposé sous forme de fines couches sur la plateforme d'impression. Au fur et à mesure de l'impression, les divers déplacements de la buse et/ou du plateau d'impression sur les axes X, Y et Z, permettent un dépôt de matière pour chaque couche de l'objet traité au préalable dans un logiciel dédié.

Le matériau une fois déposé se solidifie rapidement au contact de l'air ambiant, formant ainsi une couche solide de l'objet. Ce processus est répété couche par couche jusqu'à ce que l'objet entier soit construit. Les matériaux couramment utilisés dans la technologie FDM comprennent l'acide polylactique (PLA), l'acrylonitrile butadiène styrène (ABS), le polyéthylène téréphtalate glycol (PETG), et d'autres thermoplastiques.

L'un des avantages de la technologie FDM réside dans sa simplicité et sa facilité d'utilisation. De plus, les imprimantes 3D FDM sont généralement moins coûteuses que d'autres technologies d'impression 3D, ce qui les rend accessibles aux particuliers, écoles, et petites entreprises. Cependant, la qualité d'impression et la précision peuvent être légèrement inférieures à celles d'autres méthodes, et les objets imprimés en FDM peuvent présenter des lignes de couche visibles et une surface moins lisse.

Une fois l'impression terminée, les objets imprimés en FDM peuvent nécessiter un post-traitement, tel que le retrait des structures de support, le ponçage, et l'application d'un apprêt ou d'une peinture pour améliorer l'aspect de la surface.



[FLSUN V400](#)



[Artillery Sidewinder X2](#)



[Bambu Lab X1-Carbon](#)

2.2. Photopolymérisation (SLA, DLP)

La photopolymérisation est une méthode d'impression 3D qui utilise la lumière pour solidifier sélectivement une résine photosensible, créant ainsi des objets en trois dimensions avec une grande précision et un haut niveau de détail. Cette technique comprend plusieurs méthodes, telles que la stéréolithographie (SLA), le frittage sélectif par laser (SLS) avec des matériaux photopolymérisables, et l'impression par gouttelettes (DLP) ou par projection (LCD).

Dans le cas de la stéréolithographie (SLA), un laser ultraviolet (UV) balaie sélectivement la surface de la résine, en suivant les contours de la tranche numérique. La résine exposée à la lumière UV se solidifie alors, formant une couche solide de l'objet. Après la solidification de la première couche, la plateforme de construction descend d'une hauteur égale à l'épaisseur d'une couche, et le processus est répété jusqu'à ce que l'objet entier soit construit.

Dans les méthodes d'impression par gouttelettes (DLP) ou par projection (LCD), une source de lumière UV est projetée sur l'ensemble de la surface de la résine à la fois, solidifiant toute une couche en une seule exposition. Ces méthodes permettent d'imprimer plus rapidement que la SLA, mais la résolution et la précision peuvent être légèrement inférieures.

Une fois l'impression terminée, l'objet est retiré de la plateforme de construction et subit un processus de post-traitement. Tout d'abord, il est rincé avec un solvant pour éliminer la résine non solidifiée. Ensuite, les supports, s'ils sont nécessaires, sont retirés manuellement ou à l'aide d'outils de découpe. Enfin, l'objet est exposé à une source de lumière UV supplémentaire pour assurer une polymérisation complète et améliorer ses propriétés mécaniques.

La photopolymérisation offre plusieurs avantages, tels qu'une excellente précision, une surface lisse et la possibilité de créer des détails complexes et des géométries fines. Cependant, cette méthode est généralement limitée aux matériaux photopolymérisables, tels que les résines, et peut nécessiter un post-traitement plus long que d'autres technologies d'impression 3D.



