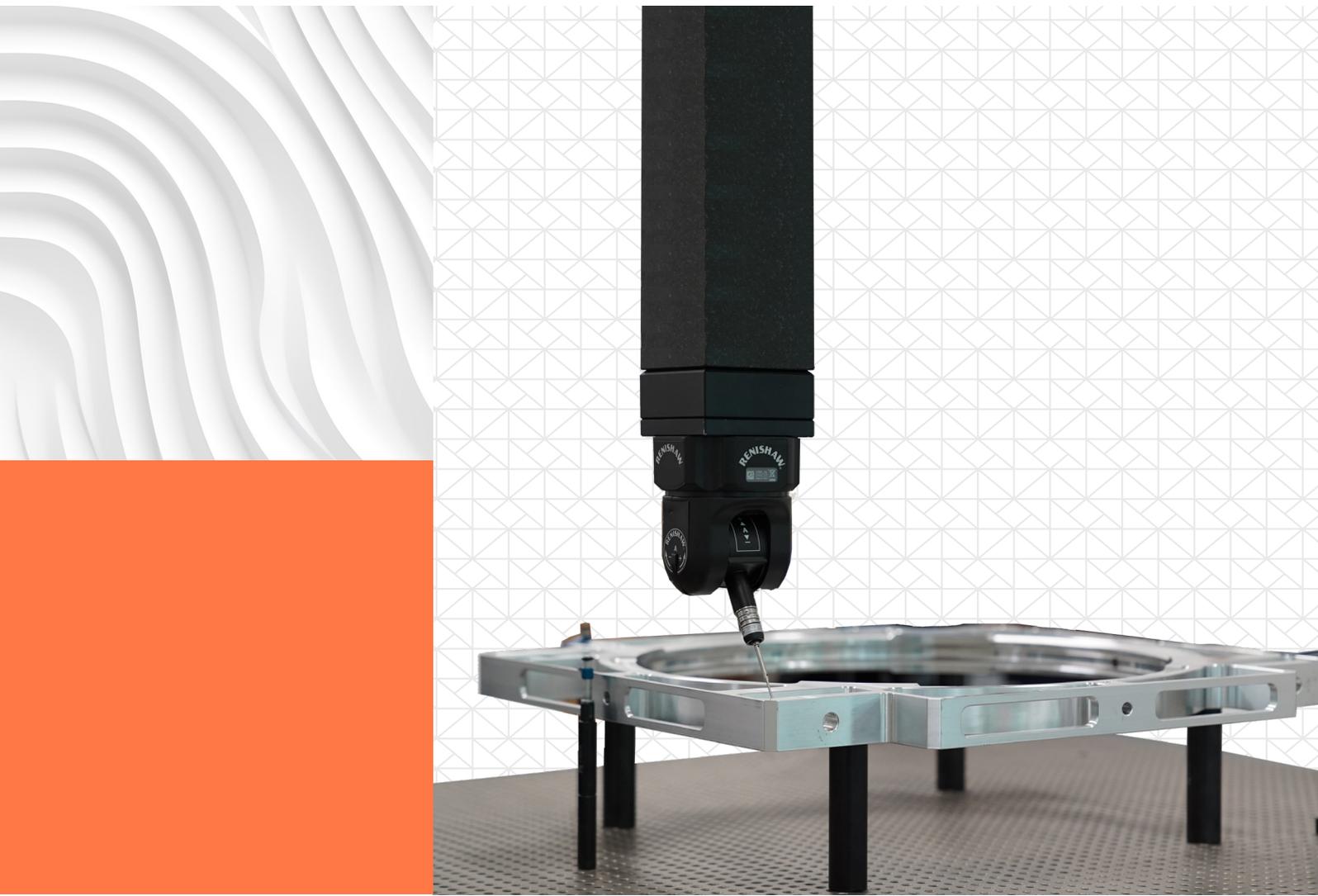


Fabriquer des systèmes de posage  
d'outillage plus rapidement, à  
moindre coût et en économisant  
de la main-d'œuvre



# Le défi :

Vous trouvez le titre de ce guide trop beau pour être vrai ? Dans ce cas, lisez la suite, car il existe une solution plus efficace que la méthode conventionnelle pour la fabrication des posages.

