

Transformer la production: le pouvoir invisible de impression en 3D

Examiner le rôle crucial de la fabrication additive dans la fabrication, l'emballage et le transport

Chapitre I: Comprendre les impacts de la fabrication additive	4
L'état de la fabrication additive aujourd'hui	5
Un aperçu des secteurs ciblés	5
Fabrication	5
Emballage & Automatisation	6
Transports	6
Plongeons dans le sujet	7
Chapitre II: L'impression 3D permet une conception plus rapide, une productivité accrue et une personnalisation plus poussée dans l'industrie	8
Les avantages de l'impression 3D pour les applications de fabrication	9
Délais de production plus courts	9
Production agile	10
Personnalisation	10
La liberté de conception	10
La fabrication distribuée	11
Les utilisations de l'impression 3D dans les flux de production industrielle	11
Prototypage rapide	11
Outillage et Fixations	12
Pièces de rechange	12
Produits finis	13
Opportunités pour l'innovation future	15
Conclusion	15
Chapitre III: L'impression 3D stimule l'innovation dans l'industrie de l'emballage	16
L'impression 3D pour la conception et le prototypage	17
Impression 3D pour l'efficacité de la fabrication et de la chaîne d'approvisionnement	19
Les vis d'alimentation de Trivium	20
Équipements et dispositifs de sécurité Heineken	20
Pièces pour le traitement des aliments Lonypack	21
Opportunités pour des innovations futures	22
Conclusion	22
Chapitre IV: Mer, Terre et Ciel : l'impact de l'impression 3D sur le transport	24
Accélérer le développement de produit	26
Efficacité de la production dans le secteur des transports	27
Passer la Fabrication de Pièces Finales à la Vitesse Supérieure	28
Opportunités pour l'innovation future	30
Conclusion	31
À propos d'UltiMaker	32
À propos de Wevolver	34
Références	36

Chapitre I: Comprendre les impacts de la fabrication additive

Depuis son invention dans les années 1980, la fabrication additive (également connue sous le nom d'impression 3D) a connu une évolution fulgurante, se transformant et s'étendant d'une technologie de prototypage de niche à un produit orienté vers le consommateur, pour devenir une méthode de production industrielle véritablement perturbatrice.

Aujourd'hui, la fabrication additive a trouvé d'innombrables applications à travers un large éventail d'industries et de secteurs, allant de la lunetterie

aux moteurs d'avions. Dans ce court rapport, soutenu par UltiMaker, nous abordons les impacts étendus de la fabrication additive en nous concentrant sur trois secteurs verticaux où l'impression 3D s'avère être un véritable facteur de changement : la Fabrication, l'Emballage et le Transport. Nous examinons comment l'additive est utilisée dans chaque secteur, en détaillant les avantages qu'elle offre, des études de cas pertinentes, les tendances actuelles et les perspectives d'avenir.

L'état de la fabrication additive aujourd'hui

L'impression 3D a toujours été entourée d'un certain battage médiatique : en 2012, la technologie a atteint le sommet du [Cycle de Hype de Gartner pour les Technologies Émergentes](#)[1] et plus récemment, l'industrie de la fabrication additive a reçu énormément d'attention pour son rôle dans l'impression d'EPI et d'autres dispositifs liés à la COVID-19. Malgré ces moments de « hype » et certaines promesses initiales surévaluées (comme l'attente que chaque foyer possède une imprimante 3D), la fabrication additive a fait des progrès constants dans sa maturation. Aujourd'hui, il est plus clair que jamais quels sont les impacts de l'impression 3D et où réside son potentiel.

Ce qui est particulièrement intéressant dans l'évolution de la FA, c'est qu'elle a suivi plusieurs voies différentes. L'un des premiers usages de la technologie – le prototypage rapide – est devenu pratiquement omniprésent dans de nombreuses industries. Mais la technologie est également devenue une option populaire pour d'autres applications, telles que la recherche, l'outillage et les pièces d'utilisation finale. Comme nous le verrons dans chaque secteur, la fabrication additive change la manière dont les personnes et les entreprises fabriquent les choses à pratiquement chaque étape.

À la base de la croissance et du succès du processus se trouvent des capacités sans précédent, incluant la liberté de conception, la personnalisation évolutive et l'agilité de production.

Plus que toute autre technologie de fabrication, les systèmes additifs sont idéaux pour produire des composants aux géométries complexes (y compris des treillis ou des canaux internes) et des séries de production réduites (y compris des prototypes uniques ou des produits personnalisés) – tout en restant économiques.

La fabrication additive ouvre également la voie à des calendriers de production accélérés et à des flux de travail manufacturiers plus efficaces. Et ce, de plusieurs manières. D'un côté, la capacité d'imprimer rapidement des prototypes, de les tester et de les réitérer accélère considérablement les cycles de conception. D'un autre côté, l'outillage, les gabarits et les montages imprimés en 3D peuvent améliorer les flux de travail de fabrication traditionnelle, les rendant plus efficaces et infaillibles tout en minimisant les temps d'arrêt de production. Dans une capacité d'utilisation finale, la fabrication additive peut être utilisée pour créer directement des pièces sans nécessiter d'outillage et en petites séries, réduisant ainsi les délais et les coûts de production.

Un aperçu des secteurs ciblés

Chaque chapitre du rapport se concentrera sur un secteur spécifique, examinant comment les adoptants utilisent la technologie et quels avantages elle offre. Voici un bref résumé des impacts de la FA sur chaque secteur.

Fabrication

Dans le secteur de la fabrication, les processus additifs s'avèrent indispensables, particulièrement alors que la transition vers la fabrication numérique continue de prendre de l'ampleur. Les fabricants de divers segments réalisent rapidement les avantages de l'impression 3D, l'adoptant non pas tant pour remplacer les processus existants, mais pour les compléter et les renforcer.

Des applications telles que les dispositifs d'assemblage en 3D, les gabarits et les pièces de rechange rétro-conçues pour les machines aident les fabricants à construire des flux de production plus résilients qui peuvent être facilement personnalisés pour de nouvelles capacités de production. En même temps, l'outillage imprimé en 3D accélère les délais de production, réduit les coûts, améliore l'ergonomie et la sécurité des opérateurs, et rend les fabricants moins dépendants des partenaires de production externes. Ce segment d'applications dans la fabrication a réellement décollé grâce à l'introduction de matériaux plastiques de qualité ingénierie pour l'impression 3D, qui peuvent résister aux contraintes d'un environnement de fabrication et sont substantiellement moins chers que le métal.

L'impression 3D offre également aux fabricants une autre méthode pour transformer les matières premières en produits finis. Les capacités uniques de la fabrication additive (FA) l'ont rendue viable pour les fabricants afin de créer des composants à la demande (y compris des pièces de rechange), ainsi que des pièces avancées aux géométries complexes optimisées et des produits personnalisés.

Emballage & Automatisation

Ce secteur est peut-être un peu moins médiatisé que d'autres, mais l'impact de la fabrication additive y a été significatif. De nombreux grands fournisseurs d'emballage ont adopté cette technologie pour accélérer le développement de nouveaux designs d'emballage, réduire les délais pour les moules d'emballage, les outils et les pièces de rechange, ainsi que pour introduire davantage d'opportunités de personnalisation, telles que les outils de préhension et les pinces en bout de bras.

Des marques mondiales [telles que Heineken](#) ont réduit les délais de production (de jusqu'à neuf mois) et les coûts de production en imprimant en 3D des pièces détachées pour les machines d'emballage et d'assemblage.

D'autres grandes entreprises ont diminué les coûts d'outillage et permis une plus grande variété de designs d'emballage en développant des inserts imprimés en 3D pour le moulage par injection et le soufflage. Les marques de luxe se tournent vers la fabrication additive pour créer des emballages sur mesure et en édition limitée. Et ce n'est que la pointe de l'iceberg.

Il est impossible de parler d'emballage sans aborder l'environnement. Malheureusement, l'emballage est une source significative de déchets dans notre monde, et la durabilité est aujourd'hui une priorité clé pour les marques comme pour les consommateurs. La fabrication additive peut être utilisée pour produire des emballages plus écologiques fabriqués à partir de matériaux recyclés ou biodégradables, tels que le PHA.

Elle peut également ouvrir des opportunités pour des conceptions plus durables qui minimisent l'utilisation de matériaux tout en maintenant la qualité.

Transports

Dans ce domaine spécifique, nous examinons comment la fabrication additive contribue à faire avancer le développement et la production de différents modes de transport, avec un accent particulier sur le secteur automobile.

L'impression 3D est désormais largement adoptée par les entreprises automobiles et est utilisée de multiples façons. Du côté de la recherche et développement (R&D), l'impression 3D sert à créer des prototypes visuels et fonctionnels.

Les marques automobiles utilisent également cette technologie pour explorer de nouveaux designs automobiles, y compris des moteurs plus efficaces, des assemblages allégés et des structures optimisées pour l'ergonomie ou l'aérodynamisme. Sur les chaînes d'assemblage, les outils et gabarits imprimés en 3D rationalisent les flux de travail.

Comme nous le verrons plus en détail, le potentiel de l'additive dans les industries automobiles et de transport – telles que l'aérospatiale, maritime et ferroviaire – est illimité. De nombreux acteurs du secteur repoussent les limites de ce qui est possible en termes de systèmes de transport plus économes en carburant, d'agilité de production et de sécurité des transports grâce à la liberté et la flexibilité offertes par la fabrication additive. La compagnie

aérienne néerlandaise KLM est juste un exemple : l'entreprise promeut une économie circulaire en transformant les bouteilles d'eau usagées des vols en filament, qui est ensuite utilisé pour produire des outils de maintenance.