[ProtoFab SLA600 C](#)



[PolyFab Form 2](#)



[Nova3D Whale 2](#)

2.3. Fusion par lit de poudre (PBF)

La fusion par lit de poudre (PBF, Powder Bed Fusion) est une technologie d'impression 3D qui englobe plusieurs méthodes de fabrication additive, telles que le frittage sélectif par laser (SLS) et la fusion laser sur lit de poudre (DMLS ou SLM). Dans ces procédés, un objet en trois dimensions est créé en fusionnant sélectivement des couches de poudre à l'aide d'une source d'énergie, généralement un laser ou une lampe à infrarouge.

Dans la chambre d'impression, une fine couche de poudre métallique ou polymère est étalée sur la plateforme de construction. Une source d'énergie, généralement un laser ou une lampe à infrarouge, balaie sélectivement la surface de la poudre, fusionnant les particules ensemble en suivant les contours de la tranche numérique. Cette étape crée une couche solide de l'objet.

Après la fusion de la première couche, la plateforme de construction descend d'une hauteur égale à l'épaisseur d'une couche, et un nouveau revêtement de poudre est étalé sur la couche précédente. Le processus de fusion est répété couche par couche jusqu'à obtenir l'objet entier.

Les matériaux couramment utilisés dans la fusion par lit de poudre comprennent divers métaux tels que l'aluminium, le titane, l'acier inoxydable, et les alliages de cobalt-chrome, et des polymères tels que le nylon, le polyamide, et le polyétheréthercétone. Cette technologie permet de créer des objets complexes avec des géométries internes, des structures en treillis, et des canaux, ce qui la rend particulièrement adaptée aux applications d'ingénierie, médicales, et aérospatiales.

Une fois l'impression terminée, les objets imprimés en PBF doivent subir un processus de post-traitement, incluant le dépoudrage pour enlever la poudre non fusionnée, le grenailage pour améliorer la surface et les propriétés mécaniques, et le traitement thermique pour soulager les contraintes résiduelles et améliorer la microstructure.



[ProtoFab SLS 660](#)



[Sharebot MetalOne](#)



[3D Systems SLS 380](#)

2.4. Projection de liant (Binder jetting)

La technologie de projection de liant, également connue sous le nom de Binder Jetting, est une méthode d'impression 3D qui permet de créer des objets en trois dimensions à partir de poudres fines et d'un liant.

Tout d'abord, une fine couche de poudre est déposée sur la plateforme de construction à l'aide d'un rouleau ou d'une lame. Cette poudre peut être constituée de différents matériaux tels que le sable, le métal, la céramique ou le plâtre. La surface de la plateforme est alors balayée par une tête d'impression qui projette de minuscules gouttelettes de liant sur des zones spécifiques de la couche de poudre. Le liant agit comme une colle, solidifiant sélectivement les particules de poudre ensemble pour former une couche solide de l'objet en cours de création. Ce processus est répété couche par couche jusqu'à ce que l'objet entier soit construit.

Une fois l'impression terminée, l'objet est entouré de poudre non liée, qui doit être enlevée lors d'un processus de nettoyage. Selon le matériau utilisé, des étapes de post-traitement supplémentaires peuvent être nécessaires, telles que le frittage (chauffage du matériau pour renforcer sa cohésion) ou l'infiltration (introduction d'un autre matériau dans les espaces vides pour améliorer les propriétés mécaniques).

Cette technique permet de créer des objets complexes à partir d'une grande variété de matériaux et offre de nombreux avantages pour diverses applications industrielles et de recherche.



[Digital Metal DM P2500](#)

[GE Additive Binder Jet Line Series 3](#)

3. Matériaux utilisés

Les différentes techniques d'impression 3D permettent de travailler avec de nombreux types de matériaux. Nous pouvons en citer quelques-uns tout en donnant des exemples d'utilisation à l'aide d'objets du quotidien :

Fused Deposition Modeling (FDM)

