

Moulage numérique grande vitesse :

Une alternative révolutionnaire au moulage par injection traditionnel pour la production en petite série de pièces plastiques

Le moulage numérique est un procédé de fabrication additive extrêmement évolutif qui accélère et simplifie la production des pièces en plastique.

La technologie de moulage numérique de 3D Systems permet aux conceptions de passer directement, sans outillage, de la CAO à la fabrication, elle facilite les itérations au fur et à mesure des conceptions d'une pièce, accélère les transitions de la production vers de nouvelles conceptions sans réoutillage et fabrique rapidement des pièces qui sont trop complexes pour le moulage par injection traditionnel.

Ce document décrit l'évolution du moulage numérique, explique son fonctionnement, détaille les avantages pour les fabricants, révèle les moteurs de la technologie et expose les perspectives d'un expert de l'industrie. Les données relatives aux réductions de coûts et aux gains de temps sont documentées par des références qui démontrent les performances du moulage numérique par rapport au moulage par injection traditionnel.



Introduction

- Un changement radical après près de 150 ans d'outillage
- L'approche modulaire extrêmement évolutive pour la production grande vitesse de pièces en plastique
- De nouveaux matériaux rendus possibles par un temps réduit dans la cuve
- La convergence technologique qui permet le moulage numérique

Un changement révolutionnaire après près de 150 ans

Depuis son invention il y a presque 150 ans, le moulage par injection a été un pilier du monde de la fabrication.

Le procédé s'est considérablement amélioré au fil des années grâce aux inventions de formes solubles d'acétate de cellulose, de machines d'injection à vis, de procédé de moulage par injection assisté par gaz et à un vaste choix de matériaux.

La fabrication par moulage par injection a évolué depuis de simples objets, comme les boutons et les peignes, jusqu'à des produits complexes pour pratiquement toutes les industries, notamment l'automobile, l'aéronautique, la santé, les produits grand public, la construction, l'emballage et bien d'autres.

Mais ce qui n'a pas changé pour le moulage par injection, c'est le besoin d'outillage. Même si ça a été simplifié et accéléré par les progrès réalisés dans l'usinage à commande numérique et l'impression 3D, la réalisation d'outillages pour des moules à injection toujours plus complexes est mesurée en semaines, voire en mois.

Une approche massivement modulaire

L'approche de 3D Systems pour le moulage numérique sans outillage est rendue possible par le procédé de fabrication modulaire appelé Figure 4™, une configuration de stéréolithographie (SLA) de 30 ans brevetée par Chuck Hull, le cofondateur de 3D Systems.

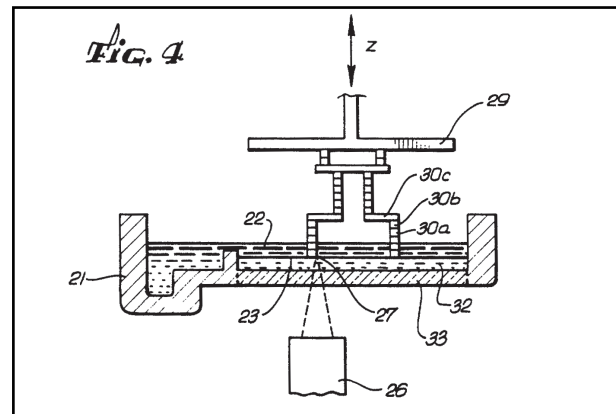


Figure 4™ propose une technologie de fabrication additive ultra-rapide dans des modules discrets, permettant de se placer dans des lignes d'assemblage automatisées et de s'intégrer à des processus secondaires, notamment le nettoyage, le séchage, et la polymérisation.

En utilisant des réseaux de modules de fabrication gérés par la robotique, une géométrie finie peut être produite à une vitesse remarquable et le débit peut être optimisé avec les flux de travail en aval. Les temps de cycle et les coûts spécifiques varieront en fonction de la pièce donnée ou de la géométrie imprimée. Par exemple, la grille d'aération de voiture citée dans ce document a présenté un temps de cycle équivalent à 95 secondes.