Plongeons-nous dans le sujet

Que vous soyez novice dans l'industrie de la fabrication additive ou que vous possédiez une riche expérience, ce rapport offre des perspectives précieuses sur la manière dont la technologie en pleine maturation influence les secteurs industriels de la Fabrication, de l'Emballage et du Transport. Ces industries représentent des domaines où l'utilisation de la fabrication additive est avancée et prolifique, démontrant ainsi les

impacts que la technologie peut avoir dans d'autres secteurs verticaux où son adoption est encore en plein essor.

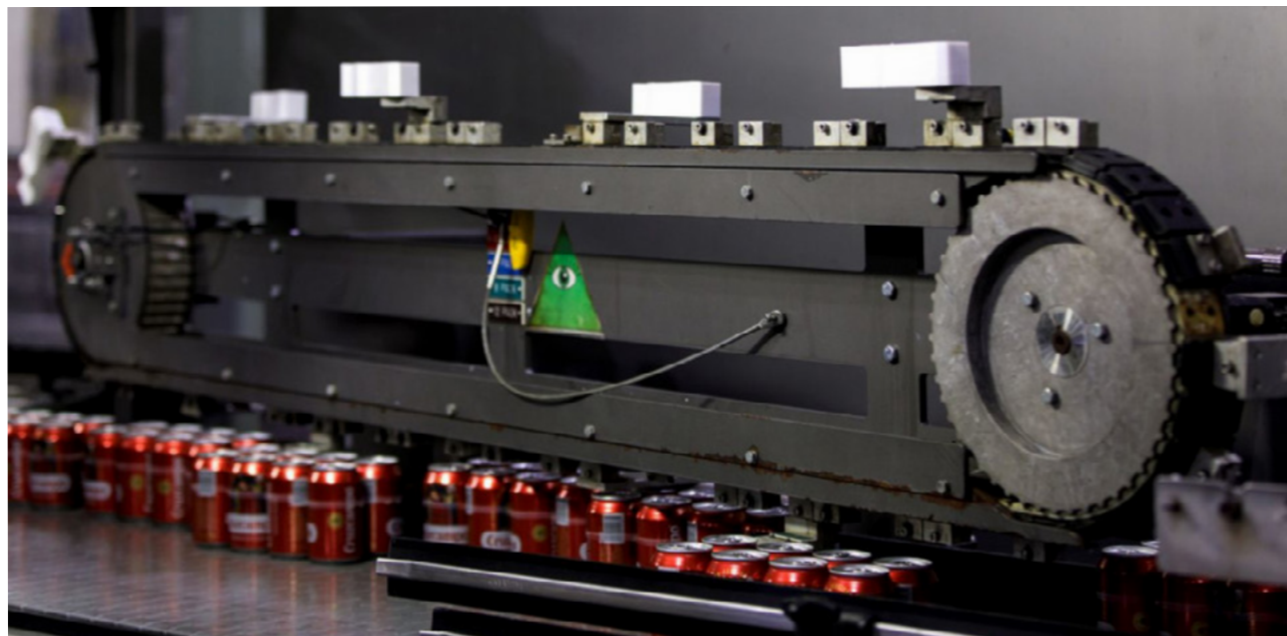


Image 1: Les pièces fonctionnelles imprimées en 3D suppriment les contraintes de conception associées aux procédés de fabrication traditionnels. Crédit image : Ultimaker/Heineken



Image 2: Ford utilise la fabrication additive pour créer des outils personnalisés. Crédit image : UltiMaker/Ford.

Chapitre II: L'impression 3D permet une conception plus rapide, une productivité accrue et une personnalisation plus poussée dans l'industrie

Bien que de nombreuses personnes ne tendent pas à réfléchir à la manière dont les produits qu'elles utilisent sont fabriqués, le monde de la production industrielle – responsable de la transformation des matières premières en biens de consommation – est à l'origine de pratiquement chaque objet ou système que nous utilisons, des brosses à dents aux voitures. Avec l'émergence de nouveaux procédés de fabrication tels que l'impression 3D devenant plus courants, il est compréhensible que des questions se posent quant à la manière

dont ils vont changer et perturber l'industrie manufacturière. Aujourd'hui, il est clair que si l'impression 3D ne remplace pas exactement les processus de fabrication existants, elle trouve sa place parmi eux, à la fois pour rendre la fabrication plus efficace et pour combler les lacunes de production pour les petites séries et les pièces sur mesure. Dans ce chapitre, nous nous concentrons spécifiquement sur le secteur de la fabrication industrielle pour comprendre comment les technologies d'impression 3D s'intègrent non

seulement dans les flux de production existants, mais également comment elles contribuent à transformer les chaînes de production et, plus largement, la manière dont les pièces sont fabriquées.

Les avantages de l'impression 3D pour les applications de fabrication

Les fabricants s'intéressent de plus en plus à l'exploitation des technologies de fabrication additive afin de bénéficier de ses avantages. Mais quels sont exactement les avantages de l'utilisation de l'impression 3D dans un contexte de fabrication ? Examinons cela.

Délais de production plus courts

L'avantage le plus évident de l'adoption de l'impression 3D pour la fabrication (et au-delà) est qu'elle permet de réduire les délais de production. Dans le contexte de la fabrication, l'impression 3D peut être utilisée dès l'étape du prototypage pour accélérer le développement du produit. Avant l'impression 3D, la création de prototypes pouvait prendre des semaines, voire des mois, en raison des longs délais nécessaires pour la fabrication des moules et des

outillages. Désormais, les développeurs de produits peuvent facilement imprimer des prototypes uniques en interne, les évaluer, puis apporter des modifications dans le logiciel CAO jusqu'à ce que la conception soit validée. Les délais de production plus courts s'étendent également à d'autres applications de fabrication, comme l'outillage et les pièces de rechange. Dans ces cas, la capacité à imprimer rapidement des pièces de fabrication peut améliorer les rendements de production et minimiser les temps d'arrêt des machines.



Image 3 : Les fichiers de conception numérique et les inventaires de modèles 3D rendent possible la fabrication distribuée. Crédit image : Ultimaker



Imprimante 3D UltiMaker S5 utilisée au Laboratoire d'Innovation Rosti



Image 5: Outil d'assemblage imprimé en 3D. Crédit image : UltiMaker

Production agile

En plus de réduire les délais de production, l'impression 3D présente l'avantage d'être l'une des technologies de production les plus agiles. La nature de cette technologie, capable de produire directement une grande variété de pièces sans nécessiter d'outillage ou de moules, permet aux fabricants de créer des pièces à la volée. Contrairement au moulage par injection, qui requiert une configuration de fabrication spécifique ainsi que de grands volumes de production pour être économiquement viable, l'impression 3D peut être utilisée pour fabriquer des pièces en petits volumes à la demande. Cette capacité réduit également le besoin en inventaires et en stockage (et leurs coûts associés).

Personnalisation

En accord avec la souplesse qu'offre l'impression 3D, cette technologie est également parfaitement adaptée à la production de produits et de pièces personnalisés. En ajustant simplement les modèles 3D ou en concevant des pièces uniques à partir de zéro (en utilisant par exemple l'ingénierie inverse), les imprimantes 3D peuvent créer des pièces personnalisées ou uniques de manière rentable. Cette capacité donne aux fabricants la possibilité de réaliser au sein de leurs propres opérations des pièces de machines uniques ou des dispositifs spéciaux, ainsi que de diversifier leur capacité de production pour inclure la personnalisation de masse.

La liberté de conception

La liberté de conception est l'un des principaux arguments de vente de l'impression 3D, et ce, à juste titre. La technologie permet de créer des géométries auparavant impossibles, y compris des formes organiques complexes et des treillis internes. Cet avantage a de nombreuses répercussions bénéfiques, telles que la création de pièces à plus haute performance, la consolidation des pièces (réduisant ainsi les temps d'assemblage) et une meilleure efficacité matérielle. Autrement dit, les pièces peuvent être conçues pour répondre aux exigences de performance tout en minimisant la quantité de matériaux utilisés. Cela peut se traduire par une réduction des coûts matériels pour les fabricants.

La fabrication distribuée

Le concept de fabrication distribuée gagne en popularité dans le monde de la production afin de réduire les risques liés à la chaîne d'approvisionnement. En résumé, cela implique de diversifier les lieux de production, souvent en privilégiant la production localisée. Avec l'impression 3D, les organisations peuvent réaliser une production locale plus efficace en envoyant simplement les fichiers de conception aux fabricants situés dans différents endroits. Cette approche offre non seulement des avantages pour la chaîne d'approvisionnement (permettant de changer de fabricant lorsque d'autres ne peuvent pas assurer la production), mais présente également des avantages environnementaux potentiels, puisqu'elle minimise la nécessité de transporter les produits.

Les utilisations de l'impression 3D dans les flux de production industrielle

Maintenant que nous avons pris connaissance des nombreux avantages que la fabrication additive peut offrir dans un contexte de production industrielle, nous souhaitons mettre en lumière certaines des utilisations spécifiques de cette technologie actuellement en vigueur dans le secteur.

Prototypage rapide

Aujourd'hui, l'impression 3D est l'une des méthodes principales pour le prototypage rapide. En fait, cette

application reste parmi les plus courantes pour les adopteurs de la FA, avec [72 % des fabricants](#) utilisant la technologie pour créer des prototypes. [5] L'AM est non seulement capable de livrer des prototypes rapidement, mais si des changements sont nécessaires, qu'il s'agisse d'une refonte complète du design ou d'un petit ajustement, les utilisateurs peuvent effectuer les modifications numériquement et réimprimer pour une validation supplémentaire. Cette approche ne fait pas seulement accélérer le développement de produits (et donc réduire les délais de production globaux), elle peut également améliorer la conception du produit, puisque de multiples itérations peuvent être réalisées sans temps ni coût supplémentaires significatifs.