- **PLA** (acide polylactique) : Accessoires de cuisine, décoration, prototypage, maquettes
- **PETG** (copolymère du polyéthylène téréphtalate) : Contenants alimentaires, prototypes résistants à l'humidité, pièces automobiles
- **TPU** (élastomère thermoplastique polyuréthane) : Semelles de chaussures personnalisées, coques de téléphone résistantes, joints d'étanchéité
- **ABS** (acrylonitrile butadiène styrène) : Coques de téléphones, jouets, pièces automobiles, imprimés de remplacement pour la maison
- **ASA** (Acrylonitrile Styrène Acrylate) : Revêtements extérieurs d'électronique, pièces automobiles extérieures, signalisation extérieure
- **PVA** (alcool polyvinylique) : principalement utilisé comme support de fabrication soluble à l'eau.
- **PET** (polyéthylène téréphtalate) : Bouteille d'eau, vêtement polyester, tapis et moquette, articles de sport en plein air
- **PA** (polyamide) : Vêtements, brosse à dent, sangles et ceintures
- **PC** (polycarbonate) : Verres de protection pour casques, pièces automobiles résistantes aux chocs, composants électroniques haute température

Photopolymérisation (SLA/DLP)

- **Résine époxy** : revêtement de sols, objets de décoration, construction et rénovation
- **Résine acrylique** : Vitres, enseignes, écran de protection, éclairage LED

Fusion par lit de poudre (PBF)

- **Nylon** : prothèse et orthèses médicales, boîtiers et coques de protection pour appareils électroniques, masques de protection
- **Acier inoxydable** : couverts, poêles, bracelets, pièces de moteur, système d'échappement, valves, pompes, raccords
- **Titane** : clubs de golf, raquettes de tennis, structures légères, prothèses articulaires
- **Aluminium** : jantes, dissipateurs thermiques d'appareils électroniques, bâtons de randonnée, poignées de porte, luminaires

Projection de liant (Binder jetting)

- **Sable de silice** : Moules et noyaux pour fonderie, modèles architecturaux et maquettes, sculptures et figurines
- **Carbonate de calcium** : modèles pour fabrication de céramiques, vases, lampes, pièces pour l'industrie dentaire comme des moules pour prothèses
- **Zircone** : couronnes et bridge dentaire, pièces aérospatiale résistante à la chaleur et à l'usure, bouclier thermique

4. Applications par secteur

L'impression 3D trouve déjà de nombreuses applications dans divers secteurs clés comme l'automobile, l'aérospatial, la santé, l'architecture, l'éducation et la sécurité civile.



Automobile

- Prototypage et tests de pièces
- Accessoires et décorations personnalisées
- Pièces de rechange sur-mesure



Aérospatial

- Maquettes et prototypes
- Pièces de structures légères
- Pièces fonctionnelles pour satellites et drones



Santé

- Modèles anatomiques
- Prothèses, orthèses
- Instruments chirurgicaux



Architecture

- Maquettes de bâtiments
- Éléments de décoration et d'ameublement
- Restauration du patrimoine



Éducation

- Outils pédagogiques
- Supports de cours personnalisés
- Jeux et puzzles ludiques



Sécurité civile

- Fabrication sur-site de masques, valves ou autres équipements paramédicaux en cas de pandémie
- Impression de balises, de plaques d'identification ou de supports de communication en intervention
- Production de pièces nécessaires au démantèlement d'engins explosifs
- Conception de mini-drones de reconnaissance ou de kits de survie compacts
- Réalisation de maquettes de bâtiments & infrastructures pour la planification des secours
- Création d'éléments de signalisation ou d'éclairage pour les opérations de nuit
- Personnalisation d'équipements de protection ou d'outils spécialisés selon les missions

5. Limites techniques

Chaque méthode d'impression 3D présente des limites ou défis techniques. Parmi elles, nous pouvons retrouver les suivants :

Fused Deposition Modeling (FDM)

- **Précision et résolution** : La qualité de l'impression peut être moins élevée comparée à d'autres technologies, avec des couches visibles et une surface légèrement rugueuse.
- **Contraintes géométriques** : Les objets avec des surplombs importants ou des structures creuses peuvent nécessiter des supports, ce qui augmente le temps d'impression et la consommation de matériaux.
- **Anisotropie** : Les propriétés mécaniques des pièces imprimées en FDM peuvent varier en fonction de l'orientation des couches, ce qui peut affecter leur résistance et leur durabilité.