L'avènement de nouveaux matériaux

La vitesse de traitement de la technologie Figure 4 permet d'utiliser des résines plastiques réactives avec de courtes durées de vie en cuve, générant des pièces résistantes et fonctionnelles, telles que celles utilisées dans les applications thermoplastiques.

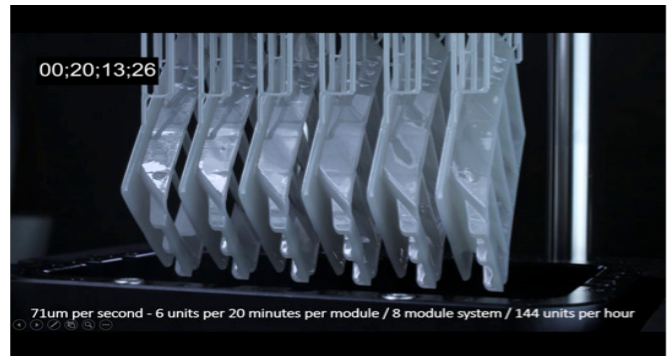
Contrairement aux autres impressions 3D en photopolymères, Figure 4 est capable de fabriquer des pièces dans des matériaux hybrides (polymérisation multi-mode), offrant résistance, durabilité, biocompatibilité, déformation à hautes températures et même des propriétés élastomères. Cela ouvre la porte à de nouvelles applications d'utilisation finale dans les domaines des biens durables, de l'automobile, de l'aéronautique, de la santé et autres.

La technologie qui rend cela possible

Il y a trente ans, Chuck Hull imaginait comment Figure 4 pourrait conduire à une production extrêmement rapide de pièces SLA. La vitesse exceptionnelle du procédé diminuerait sensiblement la durée pendant laquelle le matériau liquide est dans la cuve, permettant une vaste gamme de matériaux hybrides qui reflètent ceux utilisés dans les procédés de moulage traditionnels. Le problème était que les progrès technologiques nécessaires à la concrétisation de sa vision n'étaient pas disponibles, jusqu'à présent.

Les progrès dans plusieurs domaines rendent le moulage numérique désormais possible :

- Avancement continu de la technologie SLA, la rendant plus rapide et plus simple à utiliser, et permettant de produire des pièces avec une plus grande précision dimensionnelle.
- Développement continu des matériaux, notamment les mélanges de plusieurs matériaux qui rivalisent avec les propriétés physiques des pièces moulées par injection traditionnelle.
- Vitesse de traitement plus élevée des matériaux de base dans la cuve, permettant d'obtenir des propriétés de matériau améliorées et plus variées.
- Texturation numérique permettant de créer des pièces esthétiques complexes en un seul passage, sans délai de conception et de traitement supplémentaire.
- Développement de logiciels de CAO/FAO permettant de concevoir pour les capacités uniques de l'impression 3D, notamment pour des conceptions organiques et complexes, la consolidation de pièces dans un assemblage et l'utilisation de matériaux plus légers avec une plus grande résistance.
- Systèmes robotiques avancés permettant des connexions rapides entre les opérations modulaires et une évolutivité exceptionnelle.



Au cours des dernières années, l'impression 3D a apporté un complément intéressant au moulage par injection traditionnel. Pour certains fabricants, il a permis de fabriquer directement des pièces qui auraient généralement nécessité un outillage de moulage par injection. Pour les autres, l'impression 3D leur a permis de produire rapidement des moules en plastique ou en métal avec canaux conformes et autres caractéristiques destinées à améliorer l'efficacité et la régulation thermique. Le moulage numérique est l'innovation suivante.

Tout comme la photographie, l'impression et la vidéo numériques, le moulage numérique a été rendu possible grâce à la convergence de technologies complémentaires qui ont été orchestrées intelligemment pour la rapidité, la précision et l'efficacité.