Outillage et Fixations

L'outillage, un marché évalué à plus de 73,60 milliards de dollars, est un élément essentiel de la fabrication traditionnelle et de plus en plus de fabricants se tournent vers les technologies d'impression 3D pour créer des inserts de moules, des aides au montage et des gabarits afin de rationaliser leurs flux de production. Ce domaine d'application est d'ailleurs l'un des plus en croissance rapide : alors que seulement 37 % des fabricants déclaraient utiliser la FA (Fabrication Additive) pour l'outillage en 2019, ce nombre est passé à [57 % en 2021](#).

Par rapport aux méthodes de production traditionnelles, l'impression 3D permet de fabriquer ces pièces manufacturières essentielles rapidement et à la demande. Par exemple, la société de moulage

par injection [Rosti Group a réussi à mettre en œuvre le pack UltiMaker S5 Pro Bundle](#) pour produire des dispositifs d'assemblage de manière rapide et rentable. En comparaison avec l'usinage CNC plus traditionnel, l'entreprise a réduit les délais de production d'une semaine à seulement sept heures et diminué les coûts de 450 dollars par pièce à seulement 15 dollars, le tout sans compromettre la qualité ou la solidité.

De plus, les gabarits sur mesure et les dispositifs d'assemblage imprimés en 3D non seulement améliorent l'efficacité de la production, mais renforcent également l'ergonomie et la sécurité des opérateurs sur le plancher de l'usine. Le prestataire de services industriels [ERIKS utilise largement la solution d'impression 3D d'UltiMaker](#) pour améliorer la sécurité sur site. Par exemple, l'entreprise néerlandaise utilise régulièrement un outil imprimé

en 3D qui permet de remplacer en toute sécurité un grand rouleau de film d'emballage par une seule personne. Grâce à cet outil et à d'autres, l'entreprise déclare avoir économisé 350 000 € dans ses installations de production en éliminant les risques de sécurité et en augmentant sa production.

Pièces de rechange

Une partie importante du travail de tout fabricant consiste à s'assurer que chaque machine et système de sa chaîne de production fonctionne sans accroc. Dans certains cas, si ne serait-ce qu'une seule machine tombe en panne, les cycles de production peuvent être considérablement retardés. L'impression 3D peut aider à surmonter ce défi en créant les pièces de rechange nécessaires pour minimiser les temps d'arrêt des



Image 6: Des pièces complexes en acier inoxydable 17-4 PH sont produites de manière efficace et économique sur une imprimante 3D FFF de bureau. Crédit image : UltiMaker.



Image 7: Un outil imprimé en 3D permet aux opérateurs de remplacer rapidement et en toute sécurité un rouleau de film d'emballage. Crédit image : UltiMaker

machines. Le service d'impression 3D allemand [3D Point utilise une flotte d'imprimantes 3D UltiMaker S Series](#) pour livrer des pièces de rechange à de nombreux clients différents. Ces composants sont imprimés en série (typiquement de 300 à 5 000 pièces par commande) et aident les clients de divers secteurs, du transport aux produits de consommation, à maintenir leur propre production et opérations en bon fonctionnement.

Avec l'impression 3D en interne, les fabricants peuvent construire des inventaires numériques et imprimer rapidement des pièces de rechange temporaires pour les machines afin de les garder opérationnelles en attendant l'arrivée de la pièce « officielle ». Dans certains cas, et grâce à l'émergence de matériaux de qualité ingénierie, tels que [les composites à fibres de carbone](#), il est également possible d'imprimer directement

des pièces de rechange finales. Dans le cas de systèmes obsolètes, il est possible de rétroconcevoir des pièces dépassées, prolongeant ainsi la vie de machines qui autrement deviendraient inutilisables. L'utilisation de la fabrication additive pour les applications de réparation et de maintenance a augmenté de plus de 30 % de 2017 à 2021.

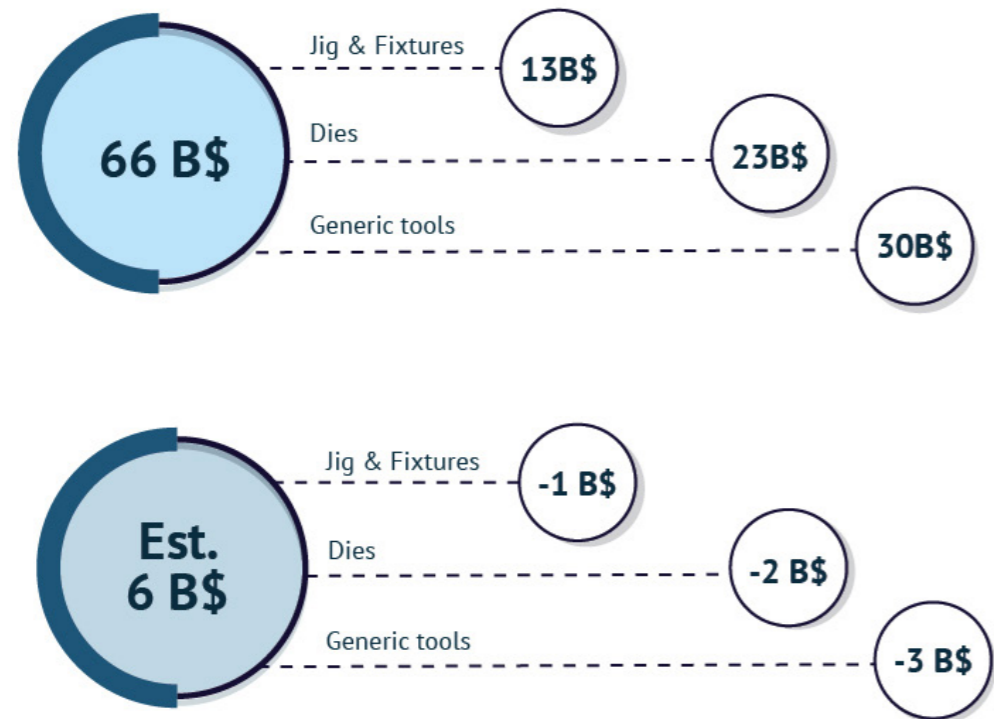
Produits finis

Bien sûr, l'impression 3D n'est pas seulement utilisée pour soutenir les flux de production traditionnels, elle peut également servir de technologie de production à part entière. Aujourd'hui, une variété de fabricants issus de différents secteurs utilisent les technologies additives pour produire des pièces finales et des produits. Ce domaine d'application s'est développé en partie grâce à une

plus grande diversité de matériaux, allant des thermoplastiques haute température, aux filaments composites, jusqu'à [l'acier inoxydable](#).

Il convient de mentionner que la technologie ne concurrence pas tant les processus de production de masse tels que le moulage par injection. Au lieu de cela, elle contribue à combler les lacunes en matière de capacités de production, en particulier pour les produits personnalisés, les séries de production à faible volume et les pièces sophistiquées aux géométries complexes qui seraient impossibles à produire en utilisant d'autres procédés.

Manufacturing Aids Market Still Largely Untapped by 3D Printing



Estimated AM penetration in Manufacturing Environment

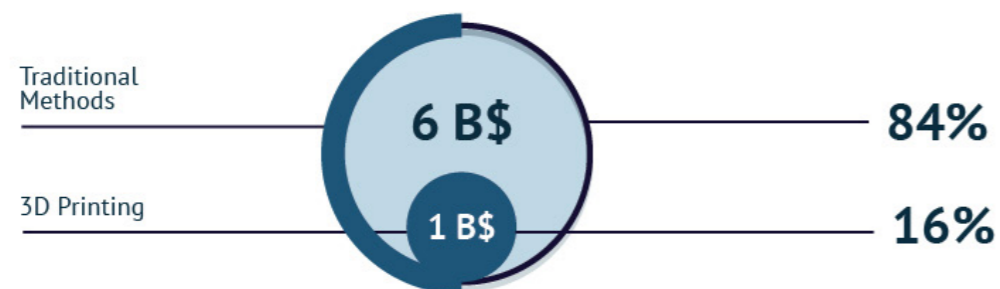


Image 8: La fabrication additive présente un fort potentiel dans les applications de fabrication industrielle. Crédit image : UltiMaker.

Opportunités pour l'innovation future

Malgré la croissance notable de l'adoption de la fabrication additive pour les applications industrielles, il existe encore des opportunités inexploitées. En se concentrant spécifiquement sur les aides à la fabrication, les processus de fabrication traditionnels conservent encore la part dominante de la valeur du marché (à 84 %), tandis que l'impression 3D progresse à 16 % (représentant 1 milliard de dollars).

L'adoption continue sera stimulée par une plus grande prise de conscience des capacités actuelles de la FA ainsi que par de nouvelles opportunités découlant des avancées en matière de matériel, de logiciels et de matériaux. Sur le plan technologique, à mesure que les imprimantes 3D et les logiciels deviennent de plus en plus sophistiqués et automatisés, l'impression 3D gagnera en coût et en efficacité temporelle, ce qui entraînera une adoption plus large dans le domaine de la fabrication. Nous pouvons prendre l'exemple de la fabrication additive grand format (FAGF) : à mesure que cette technologie progresse, des opportunités apparaissent pour des composants de fabrication plus grands, tels que des moules pour l'industrie automobile et de la construction.