Photopolymérisation (SLA/DLP)

- **Sensibilité à la lumière** : Les résines photosensibles utilisées dans la photopolymérisation peuvent se dégrader avec le temps en présence de lumière UV, limitant la durée de vie des pièces imprimées.
- **Post-traitement** : Les pièces imprimées en photopolymérisation nécessitent généralement un rinçage, un séchage et une cuisson UV pour améliorer leurs propriétés mécaniques.
- **Taille de construction** : Les imprimantes 3D utilisant la photopolymérisation ont généralement des volumes de construction plus petits que les imprimantes FDM ou à fusion par lit de poudre.

Fusion par lit de poudre (PBF)

- **Coût élevé** : Les imprimantes 3D utilisant la fusion par lit de poudre sont généralement plus coûteuses que les autres technologies, tant en termes d'équipement que de matériaux.
- **Post-traitement** : Les pièces imprimées en fusion par lit de poudre nécessitent souvent un dépoufrage, un grenailage et un traitement thermique pour améliorer leurs propriétés mécaniques.
- **Sécurité** : La manipulation des poudres métalliques peut présenter des risques pour la santé et l'environnement si les précautions appropriées ne sont pas prises.
- **Propriétés mécaniques** : Bien que les pièces imprimées en fusion par lit de poudre aient généralement de bonnes propriétés mécaniques, elles peuvent être moins résistantes que les pièces moulées ou usinées de manière traditionnelle.

Projection de liant (Binder jetting)

- **Fragilité** : Les pièces imprimées en projection de liant peuvent être plus fragiles que celles produites par d'autres technologies, en particulier avant le frittage.
- **Post-traitement** : Les pièces imprimées en projection de liant nécessitent généralement un dépoufrage et un frittage pour améliorer leurs propriétés mécaniques.
- **Résolution** : Bien que la projection de liant permette d'imprimer des pièces de grandes dimensions, la résolution peut être inférieure à celle des technologies telles que la photopolymérisation ou la fusion par lit de poudre.

6. Comment choisir son imprimante 3D

Avant de commencer l'impression de vos créations, il faut sélectionner la machine adaptée à vos besoins. Voici les principaux points à étudier.

Technologies

Comme nous l'avons vu tout au long de ce document, il faut commencer par choisir avec quelle méthode d'impression nous souhaitons faire nos futurs objets :

- **FDM** : Technique la plus répandue. L'imprimante fait fondre un fil en plastique qu'elle dépose point par point pour construire l'objet. Moindre coûts et facile d'utilisation.
- **Résine** : Une source lumineuse fait durcir une résine liquide couche par couche. Permet des détails fins et une étanchéité accrue. Mais la résine coûte chère.
- **PBF et Binder jetting** : Traitements par lit de poudre. Technologie plus souvent utilisée par les industriels. Les imprimantes sont très onéreuses et ont un traitement post-impression lourd.



Dimensions d'impression

Mesurer l'espace de fabrication car la zone d'impression peut fortement varier selon les modèles d'imprimante. Plus la zone est grande, plus on peut créer de grands objets. Mais nous pouvons aussi imprimer plusieurs objets sur une même plaque si le ou les matériaux sont communs à chaque objet. La zone de construction peut varier de 100x100x100mm sur des modèles d'entrée de gamme à 500x500x500mm sur des imprimantes professionnelles.



Matériaux

Suivant vos besoins, certains objets demandent des matières spécifiques comme du métal, du plastique, de la résine, etc. Vérifier que l'imprimante que vous souhaitez acheter puisse prendre en charge le ou les matériaux que vous souhaiteriez principalement utiliser.