Fonctionnement du moulage numérique

- Étapes automatisées réduisant le besoin en intervention humaine
- Matrices de membranes micro-DLP reliées par des bras robotisés
- Conçu pour tirer parti des pratiques et des normes de l'industrie 4.0
- Extrêmement évolutif et utilisable dans des chaînes de production automatisées

Le moulage numérique a été rendu possible grâce à la convergence de technologies complémentaires qui ont été orchestrées intelligemment pour la rapidité, la précision et l'efficacité. Des bras robotisés prennent les pièces à chaque étape des processus primaires et secondaires, permettant une production de pièces en continu.

Le procédé de moulage numérique inventé par 3D Systems est composé de modules discrets pour toutes les étapes nécessaires à la production 3D directe. Chaque étape est automatisée, réduisant le besoin en intervention humaine. Après l'entrée du fichier numérique d'évaluation de la grille d'aération, la première pièce a été produite en 92 minutes, suivie de grilles d'aération supplémentaires produites à des taux équivalents à une unité récurrente toutes les 95 secondes.

La technologie Figure 4, sur laquelle repose le moulage numérique, est composée d'un réseau d'imprimantes ultra-rapides à membrane DLP. Grâce à cette matrice, le processus de moulage numérique peut bénéficier des rendements du traitement en parallèle. Les imprimantes au sein de la matrice sont appelées « moteurs » et chacune d'entre elles produit très rapidement des objets physiques. Tellement rapidement que 3D Systems caractérise le processus de mouvement ou de vitesse. Selon la géométrie et le matériau, il est possible d'obtenir un objet 3D à partir d'un plan 2D à des vitesses mesurées en millimètres par minute.

Des bras robotisés prennent les pièces à chaque étape des processus primaires et secondaires, permettant une production de pièces en continu. Ils enlèvent rapidement les pièces de la cuve de résine et les emmènent aux opérations de lavage, séchage et polymérisation. Il est également possible d'intégrer l'inspection numérique dans les modules Figure 4, activant les capteurs et la saisie des données nécessaires pour tirer parti des pratiques et de la stratégie de l'industrie 4.0.

Associés au logiciel de 3D Systems, les modules Figure 4 peuvent communiquer en temps réel en utilisant les protocoles standards de l'industrie, tels que MTConnect et

l'architecture OPC UA. Le logiciel de 3D Systems est conçu pour fournir des informations d'exploitation et d'assistance, à la fois localement dans l'usine et à distance via une connectivité web et cloud, favorisant ainsi des échanges de données efficaces pour une fabrication intelligente.

Le moulage numérique mis en œuvre par 3D Systems est extrêmement évolutif et peut être utilisé dans des chaînes de production automatisées. Il peut gérer des lots de grandes et de petites séries, et permet de passer rapidement à la production de pièces différentes. Cela permet aux fabricants d'itérer rapidement une conception et de fabriquer immédiatement une pièce d'utilisation finale.

Avantages

La libération du processus de production de la nécessité d'un outillage implique un temps de production plus rapide, une plus grande flexibilité et la capacité de créer simultanément plusieurs produits.

Les avantages spécifiques dans le processus de production comprennent :

- **Aucun délai d'attente pour l'outillage** : une fois la conception de la pièce 3D terminée, la production peut immédiatement commencer. Avec le moulage par injection traditionnel, il faut généralement des semaines pour réaliser la conception et la fabrication de l'outillage.
- **Aucune quantité minimale de commande** : associée à la flexibilité complète de conception d'un flux numérique, la possibilité de produire des pièces sans outillage permet de livrer n'importe quelle quantité de pièces sans pénalité économique.
- **Réduction des coûts** : le moulage numérique réduit les coûts de main d'œuvre, d'usinage, d'itération et de test.