Autrefois un goulot d'étranglement pour l'adoption de la FA, la disponibilité des matériaux ne cesse de croître. Les thermoplastiques de qualité ingénierie ainsi que les matériaux composites haute performance ont

déjà le potentiel de remplacer des pièces métalliques plus coûteuses pour des applications finales, ce qui peut améliorer encore l'efficacité des chaînes de production. Par exemple, la [UltiMaker Method Series](#) – comprenant des polymères purs et des composites haute performance – est conçue pour des applications de fabrication et crée déjà de la valeur pour les fabricants industriels.

Enfin, l'impression 3D a le potentiel de renforcer les chaînes d'approvisionnement mondiales en créant une chaîne de production plus agile grâce à la fabrication distribuée, aux inventaires numériques, à l'impression à la demande et à une meilleure efficacité matérielle. Globalement, cela confère aux fabricants une plus grande autonomie, ce qui peut en réalité raccourcir les chaînes d'approvisionnement et améliorer la résilience.

Conclusion

Les répercussions de l'impression 3D sur la fabrication industrielle sont indéniables : cette technologie offre des avantages significatifs et possède diverses applications transformatrices, allant du prototypage à l'outillage, jusqu'aux pièces finales utilisées en produit final.

Chapitre III: L'impression 3D stimule l'innovation dans l'industrie de l'emballage

D'une valeur de plus [d'un billion de dollars en 2023](#), l'industrie mondiale de l'emballage constitue un segment industriel majeur, responsable de la fabrication de tout, des bouteilles de shampoing aux boîtes de conserve qui préservent les aliments. Et bien que nous prenions la plupart des emballages pour acquis, les jetant rapidement pour accéder au produit qu'ils contiennent, l'industrie et ses produits ont considérablement évolué au fil des ans et ont été façonnés par de nouvelles idées et innovations.

Considérez les débuts de l'emballage, qui utilisaient des ressources naturelles telles que le bois, les feuilles et l'argile pour créer des contenants pour la nourriture et

d'autres biens. Avancions rapidement jusqu'au début du 19e siècle, et nous assistons à l'avènement de la mise en conserve qui a révolutionné la conservation et le transport des aliments. La prochaine grande innovation du 20e siècle a été le plastique, qui a véritablement changé la donne, car il pouvait être façonné en contenants de diverses rigidités, en films flexibles, et plus encore.

Aujourd'hui, l'impression 3D est à la pointe de l'innovation en matière d'emballage. La technologie, capable de produire des produits complexes à la demande à partir d'une large gamme de matériaux différents, permet aux acteurs de l'espace de l'emballage de réaliser des conceptions de pointe,

d'explorer la personnalisation et d'augmenter l'efficacité des chaînes de production. Dans ce chapitre, nous examinons les diverses manières dont l'impression 3D aide à faire entrer l'industrie du billion de dollars dans le futur, avec un accent particulier sur l'innovation, l'agilité de production et la durabilité.

L'impression 3D pour la conception et le prototypage

Dans le domaine de l'emballage, comme dans d'autres secteurs, l'impression 3D est désormais largement utilisée pour la conception de produits et le prototypage. Plusieurs raisons expliquent cela. Tout d'abord, contrairement aux processus de fabrication traditionnels tels que le moulage par injection, l'impression 3D n'est pas soumise aux mêmes économies d'échelle. Cela signifie qu'il est économiquement viable d'imprimer en 3D un prototype unique

ou plusieurs prototypes différents dans un seul lot.

De plus, l'impression 3D a permis aux concepteurs et fabricants d'emballages d'accélérer considérablement les cycles de développement de produits et le délai de mise sur le marché. En effet, les designers d'emballages peuvent facilement imprimer un prototype physique à partir d'un modèle CAO, tester le design, l'ajuster et finalement le valider sans avoir à travailler avec des partenaires de production externes et sans avoir à investir dans des outillages coûteux. La technologie ouvre également de nouvelles opportunités de conception pour les emballages, ce qui peut améliorer la fonction, l'esthétique et la commercialisabilité d'un emballage.

L'Oréal, la plus grande entreprise de cosmétiques au monde, utilise avec succès l'impression 3D depuis des années à cette fin. La société, qui a imprimé 14 000 prototypes d'emballages rien qu'en 2017, a [accéléré son processus de prototypage](#) de plus de six mois à seulement quelques jours en utilisant des imprimantes 3D UltiMaker pour valider de nouveaux designs, et itérer rapidement les prototypes et les moules d'injection d'emballage. La société [déclare](#) : « L'impression 3D nous permet de sauter des étapes dans le processus de conception. En internalisant la technologie, nous pouvons réduire considérablement le temps nécessaire à la production de prototypes d'emballages. De plus, en passant du concept au prototype



Image 9: L'Oréal utilise régulièrement des imprimantes 3D UltiMaker dans le développement de nouveaux designs d'emballages.



Image 10: L'emballage de parfum en édition limitée imprimé en 3D de L'Oréal et Viktor & Rolf.

plus rapidement, nous réduisons drastiquement le temps de mise sur le marché. En effet, avant le boom de l'impression 3D, le développement pour le lancement d'un produit pouvait prendre jusqu'à 18 mois. Aujourd'hui, nous pouvons valider de nouveaux designs en seulement un ou deux jours. » La capacité d'accélérer les délais de conception des emballages est un énorme avantage dans l'espace des biens de consommation, où devancer la concurrence et mettre les produits sur le marché en temps opportun est clé.

Au-delà du prototypage, l'impression 3D est également de plus en plus adoptée pour créer des designs d'emballages qui seraient impossibles à réaliser avec d'autres méthodes de production. Cette utilisation des technologies additives est

particulièrement répandue dans la production d'emballages de luxe, où les designs exclusifs et à la pointe de la technologie sont une priorité. Fin 2020, par exemple, L'Oréal et la maison de mode de luxe avant-gardiste Viktor & Rolf ont collaboré pour concevoir une « édition haute couture » du [parfum Flowerbomb de L'Oréal](#). L'impression 3D a été utilisée à diverses étapes du processus de conception de l'emballage, du prototypage au produit final. L'emballage du parfum, élégant et complexe, est une édition limitée : 15 exemplaires ont été imprimés en 3D, polis à la main, assemblés, et trempés dans de l'or rose. Pour les consommateurs, le design imprimé apporte une nouveauté, élevant le produit original à un niveau supérieur.

L'Oréal n'est pas la seule entreprise à bénéficier de l'utilisation de la

fabrication additive pour la conception d'emballages et le développement de produits. PepsiCo et Marvel Studios ont eu recours à l'impression 3D pour créer des masques en édition limitée de Black Panther pour la promotion de leurs boissons en canette. Les masques de canettes imprimés en 3D ont été produits en série limitée, ce qui n'aurait pas été financièrement viable avec le moulage par injection. L'emballage a également profité de la liberté de conception offerte par l'impression 3D, résultant en un produit unique pour les consommateurs et une stratégie marketing efficace pour les partenaires.

Impression 3D pour l'efficacité de la fabrication et de la chaîne d'approvisionnement

L'impression 3D joue également un rôle après le développement du produit : les fabricants d'emballages adoptent avec enthousiasme la technologie pour améliorer leurs lignes de production et accroître leur résilience face aux faiblesses

de la chaîne d'approvisionnement. Avec l'impression 3D en interne, il est possible de concevoir et de créer rapidement divers composants qui soutiennent les lignes de production de masse existantes, y compris des préhenseurs sur mesure, des outils, des dispositifs d'assemblage et des pièces de rechange, pour n'en nommer que quelques-uns. Cette capacité est encore renforcée par la gamme de matériaux disponibles en constante augmentation pour l'impression 3D FFF. Les filaments thermoplastiques conçus pour la résistance à l'usure et la solidité répondent aux exigences des lignes de production, tandis que la disponibilité croissante de plastiques

certifiés pour le contact alimentaire crée encore plus d'opportunités pour les entreprises d'emballage travaillant dans les industries alimentaires et des boissons.

Il existe d'innombrables applications de l'impression 3D FFF dans les lignes de production d'emballages qui peuvent améliorer l'efficacité. Ce qu'elles ont de mieux en commun, c'est qu'elles sont à la fois à haut rendement et de faible complexité. Une application à haut rendement est définie comme une application qui aidera à maintenir la productivité, améliorera la sécurité des opérateurs tout en simplifiant leur travail. Une

Catégories d'applications révolutionnaires

Lorsqu'il s'agit d'identifier ces applications d'impression 3D « à gain élevé et à faible complexité », par où commencer ? Pour vous donner une idée, nous avons répertorié ci-dessous les machines et les processus courants, par rapport aux catégories d'applications potentielles qui résoudront une série de défis potentiels.