Budget

Les prix varient beaucoup selon les modèles et les technologies utilisées. On peut commencer à quelques centaines d'euros pour de l'entrée de gamme, à plusieurs dizaines de milliers d'euros pour du haut de gamme. Penser à prendre en compte le prix de l'imprimante, mais aussi le prix des consommables et du coût d'entretien.



Facilité d'emploi

Les réglages d'avant impression et la maintenance d'une imprimante 3D peuvent être plus ou moins complexes à maîtriser. Privilégier une imprimante simple à l'utilisation, avec une bonne documentation disponible et la possibilité d'acheter facilement des pièces de rechange. Cela vous permettra de débiter dans de bonnes conditions.



Derniers détails

Une fois ces critères de sélection validés dans votre choix d'imprimante, et que vous hésitez sur plusieurs modèles, vous pouvez voir les derniers détails. Par exemple, comparer la vitesse d'impression maximale et recommandée des modèles. Ou encore le bruit que fait l'imprimante lorsqu'elle est en train de travailler.

Le monde de l'impression 3D est en constante évolution. De nouveaux modèles d'imprimantes 3D apparaissent régulièrement, avec des caractéristiques qui peuvent à tout moment détrôner la meilleure imprimante du moment. Comme en proposant une vitesse d'impression bien plus élevée, ou la compatibilité de nouveaux matériaux d'impression.

Par exemple jusqu'à il y a quelques années la vitesse maximale d'impression était aux environs de 40 mm/s pour les imprimantes à filaments. Mais de nouveaux modèles d'imprimantes peuvent maintenant atteindre des vitesses de 500 mm/s. Ce qui veut dire qu'une impression 3D pouvait facilement dépasser l'heure de traitement sur d'anciens modèles et maintenant, cette même impression ne prend plus qu'une quinzaine de minutes et avec le même niveau de qualité.

7. Développement de l'industrie de l'impression 3D

L'industrie de l'impression 3D est en plein essor, tirée par différents facteurs clés. Tout d'abord, la démocratisation des imprimantes 3D grand public moins onéreuses permet à de nombreux foyers et petites entreprises de se doter de leur propre outil de fabrication numérique.

Les réseaux collaboratifs de fabrication digitale connaissent un succès grandissant, permettant le partage facile des modèles 3D entre membres via des plateformes en ligne.

Des lieux de fabrication communautaire où chacun peut accéder à une imprimante 3D se développent également dans les grandes villes. Ces nouvelles opportunités de production décentralisée répondent à l'attente de produits personnalisés et à la demande de relocaliser la fabrication près des marchés finaux.

Cette dynamique entraîne une diversification des matériaux compatibles avec l'impression 3D. Nous commençons même à voir apparaître des polymères à mémoire de formes capables de changer de forme selon des stimuli. On note aussi l'émergence de nouveaux métiers le long de la chaîne de valeur, de la conception au service après-vente.

L'automatisation des chaînes de production par l'utilisation combinée de robots, de systèmes logistiques intelligents et d'imprimantes multiples permettra de gagner en productivité. Des applications d'impression in situ se développent aussi, notamment dans le secteur pétrolier et gazier.

Enfin, de nouveaux débouchés prometteurs se profilent dans le domaine biomédical avec l'impression de tissus vivants, ou encore dans l'agroalimentaire avec la personnalisation poussée des aliments.

8. Evolutions et tendances

Les techniques continuent de progresser et de nouvelles tendances commencent à émerger. Nous pouvons constater diverses améliorations pour chaque technique d'impression 3D.

Les futures imprimantes **FDM** disposeront de plusieurs têtes d'impression fonctionnant en même temps. Ainsi on pourra construire plusieurs lignes de matière plastique fondues parallèlement, ce qui rendra le processus beaucoup plus rapide. Les filaments utilisés seront également améliorés, avec par exemple des capacités uniques comme la résistance à de très hautes températures, ou même la conduction de l'électricité.