- **Matériaux durables de grande qualité :** les matériaux rivalisent avec les exigences de qualité pour des applications spécifiques. Les formulations des matériaux hybrides présentent un grand nombre de propriétés physiques semblables à celles affichées par différents matériaux thermoplastiques utilisés dans le moulage par injection.
- **Pas de mise en lots :** la production directe en continu des pièces élimine les lots massifs dans le processus de production.
- **Évolutif avec les besoins de production :** les systèmes peuvent être facilement étendus en ajoutant simplement des modules.
- **Pas de temps d'attente pour changer d'outillage :** les fabricants peuvent changer rapidement la géométrie de la pièce pour une production immédiate.
- **Production rapide d'une variété de géométries de pièces :** plusieurs géométries de pièces peuvent être produites dans chaque fabrication ou de petites séries de pièces peuvent être configurées par lots, ce qui offre la flexibilité de produire plusieurs types de pièces.
- **Complexité accrue des pièces :** les imprimantes 3D peuvent produire des pièces de formes complexes, avec des caractéristiques optimisées, qui seraient impossibles à créer avec le moulage par injection traditionnel.
- **Personnalisation plus efficace des pièces :** il est possible de personnaliser la conception des pièces, puis de les fabriquer immédiatement, sans les contraintes de l'outillage.
- **Élimination des problèmes de stockage physique :** le moulage numérique élimine les problèmes liés au stockage, tels que la gestion de la logistique, l'entreposage, la dégradation des pièces et des moules, les pertes de stock et le temps nécessaire pour localiser et récupérer des pièces.
- **Complète les méthodes de production existantes :** les configurations de moulage numérique peuvent être intégrées dans les autres processus de l'atelier et utilisées pour la production initiale en série limitée, avant de passer à une production de masse avec le moulage par injection traditionnel.



La production avec Figure 4™ combine la flexibilité de conception de la fabrication additive dans des modules de production en ligne configurables, afin de fournir une solution de production 3D directe personnalisable et automatisée.

Moteurs d'activité

- Effet sur le délai de commercialisation pour petites séries de pièces
- Possibilité de réduire les coûts de conception, de production et de main-d'œuvre
- Rationalisation de la gestion du cycle de vie des produits (PLM)
- Implications pour une plus grande complexité des pièces et une optimisation/personnalisation plus rapides

L'absence d'outillage conduit à un délai de commercialisation plus rapide

L'outillage pour moulage par injection prend du temps, et pas seulement pour le fabriquer. Il faut également du temps pour le concevoir, apporter des modifications afin que le design puisse être moulé et enfin découper un outillage de moulage dans du métal. Une fois l'outillage découpé, il ne peut être modifié qu'en répétant le même processus, tout en espérant obtenir de meilleurs résultats. Cela nécessite du métal, du temps et des coûts fixes.

L'avantage du moulage numérique est qu'il n'a plus besoin d'outillage. La conception pour le moulage numérique ne doit traiter que des questions de fonctionnalité, et non des angles de dépouilles, des contre-dépouilles, des inserts latéraux et autres caractéristiques nécessaires au moulage par injection. Comparé aux quelques semaines nécessaires à la conception initiale d'une pièce texturée moulée par injection, le moulage numérique peut être réalisé en seulement quelques heures, comme en témoigne la grille d'aération de voiture utilisée dans les tests de performance cités dans cet article.

Le moulage numérique élimine l'usinage CNC, qui peut prendre deux ou trois semaines, ainsi que la journée pour réaliser les tests d'injection initiaux, généralement nécessaires afin de définir la température, le temps de pause et d'autres paramètres.

En 11 jours, un réseau de moulage numérique doté de huit modules peut produire 10000 grilles d'aération de voiture texturées, selon les tests de performance de 3D Systems, alors que le processus de moulage par injection en était encore à l'étape de la conception. D'ici que le moulage par injection traditionnel produise 10000 grilles d'aération, un fabricant utilisant le moulage numérique aurait pu produire près de 14000 unités.