Machines et processus

- Lignes de sélection
- Machines d'emballage sous flux
- Machines à chargement par le haut
- Machines de traitement
- Machines de remplissage
- Machines à étiqueter
- Inspection
- Convoyeurs
- Emballage primaire
- Emballage secondaire
- Recyclage



Catégories d'applications

- Outils d'entretien
- Outils de sécurité
- Outils de transport
- Outils de production
- Outils de (dé)montage
- Outils ergonomiques
- Outils d'assurance qualité
- Outils d'espacement et d'alignement
- Organismes et supports d'outils
- Caches, boutons, plateaux
- Amortisseurs
- Housses de protection
- Dispositifs d'amortissement
- Étiquettes, balises
- Crochets, supports, cintres
- Tubes, connecteurs, clips
- Gestion des câbles



Défis potentiels

- Poids
- Ergonomie
- Temps (fabrication, assemblage, utilisation, etc.)
- Coût
- Fonctionnalité
- Propriété matérielle
- Taille/volume (ajustement)
- Matériaux et produits gaspillés
- Problème de sécurité/danger
- Opportunités de productivité

Image 11

application de faible complexité est caractérisée par une géométrie simple (c'est-à-dire facile à concevoir et à optimiser pour la fabrication additive), qui n'a pas à répondre à des exigences de sécurité (minimisant ainsi le temps de validation), et qui est utilisée dans un environnement de production normal (offrant ainsi plus d'options de matériaux). Les applications qui répondent à ces critères aboutissent généralement à un retour sur investissement (ROI) rapide. Voici quelques exemples d'applications efficaces de l'impression 3D dans la fabrication d'emballages.

Les vis d'alimentation de Trivium

Trivium, une entreprise mondiale spécialisée dans l'emballage métallique durable, a intégré l'impression 3D dans son processus de travail pour maintenir le bon

fonctionnement de ses lignes de production. La plateforme d'impression 3D d'UltiMaker s'est révélée être une solution rentable pour la fabrication de composants de remplacement, tels que [les vis d'alimentation utilisées dans son système de convoyeur](#). Ces pièces fonctionnent comme des vis d'horlogerie de précision et sont essentielles dans les systèmes de convoyage. Dans certains cas, les vis d'alimentation fabriquées de manière conventionnelle peuvent coûter jusqu'à 10 000 EUR. Chez Trivium, l'entreprise s'est tournée vers l'impression 3D d'UltiMaker lorsque la vis d'alimentation originale s'est usée. En utilisant l'écosystème prêt pour l'industrie d'UltiMaker, l'équipe a remodelé le composant, l'a découpé à l'aide du logiciel Cura, et l'a imprimé en deux parties en utilisant un nylon renforcé de fibres de carbone. Ce matériau, qui offre une robustesse accrue par rapport au nylon non composite, était viable grâce à la

plateforme de matériaux ouverts d'UltiMaker, qui permet l'utilisation de matériaux tiers, y compris les filaments chargés de fibres.

Une fois assemblée, la pièce s'intègre parfaitement dans le système de convoyeur, maintenant le système hérité en fonctionnement. Au final, en imprimant les pièces à la demande, l'entreprise a pu remplacer la pièce à un coût minimal et maintenir sa ligne de production active.

Équipements et dispositifs de sécurité Heineken

Le brasseur de renommée mondiale Heineken s'est également tourné vers l'impression 3D pour assurer le bon fonctionnement de ses lignes de production. Dans son usine de Séville, en Espagne, les ingénieurs [conçoivent et impriment](#) régulièrement en 3D des gabarits, des pièces de machines

et des équipements de sécurité à la demande. Dans certains cas, les ingénieurs ont révisé la conception de pièces de rechange pour en optimiser la performance, et dans d'autres, des solutions entièrement nouvelles ont été créées pour renforcer la sécurité des opérateurs. L'utilisation de l'impression 3D n'a pas seulement augmenté la sécurité et la disponibilité de la production de l'usine Heineken, mais a également permis d'économiser 80 % des coûts de production pour les pièces imprimées en interne et d'atteindre des délais de livraison de 70 à 90 % plus rapides par rapport à la sous-traitance. [Pour en savoir plus sur l'utilisation de l'impression 3D par Heineken, cliquez ici.](#)

Pièces pour le traitement des aliments Lonypack

Lonypack Global, une entreprise espagnole spécialisée dans le traitement et l'emballage des viandes séchées et des produits laitiers, a également [optimisé sa chaîne de production](#) avec l'aide de l'impression 3D UltiMaker. L'une des principales priorités de l'entreprise était de créer rapidement des pièces de rechange économiques pour ses lignes de désossage, de découpe et d'emballage, tout en respectant les normes d'hygiène alimentaire. Grâce à sa précision et sa fiabilité, l'UltiMaker S5 a été finalement choisi par Lonypack en combinaison avec le PETG-S de Kimya, un filament de couleur bleue certifié sans danger pour le contact alimentaire. À ce jour, l'entreprise de transformation alimentaire a réussi à imprimer en 3D des pièces telles que les lames de coupe, les peignes de prélèvement, les mécanismes de

rotation, les couteaux et les pignons de bras robotiques, tout en réduisant les délais de livraison et les coûts de 70 %.

Ceci n'est qu'un petit échantillon des entreprises qui utilisent l'impression 3D dans leurs lignes d'emballage, et une fraction des applications actuellement en usage. Parmi les autres impacts positifs de la fabrication additive dans ce contexte, on compte la possibilité d'accéder à un inventaire numérique de pièces qui peuvent être obtenues selon les besoins. Gerhard Schubert GmbH, un leader des machines d'emballage, a développé un [entrepôt numérique](#) d'outils imprimables conçus pour la fabrication additive (avec des surplombs de 45 degrés maximum, des trous en forme de goutte, des supports minimaux) que ses clients peuvent facilement télécharger et imprimer directement dans leur propre installation à l'aide d'une imprimante 3D UltiMaker. Avoir accès à un tel



Image 12: Le spécialiste technique de Trivium, Paul Klopper, imprime en 3D une vis d'alimentation pour la ligne de production vieillissante.



Image 13: Production hautement automatisée de machines d'emballage dans l'usine Schubert à Crailsheim, en Allemagne.

inventaire numérique permet aux installations d'emballage de minimiser les coûts d'entreposage et d'inventaire associés au stockage des pièces détachées des machines. De plus, la capacité à imprimer des pièces à la demande (et sur place) contribue à renforcer la résilience de la chaîne d'approvisionnement, puisque les entreprises d'emballage dépendent moins des fournisseurs externes pour les composants essentiels de la ligne de production.

Opportunités pour des innovations futures

Les avancées dans le domaine de l'emballage sont en constante évolution, et il devient évident que l'impression 3D a un rôle à jouer dans les dernières tendances de l'industrie. La durabilité est au premier plan de ces tendances. Dans le monde de l'emballage, la durabilité est au centre des préoccupations de tous, les consommateurs exigeant de plus en plus de produits et d'emballages respectueux de l'environnement, et les entreprises d'emballage cherchant à répondre à ces demandes. En effet, [McKinsey](#) cite la durabilité comme l'une des principales priorités pour les entreprises d'emballage lorsqu'elles investissent dans de nouvelles solutions.[19]

L'impression 3D peut offrir à l'industrie de l'emballage un avantage durable de plusieurs manières. D'une part, l'industrie de l'impression 3D met de plus en plus sur le marché des matériaux issus du recyclage et à base biologique. Qu'ils soient utilisés

pour un prototype ou un produit final, ces matériaux sont plus écologiques comparés à de nombreux plastiques à usage unique destinés à l'emballage. En permettant la production en interne, l'impression 3D peut également contribuer à simplifier les chaînes d'approvisionnement et réduire la logistique. Cela se traduit in fine par une diminution des émissions de transport pour l'expédition de pièces de rechange.

Les avancées dans la disponibilité des matériaux pour la fabrication par filament fondu (FFF) ouvriront également de nouvelles opportunités pour l'impression 3D dans le domaine de l'emballage. Par exemple, à mesure que davantage de matériaux seront certifiés pour le contact alimentaire, les entreprises d'emballage dans les industries des boissons et de l'alimentation pourront mettre en œuvre des composants imprimés en 3D pour une gamme plus large de cas d'utilisation. De plus, avec l'augmentation de l'utilisation des matériaux d'impression 3D, le coût des filaments deviendra plus accessible, permettant ainsi une adoption encore plus grande. Ceci, associé à l'écosystème d'impression 3D économique et facile d'accès d'UltiMaker, rendra possible pour toutes les installations de fabrication d'intégrer sans heurt la fabrication additive à leurs lignes de production.

Enfin et surtout, l'impression 3D est bien positionnée pour ouvrir la voie à l'emballage personnalisé. Les fabricants d'emballages peuvent tirer parti de la capacité de la technologie à imprimer plusieurs designs différents dans une même fabrication pour créer des emballages sur mesure pour des produits personnalisés ou de luxe.

Les lignes de production peuvent également être adaptées pour une personnalisation accrue des produits à l'aide de préhenseurs, de fixations et plus encore, imprimés en 3D. Dans la même lignée, les outils opérateurs sur les lignes de production peuvent être personnalisés pour l'opérateur afin d'optimiser l'ergonomie et l'efficacité.

Conclusion

Il existe des avantages très concrets à adopter la technologie dans l'industrie de l'emballage, ainsi qu'un énorme potentiel pour son évolution future. L'impression 3D accélère de manière spectaculaire le délai de mise sur le marché des produits d'emballage grâce à la prototypage rapide, et elle est utilisée pour créer des conceptions d'emballages innovantes qui captivent les consommateurs. L'impact de l'impression 3D est peut-être encore plus marquant sur le front de la production : en réduisant les temps d'arrêt des machines et en rationalisant la maintenance grâce à la production in situ de pièces de rechange, l'impression 3D améliore considérablement l'efficacité, la productivité et l'automatisation des lignes de fabrication d'emballages, tout en aidant les fabricants à surmonter les obstacles de la chaîne d'approvisionnement.