Les techniques de **photopolymérisation** ne cesseront aussi d'évoluer. Les projecteurs numériques qui contrôlent la lumière durcissant la résine gagneront encore en définition, permettant d'atteindre des détails microscopiques. On pourra alors imprimer des structures complexes aux niveaux de finesse inégalés. Mais surtout, les futures résines seront capables de se transformer d'elles-mêmes en réponse à des stimuli comme la chaleur ou l'humidité, grâce à des matériaux à mémoire de forme.

Le procédé **PBF** utilisant des poudres métalliques sera lui aussi révolutionné. Les machines pourront imprimer directement dans des métaux purs comme le titane, l'acier ou l'aluminium, offrant la possibilité de fabriquer soi-même des pièces mécaniques solides et résistantes. Leurs performances seront décuplées, produisant en un temps record des objets aux qualités industrielles.

Enfin, la technique de **projection de liant** sur lit de poudre autorisera l'impression 3D à très bas coût de matériaux nouveaux tels que le sable, le plâtre ou certaines poudres métalliques. On pourra par exemple créer rapidement des moules de cuisson artisanaux personnalisés.

Conclusion

L'impression 3D est une technologie en pleine expansion qui bouleverse déjà de nombreux secteurs industriels et devrait durablement transformer nos modes de fabrication.

Grâce aux progrès technologiques constants, de nouvelles applications émergent dans des domaines aussi variés que l'automobile, l'aérospatial, la santé ou le design. Et dans le milieu de la sécurité civile cela peut permettre une plus grande autonomie et réactivité des services de secours, notamment en zones isolées. Les matériaux et les volumes imprimables ne cessent de s'étendre.

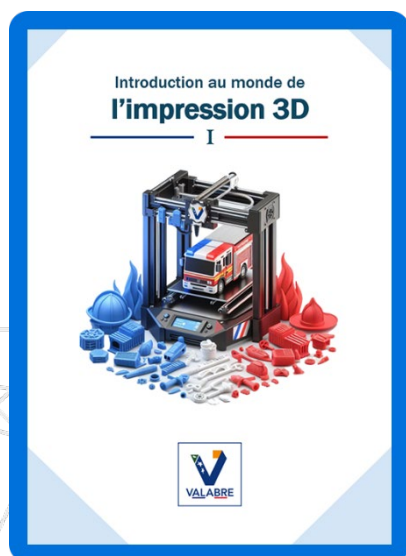
Portée par la démocratisation des imprimantes grand public et la structuration de l'industrie, l'impression 3D offre d'immenses opportunités pour relocaliser et personnaliser la production. Ses perspectives d'évolution, notamment vers l'impression 4D et robotisée, laissent entrevoir son rôle clé dans l'industrie du futur.

Malgré certaines limites techniques qui restent à lever, l'impression 3D s'impose déjà comme une technique incontournable ouvrant la voie à de nouveaux « business models » plus flexibles et collaboratifs. Sa démocratisation progressive laisse présager un impact majeur sur nos modes de fabrication à long terme.

Les services de secours et de sécurité civile emprunteront aussi cette technologie rapidement. Ce qui permettra ce changement, est la formation des utilisateurs et décideurs sur la chaîne de production spécifique à mettre en place, l'intégration dans les clauses de marché public d'exiger les modèles 3D des pièces reproductibles par impression et potentiellement fragiles, la mise en place d'une communauté d'utilisateurs capables de mutualiser leurs modèles et pratiques.

Continuer la lecture

Vous souhaitez en savoir plus sur le monde de l'impression 3D ? À ce jour l'Entente VALABRE a publié les documents suivants :



Et si vous souhaitez vous lancer dans le monde de l'impression 3D, n'hésitez pas à contacter le Pôle Innovations et Nouvelles Technologies de l'[Entente VALABRE](#). Nous proposons des solutions d'accompagnement et de formation pour tous nos partenaires.

Merci pour votre lecture, nous espérons que ce document vous aura été instructif.