La vitesse du moulage numérique de la CAO à la production en fait le candidat idéal pour la production initiale en série limitée ou la fabrication de pré-séries, permettant aux entreprises de commercialiser bien plus rapidement le produit, avec la possibilité de passer au moulage par injection pour accélérer le volume une fois l'outillage prêt.

Le facteur coût

L'outillage reste bien entendu nécessaire si vous avez besoin de plusieurs centaines de milliers ou de millions de pièces. Un outillage de 30000 \$ divisé par un million de pièces équivaut à 0,03 \$ l'unité pour le coût de l'outillage. Cela représente un prix très raisonnable.

L'équation de la valeur ne tient cependant plus lorsque le volume de pièces est faible, d'une pièce à environ 1000 pièces. Dans ce cas, chaque pièce moulée par injection peut coûter 10 à 100 fois plus qu'en utilisant le moulage numérique.

En plus du coût de production réel d'une pièce de moulage par injection traditionnelle, d'autres facteurs financiers sont également à prendre en compte, comme une main-d'œuvre coûteuse lors de la période de conception de l'outillage, qui dure généralement des semaines comparé aux heures nécessaires pour concevoir une pièce fonctionnelle pour le moulage numérique.

Avec un processus sans outillage, la fabrication suit immédiatement la conception. Les fabricants n'ont plus à comptabiliser la main-d'œuvre supplémentaire, les

matériaux, l'usinage CNC et les coûts des tests, avant que la production commence réellement.

Le moulage numérique réduit par ailleurs le coût des itérations de conception : si le produit n'a pas l'aspect ou les performances attendus, il est modifié dans le logiciel CAO et est prêt à être fabriqué directement, sans nouvel outillage à concevoir, sans fabrication d'un moule, ni de test physique.

Effets sur la gestion du cycle de vie des produits (PLM)

La possibilité de commencer à expédier les produits presque immédiatement après la conception finale est le premier avantage du moulage numérique dans la gestion du cycle de vie des produits. Tout ce qui accélère le délai de mise sur le marché confère un avantage compétitif sûr et le moulage numérique est l'un des meilleurs moyens depuis des décennies pour atteindre cet objectif.

La flexibilité d'apporter des modifications rapides à la conception, d'itérer les conceptions de produits pour obtenir de meilleures performances, ainsi que de fournir des mises à jour en temps opportun, représentera certainement un avantage majeur pour la rentabilité des fabricants.

Lorsque les produits atteignent les derniers stades de leur cycle de vie, le moulage numérique continue d'apporter une valeur majeure. Prenez le cas des fabricants qui ont retiré un produit du marché. Les fabricants de certains produits sont légalement tenus de mettre à disposition pendant plusieurs années des pièces de rechange après le retrait du produit du marché.

Ces pièces de rechange sont souvent nécessaires en petites quantités seulement. Si les pièces de rechange ne sont pas en stock, le fabricant doit trouver le moule, s'assurer qu'il soit fonctionnel, l'installer dans la machine de moulage par injection, réaliser des injections-test, puis produire une petite série de pièces, requérant beaucoup de temps et de frais.

Si le moule est endommagé, usé ou rouillé, le coût peut être multiplié par des dizaines de milliers de dollars pour recréer l'outillage qui ne servira peut-être qu'à fabriquer quelques pièces. La livraison peut prendre des semaines comparé aux jours nécessaires pour une pièce stockée numériquement.

Le moulage numérique permet de produire de pièces de rechange à la demande. Les dépenses de stockage ne concernent que l'espace utilisé par le fichier numérique et les pièces peuvent être fabriquées immédiatement à partir du fichier CAO existant. C'est la solution idéale pour la production de pièces en faible volume, à la demande et sans outillage.

Des pièces plus rapidement, moins chères et de meilleure qualité

L'un des principaux avantages de l'impression 3D, qui consiste en sa capacité à produire des pièces complexes sans coût supplémentaire, est amplifié lorsque l'on compare les temps et les coûts nécessaires pour ajouter des caractéristiques comme les textures aux pièces de moulage par injection traditionnel.