Chapitre IV: Mer, Terre et Ciel : l'impact de l'impression 3D sur le transport

Les industries du transport telles que l'aviation et l'automobile sont liées à l'impression 3D depuis les premiers jours de la technologie. Pour vous donner une idée de l'ampleur de ces liens, des entreprises automobiles—telles que Ford, qui a acheté l'une des premières imprimantes 3D—et des entreprises aérospatiales figuraient parmi les tout premiers investisseurs et adoptants de l'impression 3D à la fin des années 1980.

À l'époque, l'impression 3D représentait une nouvelle solution susceptible de bouleverser la conception et le prototypage des pièces. Aujourd'hui, ce potentiel et plus encore ont été réalisés, alors que les industries du transport continuent d'être des adoptants enthousiastes de la fabrication additive, exploitant la capacité unique de la technologie à produire des conceptions optimisées,

à accélérer le développement de produits, à offrir une fabrication à faible volume rentable, et à renforcer les flux de travail de fabrication et les chaînes d'approvisionnement.

À ce stade de l'évolution de l'additive, la technologie ne représente qu'une petite fraction de la valeur globale des industries du transport. Par exemple, en 2021, le marché mondial de la fabrication automobile était estimé à 2,86 billions de dollars[20] ; la fabrication additive automobile, pour sa part, était évaluée à environ 2,9 milliards de dollars en 2022[21] (comptant pour environ 0,10 % de la valeur du marché automobile). Mais la valeur de la fabrication additive dans le transport augmente régulièrement à mesure que son adoption progresse, que l'automatisation des processus s'intensifie et que de nouvelles applications sont validées. Dans

l'aérospatiale, par exemple—même après le ralentissement causé par les confinements liés à la Covid-19—le marché de la fabrication additive connaît une croissance régulière, s'attendant à atteindre plus de 13 milliards de dollars en 2028 (contre 3,73 milliards de dollars en 2021).[22] Cette croissance est vraie pour toutes les industries du transport.

Dans ce chapitre, nous explorons les nombreuses façons dont les industries du transport utilisent la technologie, depuis le prototypage rapide, les aides à la fabrication, jusqu'aux pièces finales, tout en examinant ce que l'avenir nous réserve.

L'industrie automobile est confrontée à des risques tant en termes de chiffre d'affaires que de résultat net

Contexte macroéconomique



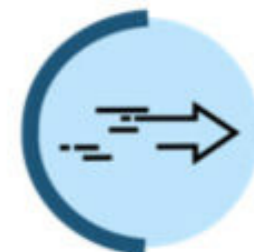
Les coûts globaux augmentent

Entreprises touchées par l'augmentation des coûts tout au long de la chaîne d'approvisionnement (par exemple matières premières, logistique, énergie)



Dynamique de marché volatile

Une concurrence féroce et un comportement d'achat évolutif mettant en péril les marges et les avantages concurrentiels



Une mise sur le marché plus rapide

Pour répondre à l'évolution rapide des préférences des consommateurs, les entreprises sont contraintes de mettre en œuvre des lancements de produits plus efficaces.

Image 14

Accélérer le développement de produit

La fabrication additive est désormais répandue dans de nombreux secteurs pour le prototypage et le développement de produits. L'industrie du transport ne fait pas exception. Dans l'automobile, l'aviation et le ferroviaire, les imprimantes 3D permettent aux ingénieurs et aux concepteurs de produire, tester, ajuster et valider de nouveaux designs rapidement et de manière rentable. De manière cruciale, les prototypes imprimés en 3D offrent aux fabricants de transport la possibilité de revenir facilement à la planche à dessin pour surmonter les défauts de conception, sans augmenter significativement les délais (grâce en partie à la capacité d'une imprimante 3D de construire des pièces de manière autonome jour et nuit). Cela signifie que non

seulement les nouveaux designs peuvent être mis sur le marché plus rapidement et à moindre coût, mais que les défauts peuvent être détectés tôt dans le cycle de développement du produit, réduisant le risque de révisions majeures et de rappels de produits coûteux. En d'autres termes, l'impression 3D débloque une meilleure conception de produit.

Les systèmes de fabrication de filaments fondus (FFF), tels que ceux d'UltiMaker, sont particulièrement adaptés au prototypage fonctionnel. Les imprimantes UltiMaker peuvent accueillir une large gamme de matériaux, des filaments standards aux composites de grade ingénieur. Cette polyvalence permet aux ingénieurs et aux concepteurs de produits d'imprimer des prototypes aux propriétés qui ressemblent étroitement (et même égalent) aux propriétés de la pièce finale, facilitant les processus de test fonctionnel et de validation.

Chez Eventuri, qui fabrique des systèmes d'admission pour des véhicules haute performance tels que la gamme Audi RS et les BMW M-Power, l'impression 3D est désormais une partie intégrante de son [processus de développement de produit](#). L'entreprise s'appuie sur les imprimantes 3D UltiMaker pour transformer rapidement les modèles numériques de conduits d'admission en prototypes physiques qui peuvent être testés tant pour leur fonction que pour leur ajustement. Si la performance est insuffisante ou si l'ajustement n'est pas tout à fait correct, les ingénieurs d'Eventuri peuvent simplement ajuster la conception dans le logiciel CAO et la réimprimer pour validation. Il va sans dire que ce flux de travail agile et entièrement interne a permis à l'entreprise d'économiser à la fois du temps et de l'argent, et de développer des conceptions d'admission supérieures.



Image 15 Prototypes d'admission imprimés en 3D pour la BMW M4 chez Eventuri.



Image 16 Le badge de hayon imprimé en 3D à l'usine Volkswagen Autoeuropa coûte seulement 10 € par unité.

Efficacité de la production dans le secteur des transports

Si vous observez une chaîne de production dans le secteur des transports aujourd'hui, il y a de fortes chances que vous tombiez sur un composant imprimé en 3D, ou même plusieurs. Cette technologie est de plus en plus utilisée pour améliorer l'efficacité des environnements de production grâce au développement de gabarits, de dispositifs de montage, d'outils de contrôle qualité et de pièces de rechange. Dans ce contexte, l'impression 3D FFF offre plusieurs avantages distincts : elle facilite la production sur site et à la demande (minimisant ainsi les temps d'arrêt des machines) ; elle ne nécessite pas

d'outillage ; c'est une technologie conviviale que les opérateurs de ligne de production et les ingénieurs peuvent facilement maîtriser ; et elle permet le développement d'aides à la production plus efficaces et ergonomiques, ce qui augmente la productivité et la sécurité.

Dans l'industrie automobile en particulier, les fabricants ont transformé leurs flux de production en adoptant l'impression 3D FFF en interne. Par exemple, [Volkswagen Autoeuropa](#) utilise maintenant une flotte d'imprimantes 3D UltiMaker pour produire la grande majorité de ses outils de fabrication. Avant d'utiliser l'impression 3D, l'entreprise automobile dépendait de fabricants externes pour créer des aides et des outils de fabrication, ce qui pouvait souvent prendre des semaines pour être livré. Cependant, avec l'impression 3D en interne, Volkswagen Autoeuropa

a réduit le temps de développement des outils jusqu'à 95 % et diminué les coûts de 91 %.

Volkswagen Autoeuropa possède de nombreux exemples d'outils de fabrication imprimés en 3D, y compris un gabarit de hayon utilisé pour positionner correctement l'emblème d'une voiture. La pièce, qui coûtait auparavant 400 € l'unité et nécessitait un délai de 35 jours, peut maintenant être produite en interne en seulement quatre jours pour un coût de 10 € par unité. En somme, le constructeur automobile, responsable d'une production annuelle de 100 000 voitures, a désormais la capacité de développer et de mettre en œuvre des outils à la demande afin de maintenir sa chaîne de production en fonctionnement fluide et sécurisé.

Passer la Fabrication de Pièces Finales à la Vitesse Supérieure

Les technologies additives ont également un grand impact dans le secteur des transports en ce qui concerne les pièces finales. Ce domaine d'application est principalement animé par la liberté de conception offerte par l'impression 3D, qui permet de réaliser des géométries sans précédent, telles que des formes organiques et des caractéristiques comme des cavités et des canaux internes. Elle permet également la consolidation de pièces, ce qui réduit le temps d'assemblage et souvent le poids des pièces. En termes d'évolutivité, l'impression 3D

fait partie des meilleurs procédés de fabrication pour la production en faible volume. C'est un atout majeur pour le secteur aérospatial, qui nécessite généralement des séries plus petites de pièces très complexes. Cependant, l'augmentation de la production est également possible : il suffit simplement d'ajouter davantage d'unités d'impression 3D.

Les capacités de conception de la technologie sont particulièrement précieuses dans le domaine des transports où l'intégration de composants plus légers dans les véhicules est essentielle pour améliorer l'efficacité énergétique. Dans l'aviation par exemple, le moteur GE9X certifié par la FAA de GE intègre plus de 300 pièces imprimées en 3D, y compris des embouts de buse de carburant consolidés. La conception légère de ces pièces imprimées a

contribué à une augmentation de 10 % de l'efficacité énergétique par rapport aux systèmes de moteurs précédents.

Dans le secteur automobile, l'impression 3D est également utilisée pour la production finale, en particulier lorsque de faibles volumes ou une personnalisation sont requis. [Tucci Hot Rods](#), un service américain de restauration de voitures, utilise régulièrement l'impression 3D pour produire des pièces automobiles sur mesure pour ses clients. Cette entreprise familiale s'appuie sur des imprimantes 3D, y compris deux machines UltiMaker, pour créer des modifications de voitures, telles que des tableaux de bord imprimés en 3D, de manière rapide et économique. Grâce à cette technologie, l'entreprise a triplé la vitesse de production et économisé jusqu'à 90 % de coûts. Au SEMA 2022, l'entreprise a dévoilé un

Ford Maverick 2021 intégrant un grand nombre de composants imprimés en 3D en PETG, y compris des élargisseurs d'ailes, des conduits de frein, un aileron arrière et plus encore. Chaque pièce imprimée a été post-traitée avant l'assemblage, résultant en un pick-up compact unique qui tire parti des capacités de personnalisation de la fabrication additive (AM).