Fabriquer une grille d'aération de voiture avec des textures, telles que celles de la pièce utilisée pour les tests de performance de ce document, rallonge le temps de conception et de production pour le moulage par injection.

Mais avec l'impression 3D, la complexité n'a aucun effet sur le temps ou le coût. En fait, dans bien des cas, elle peut réellement réduire les coûts en utilisant moins de matériau ou un matériau plus léger tout en conservant la même, voire une meilleure, résistance et durabilité.

Puisqu'elle ne s'appuie pas sur une technologie analogique, il est possible de modifier les géométries du moulage numérique quasiment instantanément. Il n'y a pas d'outillage physique à changer : modifiez le fichier numérique et lancez immédiatement la fabrication.

Dans le cas de la grille d'aération de voiture, les textures de la surface ont été modifiées en instantané, en remplaçant en temps réel l'effet cuir de buffle par l'effet fibre de carbone. Grâce au moulage numérique, les pièces peuvent être modifiées en quelques minutes pour satisfaire les préférences spécifiques d'un client ou d'un marché donné. Avec le moulage par injection, le réoutillage est nécessaire.

Méthodologie et résultats du test de performance

La méthodologie

3D Systems a réalisé une étude comparative de la conception et la production d'une grille d'aération de voiture avec le moulage numérique et le moulage par injection traditionnel.

Le test de performance a été supervisé par des ingénieurs comptant près de 50 ans d'expérience dans le domaine des méthodes de conception et de fabrication numériques et traditionnelles. La conception et la production ont été réalisées par des entreprises spécialisées dans la CAO/FAO, l'usinage CNC, la conception de moulages par injection et la fabrication additive.

La mesure du temps

La mesure du temps pour le moulage numérique est basé sur le temps réel nécessaire à la conception de la grille d'aération de voiture texturée pour l'impression 3D. Les ingénieurs ont ensuite mesuré le temps nécessaire pour diffuser les données de conception 3D à une configuration contenant huit moteurs.

La mesure du temps pour la conception de moulage par injection est mesurée à partir de l'envoi des données de conception au fournisseur de moulage par injection de petite série. Le fournisseur a procédé à une analyse de la conception en vue de la fabrication, puis a renvoyé le fichier aux ingénieurs de 3D Systems pour être modifié et pour subir les dernières itérations. Le fournisseur a ensuite envoyé à 3D Systems un rapport d'avancement de l'outillage, qui retraçait la durée pour le plan du moule, sa conception, et chacune des étapes pour créer l'outillage et produire les pièces.

Les coûts de l'outillage et des pièces

Trois différents fournisseurs de moulage par injection ont envoyé des devis pour l'outillage. Deux d'entre eux proposaient des services de moulage rapide par injection de faible volume et l'autre était un fournisseur de moulage en grand volume traditionnel. Les devis d'outillage variaient de 7565 \$ à 9700 \$.

Les trois mêmes fournisseurs ont envoyé des devis pour les pièces et ils variaient entre 0,98 \$ et 2,52 \$ en fonction des volumes et du fabricant.

La technologie Figure 4 a été comparée aux coûts de l'outillage interne et des pièces d'un des fournisseurs de moulage rapide par injection.

Les résultats du test de performance

La comparaison entre le moulage numérique basé sur la technologie Figure 4 de 3D Systems et le moulage par injection traditionnel fait apparaître des différences majeures en termes de temps et de coût dans les processus de conception, de développement et d'outillage.

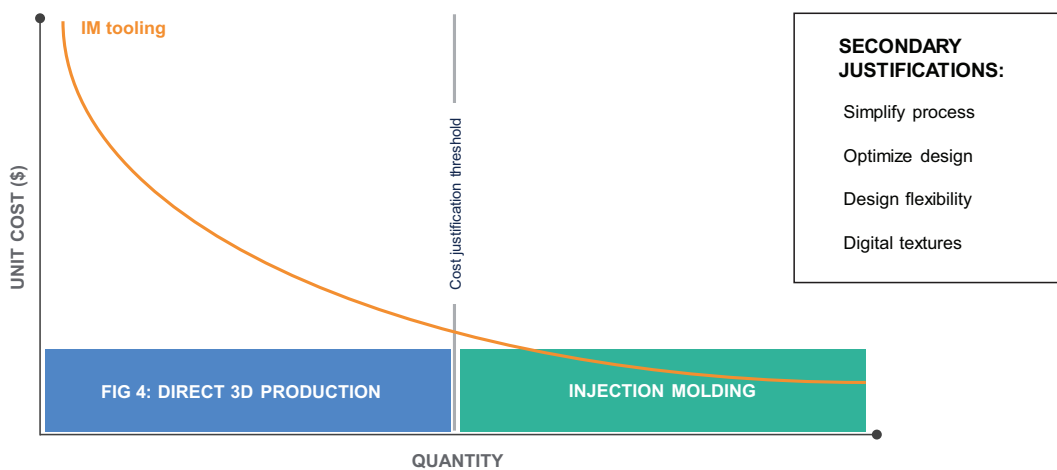
CAPACITÉS	FIG 4. (EN CONTINU)	MOULAGE PAR INJECTION
Temps de conception	3 heures	2 jours
Conception de l'outillage	0 heure	3 jours
Création de l'outillage	0 heure	14 jours
Main d'œuvre estimée pour la CAO, la conception de l'outillage et l'outillage	121 \$	4315 \$*
Coût interne de l'outillage	0 \$	4 850 \$
Délai pour la première pièce	92 minutes	15 jours
Secondes par pièce**	95 s/Unité	55 s/Unité
Coût total par pièce (à 500)***	7,90 \$	10,50 \$
Coût total par pièce (à 10000)***	7,90 \$	1,29 \$
Conception modifiable	Oui	Non

* Basé sur une journée de huit heures et sur les chiffres de l'U.S. Bureau of Labor Statistics de 40,19 \$ par heure pour des ingénieurs en mécanique et 24,17 \$ par heure pour des outilleurs-ajusteurs.

** Basé sur un système automatisé à huit moteurs d'impression.

*** Le coût total tient compte de l'amortissement de l'outillage, plus le coût du matériau par pièce.

Figure 4 Direct 3D Production vs. Injection Molding





Le coût initial de l'outillage pour le moulage par injection traditionnel créé en interne était de 4850 \$, par rapport à aucun coût d'outillage pour le moulage numérique basé sur la technologie Figure 4 de 3D Systems. La justification du volume pour le choix du moulage numérique plutôt que du moulage par injection conventionnel dans ce cas est jusqu'à 700 unités.

Perspectives d'un expert de l'industrie

Tim Shinbara est le vice-président de l'Association for Manufacturing Technology (AMT). Il accompagne les membres de l'AMT pour qu'ils soient constamment informés des technologies globales, en améliorant leur accès à des ressources et à des savoir-faire technologiques, et en promouvant l'action dans le domaine de la technologie de fabrication.

Il a étudié et documenté l'évolution de la fabrication additive et a des opinions sur l'impact potentiel du moulage numérique sur la fabrication. Nous publions ci-dessous des commentaires extraits d'une interview récente de Tim Shinbara.

Le potentiel du moulage numérique

« La capacité de passer les étapes de fabrication de manière continue (et autonome) permet de réduire considérablement les fonctions liées à chaque étape qui peuvent introduire des écarts inacceptables. Il est vivement souhaitable de

réduire les retards et les interruptions dans la production qui accompagnent le retrait d'une pièce, la récupération du matériau et la relance d'un équipement (appuyer sur « réinitialiser » pour lancer un autre lot de pièces sur la même machine) ».