Les capacités de FFF métallique d'UltiMaker se sont également avérées précieuses dans les secteurs des transports. Aujourd'hui, il existe de nombreux exemples des capacités d'impression 3D métallique accessibles de l'entreprise (rendues possibles grâce à une combinaison de l'UltiMaker S5, du Metal Expansion Kit et des filaments en acier inoxydable BASF Ultrafuse®) permettant aux fabricants de transports de produire des composants finaux. Liebherr-Components Colmar SAS, qui conçoit et fabrique des moteurs diesel, s'est tourné vers le FFF métallique pour produire un support de moteur afin de gagner du temps et de l'argent. La pièce, nécessaire seulement en quantités limitées, coûtait à l'origine 102 dollars lorsqu'elle était usinée par CNC et prenait beaucoup de temps à créer. Après avoir validé le FFF métallique pour l'application, Liebherr Components a optimisé la conception du support, ce qui a résulté en un composant final avec une capacité de charge trois fois supérieure et une réduction de masse de 60 % par rapport au support usiné. La pièce imprimée a également réduit les coûts de près de moitié et accéléré considérablement les délais de production.

Ce n'est qu'une étude de cas parmi tant d'autres. Kawasaki Motors Corp., qui conçoit des pièces pour motocyclettes, imprime désormais en 3D des leviers de vitesse en acier inoxydable BASF Ultrafuse® 17-4PH. Les pièces sont plus résistantes que leurs homologues en aluminium et sont beaucoup plus économiques. De plus, le fabricant de motos peut désormais personnaliser le levier de vitesse pour différents pilotes. Schwartz Off Road Motorsportz (SORM) a également utilisé le FFF métallique dans la production de sa voiture de course SxS Pro Mod unique en son genre. Plus précisément, il a amélioré un composant de montage en passant du nylon en fibre de carbone à l'acier inoxydable 17-4PH. Le FFF métallique a permis à SORM de personnaliser la pièce et d'obtenir une plus grande résistance aux températures.

Material Supplier	Material Name	Industry	Certification
Covestro*	PA6/66 GF20 FR LS (formerly Clariant)	Railway, Aeronautic (Aircraft Interior)	EN 45545-2, NFPA 130 (ASTM E162, ASTM (E662), SMP 800-C and FAR 25.853
Covestro*	Addigy® 1030 FR (formerly Novamid®)	Automotive, Electronic	UL Bluecard, UL V0 (@) 1.6 & 3.2 mm V0 on edge & V2 upright @ 0.8mm
Ensinger	PC FR	Aeronautic (Aircraft Interior)	FAR 25.853
LEHVOSS	LUVOCOM® PAHT 9825 NT	Industrial	TÜV SÜD certified

*Covestro's AM Material business unit is taken over by Stratays in 2023

Les matériaux

Opportunités pour l'innovation future

Si nous observons les tendances actuelles dans le domaine des transports, en particulier dans l'industrie automobile, il est évident que l'impression 3D est l'une des technologies clés qui les animent. Par exemple, la fabrication additive est activement utilisée dans le développement des véhicules électriques (VE) pour la création de prototypes et la production de pièces, y compris les boîtiers de batteries qui doivent être compacts et conçus pour une intégration optimale. Les VE bénéficient également de manière significative de l'allègement que permet l'impression 3D, car le poids a une influence directe sur l'autonomie de la batterie.[25]

L'impression 3D s'avère également cruciale dans le développement de supercars hautes performances. Chez le fabricant de supercars [Briggs Automotive Company](#) (BAC), l'écosystème UltiMaker S5 est au cœur

du développement et de la production de son dernier modèle, la Mono R. Selon l'entreprise, la supercar Mono R intègre plus de 44 pièces imprimées en 3D, y compris des composants structurels du moteur, des supports de rétroviseurs et des entourages de phares. La technologie permet à l'entreprise de tester de nouveaux designs et d'explorer des solutions innovantes pour son véhicule haute performance. Comme le dit Ian Briggs, directeur du design et cofondateur de BAC : « L'écosystème UltiMaker nous permet de rassembler tous les différents aspects de notre production pour être constamment optimisés et stockés en un seul endroit. » L'établissement de pratiques plus durables et d'économies circulaires est également une priorité clé que les industries du transport prennent de plus en plus au sérieux. Comme nous l'avons vu, l'impression 3D aide dans ce domaine grâce à la production de pièces plus légères. Mais il existe également des moyens par lesquels les entreprises de transport poursuivent leur durabilité. Prenez la compagnie aérienne néerlandaise KLM, qui fait des avancées dans la création d'une

économie circulaire en transformant les bouteilles d'eau en PET de ses vols en filament pour impression 3D. Ce filament est utilisé pour produire des composants fonctionnels, tels que des couvercles de protection pour les pales de ventilateur de moteur, qui protègent certaines parties de la pale pendant le sablage. Ce processus prépare les surfaces des pales pour divers traitements, comme le décapage et l'application de peinture, l'élimination de l'huile et de la rouille, et le nettoyage général. En utilisant les systèmes UltiMaker et le filament recyclé, KLM est capable de produire ces composants fonctionnels de manière efficace et durable.

D'autres secteurs des transports, tels que le ferroviaire et le maritime, prennent de plus en plus conscience du potentiel des technologies additives. Grâce à la fabrication additive (FA), des services de maintenance, réparation et révision (MRO) ferroviaires et des compagnies telles que Deutsche Bahn et ÖBB sont désormais capables de rétroconcevoir et d'imprimer en 3D des composants de train difficiles ou impossibles à se procurer, ce qui permet de



Image 17: La Mono R de BAC intègre plus de 44 pièces finales imprimées en 3D. Crédit image : UltiMaker

L'impression 3D peut compenser ces risques

Près de 50 % pensent que le 3DP apportera des gains d'efficacité opérationnelle et des économies de coûts (très) significatifs.



Rationalisez les opérations pour réduire les délais et les coûts pour tous les sites



Flexibilité de la production : augmente la disponibilité des lignes d'usine et réduit les temps de changement



Mise sur le marché plus rapide



Améliorer l'entreposage et la gestion des stocks



Offrir des environnements de travail plus sûrs



Augmenter l'efficacité globale de l'équipement

Source: 3D Printing Sentiment Index 2020

Image 18 (Not confirmed)

réduire les temps d'arrêt des trains. La liste sans cesse croissante de matériaux disponibles, incluant des thermoplastiques résistants aux hautes températures et des filaments ignifuges, ainsi que des plateformes ouvertes aux matériaux comme celle d'UltiMaker, créent également de nouvelles opportunités pour les pièces fonctionnelles ferroviaires et de transport. Chez la compagnie ferroviaire autrichienne ÖBB, par exemple, les ingénieurs évaluent actuellement l'utilisation de composants en acier inoxydable imprimés en 3D à l'aide des systèmes d'UltiMaker et du filament en acier inoxydable Ultrafuse dans le cadre d'une preuve de concept. La compagnie ferroviaire utilise aussi des solutions additives pour simplifier sa chaîne d'approvisionnement grâce à la production just-in-time, ainsi que pour minimiser les besoins en inventaire et en transport. Dans le transport maritime, un secteur dit représenter plus de 80 % du commerce mondial, l'impression

3D a le potentiel de consolider des chaînes d'approvisionnement fragiles et inefficaces pour les pièces de rechange. À cet égard, la compagnie maritime Wilhelmsen mène la voie en développant un inventaire numérique de pièces de rechange certifiées qui peuvent être imprimées à bord des navires pour une maintenance in situ ou dans le port le plus proche pour réduire les délais d'approvisionnement en pièces de rechange. Cette approche raccourcit les chaînes d'approvisionnement, ce qui non seulement simplifie la manière de se procurer les pièces de rechange, mais augmente également la durabilité en réduisant les émissions de transport. Dans l'ensemble des industries du transport, la mise en œuvre de l'impression 3D débloque des avantages et des efficacités, y compris la réduction des délais de livraison et un accès plus rapide au marché ; une plus grande flexibilité de production et des temps de fonctionnement accrus pour les lignes de production ; une amélioration de l'efficacité

et de la sécurité des équipements pour les opérateurs ; des opérations rationalisées et des chaînes d'approvisionnement raccourcies ; ainsi qu'une gestion des entrepôts et des stocks plus efficace.

Conclusion

Des mers aux cieux, des solutions d'impression 3D telles que l'écosystème FFF d'UltiMaker transforment l'ensemble des industries du transport. Les ingénieurs, les fabricants d'équipement d'origine et les entreprises de maintenance, réparation et révision dans les secteurs de l'automobile, de l'aviation, du ferroviaire et du maritime constatent les avantages de l'impression 3D dans leurs opérations et cherchent continuellement de nouvelles manières d'exploiter cette technologie pour réduire les délais, économiser sur les coûts et développer de nouvelles innovations.

À propos d'UltiMaker

UltiMaker est un leader mondial de l'impression 3D, axé sur la définition de l'avenir de la fabrication et du développement de produits. Avec une large gamme de solutions d'impression 3D de pointe, incluant les populaires séries S et Method, ainsi qu'un vaste portefeuille de matériaux d'impression 3D, UltiMaker trace la voie de l'innovation à travers les industries.