« Faire progresser la stéréolithographie pour répondre à des exigences d'utilisation finale plus performantes en intégrant des processus d'assemblage automatiques, associés à des mélanges de matériaux de pièces qui peuvent rivaliser avec le moulage par injection, constitue une étape logique pour la fabrication additive industrielle ».

La transformation du paysage pour la fabrication directe en petites séries

« Cela modifie certainement la donne pour les types de pièces dont les formes géométriques doivent seulement être légèrement modifiées, mais les changements sont suffisamment importants pour que le fabricant ait besoin de modifier les moules et les modèles.

« Même si la demande pour de telles pièces répond au final à une logique commerciale pour le moulage par injection, la capacité de produire des petites séries pour les clients plus rapidement peut fournir une proposition de valeur suffisante pour qu'ils acceptent même des coûts légèrement plus élevés. Il y aurait donc un transfert vers une production complète par moulage par injection, ce qui permettrait aux fabricants d'amortir l'approche par fabrication additive en un seul tarif par pièce ou de proposer le prix le plus bas lorsqu'ils passeront aux processus de moulage par injection ».

La production d'une nouvelle catégorie de matériaux hybrides

« L'utilisation de matériaux hybrides offre une large gamme de propriétés pour l'utilisation finale, qui sont très recherchées par les utilisateurs souhaitant profiter de la liberté géométrique de la fabrication additive et de la flexibilité littérale caractérisant les charnières et les structures polymorphes avec des propriétés mécaniques variées, toutes issues de la même fabrication ».

« Cela modifie certainement la donne pour les types de pièces dont les formes géométriques doivent seulement être légèrement modifiées, mais les changements sont suffisamment importants pour que le fabricant ait besoin de modifier les moules et les modèles ».

Les implications de la livraison à la demande pour les petites séries de pièces personnalisées et/ou de rechange dans la gestion de cycle de vie des produits

« De telles capacités permettraient à une entreprise de fabrication de fournir un meilleur entretien à plus long terme ou des pièces/assemblages rénovés. La connaissance de ces capacités pourrait également avoir un effet sur la conception pour de la fabrication, les coûts globaux du cycle de vie, la structuration (et le service) des garanties et les obligations contractuelles. Elles seraient finalement susceptibles de réduire les coûts globaux de la pièce pour la production, l'entretien, la rénovation, le remaniement et le réapprovisionnement ».

L'activation de la fabrication à la demande de pièces optimisées, aux formes et textures complexes

« En intégrant les finitions de surface souhaitées, réalisées par stéréolithographie, avec la rentabilité du moulage par injection, il est possible de transformer la production de pièces en petite à moyenne série généralement attribuées au moulage par injection. Cela permet d'activer les capacités à la demande qui peuvent présenter une proposition de valeur séduisante.

« Cette technologie pourrait s'appliquer aux scénarios à la demande, comme les changements de conception de dernière minute sans augmentation significative des coûts ou des délais ; offrant une large gamme de produits (géométries, matériaux, fonctionnalités) qui peuvent être produits par le fabricant à la demande ; et réduisant les frais généraux (de stockage et de dépenses d'investissement) afin d'offrir une flexibilité maximale en termes de prix, de production et de maintenance des structures commerciales ».

Conclusion

Le moulage numérique, tel qu'il est mis en œuvre dans les configurations à grande vitesse, modulaires et extrêmement évolutives de 3D Systems, **a le potentiel immédiat de constituer une alternative révolutionnaire au moulage par injection traditionnel pour la production de pièces plastiques en petite série.**

L'approche de 3D Systems offre des avantages qui couvrent l'ensemble des phases de gestion du cycle de vie des produits, à savoir la conception, l'ingénierie, la production et la maintenance. Les moteurs d'activité pour le moulage numérique incluent un délai de commercialisation plus rapide, des économies de coûts, une meilleure productivité du développement des produits et de la maintenance, ainsi qu'une capacité à concevoir, produire et optimiser les pièces plastiques plus rapidement, à moindre coût et mieux que jamais auparavant.