En outre, UltiMaker propose un portefeuille de logiciels composé d'UltiMaker Cura, le logiciel de découpage d'impression 3D facile à utiliser et de Digital Factory, le système de gestion d'entreprise. Où que vous soyez, vous pouvez envoyer des tâches d'impression sécurisées via

le cloud aux imprimantes UltiMaker de votre réseau et rester informé de la progression de l'impression.

Dans son engagement à promouvoir l'éducation, UltiMaker propose également la sous-marque MakerBot et la série Sketch, offrant l'un des écosystèmes d'impression 3D les plus complets pour l'apprentissage en classe.

Avec un accent sur la fiabilité, la précision et l'innovation, UltiMaker donne aux clients le pouvoir de repousser les limites du possible.

Pour en savoir plus, visitez www.ultimaker.com.

À propos de Wevolver

Wevolver est une plateforme et communauté mondiale qui fournit aux ingénieurs les connaissances et les connexions nécessaires pour développer une technologie de pointe.

Nous offrons à un public professionnel d'ingénieurs du contenu informatif et inspirant, tel que des articles, des vidéos, des podcasts et des rapports, sur les technologies les plus avancées.

Les connaissances sur Wevolver sont publiées par diverses sources : universités, entreprises technologiques et membres individuels de la communauté. De plus, nous gérons un réseau de plus de 50 rédacteurs techniques qui créent du contenu pour nos clients et le publient sur Wevolver.com

Des millions d'ingénieurs utilisent Wevolver pour rester à la pointe, trouver des connaissances lorsqu'ils développent des produits et utiliser la plateforme pour établir des connexions significatives.

Wevolver a remporté le SXSW Innovation Award, l'Accenture Innovation Award et a été nommé parmi les plateformes Web les plus innovantes par Fast Company. Wevolver est la manière dont les ingénieurs d'aujourd'hui restent à la fine pointe.

Ce rapport a été écrit par Tess Boissonneault et édité par le personnel de Wevolver et d'UltiMaker.



Références

- [1] Gartner's 2012 Hype Cycle for Emerging Technologies Identifies „Tipping Point” Technologies That Will Unlock Long-Awaited Technology Scenarios [Internet]. Business Wire. August 16 2012. Beschikbaar bij: <https://www.businesswire.com/news/home/20120816005365/en/Gartners-2012-Hype-Cycle-for-Emerging-Technologies-Identifies-Tipping-Point-Technologies-That-Will-Unlock-Long-Awaited-Technology-Scenarios>
- [2] van de Staak, Steven. Heineken: Ensuring production continuity with 3D printing [Internet]. Ultimaker. May 21 2019. Beschikbaar bij: <https://ultimaker.com/learn/heineken-ensuring-production-continuity-with-3d-printing>
- [3] Sky's the Limit: Sustainable 3D Printed Tooling with KLM Royal Dutch Airlines [Internet]. Reflow Filament. March 11 2020. Beschikbaar bij: <https://reflowfilament.com/skys-the-limit-sustainable-3d-printed-tooling-with-klm-royal-dutch-airlines/>
- [4] Dies, Jigs and Other Tools Market- Industry Analysis and Forecast (2022-2029) [Internet]. Maximize Market Research. January 2023. Beschikbaar bij: <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-dies-jigs-and-other-tools-market/93511/>
- [5] The Future of 3D Printing: Five Predictions [Internet]. Jabil. 2021. Beschikbaar bij: <https://www.jabil.com/blog/future-of-3d-printing-additive-manufacturing-looks-bright.html>
- [6] Rosti: From concept to reality with UltiMaker. [Internet]. UltiMaker. 2023. Beschikbaar bij: <https://ultimaker.com/learn/rosti-from-concept-to-reality-with-ultimaker/>
- [7] ERIKS: Working clean, certified, and in control with 3D printing [Internet]. UltiMaker. 2023. Beschikbaar bij: <https://ultimaker.com/learn/eriks-working-clean-certified-and-in-control-with-3d-printing/>
- [8] 3D Printing Service Bureau Startup Keeps Customers Productivity High with UltiMaker 3D Printers [Internet]. UltiMaker 2023. Beschikbaar bij: <https://ultimaker.com/learn/3d-printing-service-bureau-startup-keeps-customers-productivity-high-with-ultimaker-3d-printers/>
- [9] A New Approach to 3D Printing a Yacht Hull Mold [Internet]. Thermwood. Beschikbaar bij: <https://blog.thermwood.com/en-us/a-new-approach-to-3d-printing-a-yacht-hull-mold>
- [10] Market Size Of Packaging Industry [Internet]. Mordor Intelligence. 2023. Beschikbaar bij: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-packaging-market/market-size>
- [11] Transformative beauty: L'Oréal prepares for the future with 3D printing [Internet]. UltiMaker. October 2021. Beschikbaar bij: <https://ultimaker.com/learn/transformative-beauty-loreal-prepares-for-the-future-with-3d-printing/>
- [12] Beauty In The Fast Lane: How 3D Printing Is Transforming The Way L'Oréal Works. Beauty Tomorrow. December 2018. Beschikbaar bij: <https://beautytmr.com/loreal3dprinting-19cdc3229a63>
- [13] Flowerbomb By Viktor&Rolf: 3D Printing To Create The Exceptional [Internet]. L'Oréal. December 2020. Beschikbaar bij: <https://www.loreal.com/en/news/brands/flowerbomb-3d-vr/>
- [14] PepsiCo R&D Team Elevates Packaging Design with 3D Printing [Internet]. ProtoLabs. May 2018. Beschikbaar bij: <https://www.protolabs.com/resources/success-stories/pepsico/>
- [15] Trivium: 3D printing replacement parts for automated packaging lines [Internet]. UltiMaker. February 2021. Beschikbaar bij: <https://ultimaker.com/learn/trivium-3d-printing-replacement-parts-for-automated-packaging-lines/>
- [16] Heineken taps Ultimaker for 3D printed functional parts and tooling for use on the manufacturing line [Internet]. UltiMaker. May 2019. Beschikbaar bij: <https://press.ultimaker.com/heineken-taps-ultimaker-for-3d-printed-functional-parts-and-tooling-for-use-on-the-manufacturing-line/>
- [17] Lonypack: Optimizing food packaging with 3D printing [Internet]. UltiMaker. May 2023. Beschikbaar bij: <https://ultimaker.com/learn/lonypack-optimizing-food-packaging-with-3d-printing/>
- [18] Schubert: A digital warehouse for on-demand manufacturing [Internet]. UltiMaker. November 2019. Beschikbaar bij: <https://ultimaker.com/learn/schubert-a-digital-warehouse-for-on-demand-manufacturing/>
- [19] 2022 and beyond for the packaging industry's CEOs: The priorities for resilience [Internet]. McKinsey & Company. March 2022. Beschikbaar bij: <https://www.mckinsey.com/industries/paper-forest-products-and-packaging/our-insights/2022-and-beyond-for-the-packaging-industrys-ceos-the-priorities-for-resilience>
- [20] Global car manufacturing industry revenue between 2019 and 2022 [Internet]. Statista. August 28, 2023. Beschikbaar bij: <https://www.statista.com/statistics/574151/global-automotive-industry-revenue/>
- [21] Automotive 3D Printing Market: Trends Forecast Till 2030 [Internet]. Delvens. January 2023. Beschikbaar bij: <https://www.delvens.com/report/automotive-3d-printing-market-trends-forecast-till-2030>
- [22] Aerospace & Defense Additive Manufacturing Market to worth USD 13.01 Billion by 2021 [Internet]. Fortune Business Insights. March 30, 2022. Beschikbaar bij: <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/03/30/2412529/0/en/Aerospace-Defense-Additive-Manufacturing-Market-to-worth-USD-13-01-Billion-by-2021-2028-Aerospace-Defense-Additive-Manufacturing-Industry-CAGR-of-19-51.html>
- [23] 3D Printed Jet Engine: Meet the Team of Young Engineers that Brought 3D Printing Inside the GE9X - The World's Largest Jet Engine [Internet]. GE. January 26, 2020. Beschikbaar bij: <https://www.ge.com/additive/stories/3d-printed-jet-engine-meet-team-young-engineers-brought-3d-printing-inside-ge9x-worlds-largest>
- [24] MandicReally. 3D Printed Custom Truck at SEMA [Internet]. Youtube. April 16, 2022. Beschikbaar bij: <https://www.youtube.com/watch?v=q8nky814iEE>
- [25] Sher, Davide. How AM is ushering in a new generation of EVs [Internet]. VoxelMatters. January 2, 2023. Beschikbaar bij: <https://www.voxelmatters.com/how-am-is-ushering-in-a-new-generation-of-evs/>
- [26] Reaching new heights: 3D printing and aerospace [Internet]. UltiMaker. 2023. Beschikbaar bij: <https://ultimaker.com/learn/reaching-new-heights-3d-printing-and-aerospace/>
- [27] 3D printing at DB [Internet]. Deutsche Bahn. 2023. Beschikbaar bij: <https://www.deutschebahn.com/en/3d-printing-6935100>
- [28] Review of Maritime Transport 2021 [Internet]. UNCTAD. 2021. Beschikbaar bij: <https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2021>
- [29] Ellekjaer, Hakon. 3D Printing: Offering A Stronger and More Resilient Supply Chain for Spare Parts [Internet]. Wilhelmsen. 2023. Beschikbaar bij: <https://www.wilhelmsen.com/ships-service/digital-ventures-mp/3d-printing-offering-a-stronger-and-more-resilient-supply-chain-for-spare-parts/>