## Ne soyez pas victime de la cécité au changement

Il est bien sûr possible de fabriquer des posages d'outillage à partir de pièces métalliques que l'on fixe ou soude ensemble. Et de nombreux fabricants, familiarisés avec ce processus, ne ressentent aucun besoin de le changer. Sachez cependant que cela implique des pertes de temps et des coûts supplémentaires : il existe en effet des méthodes plus efficaces et plus performantes.

En réalité, l'industrie manufacturière bouge et les entreprises qui n'innovent pas risquent de stagner et de se laisser distancer par la concurrence. En améliorant les méthodes de production et en simplifiant les chaînes d'approvisionnement, les nouvelles technologies se substituent aux anciennes, moins efficaces. Or, même si elle n'est pas nouvelle, l'impression 3D fait partie de ces technologies. Elle est d'ailleurs utilisée au quotidien aussi bien par de petits ateliers d'usinage que de grandes entreprises : en d'autres termes, par vos concurrents.

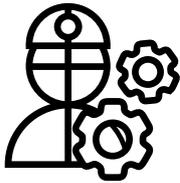
En termes de coût et délais, l'impression 3D offre un moyen plus efficace que l'usinage pour fabriquer des posages d'outillage. Et comme tout changement commence par une bonne prise de conscience, ce guide de solutions vous montrera la réalité qui se cache derrière cette promesse et vous expliquera comment d'autres fabricants tirent profit des avantages du passage à l'impression 3D pour la réalisation de leurs outillages.



# La solution : des posages d'outillage imprimées en 3D en polymère

Commençons par examiner de plus près les inconvénients des méthodes conventionnelles pour la fabrication de posages et voyons en quoi l'impression 3D offre une meilleure solution.

## Les inconvénients de la fabrication conventionnelle



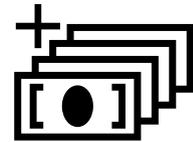
### Une main-d'œuvre qualifiée de plus en plus rare

Dans une enquête récente, pour 77 % des fabricants, le recrutement et la rétention de la main-d'œuvre risquent de devenir un problème chronique.<sup>1</sup> Le personnel qualifié dans des disciplines comme l'usinage CNC se raréfie, alors que la demande de leurs services ne fait qu'augmenter.



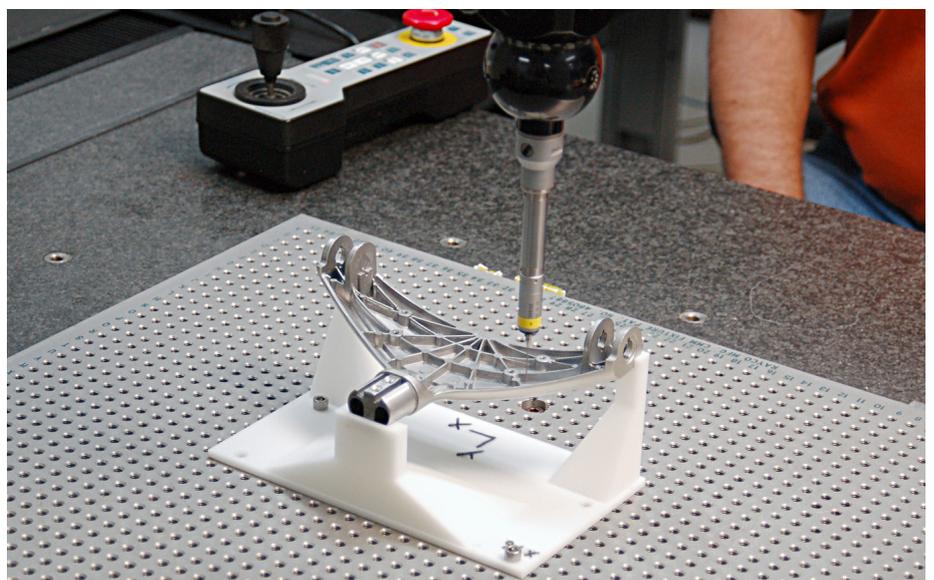
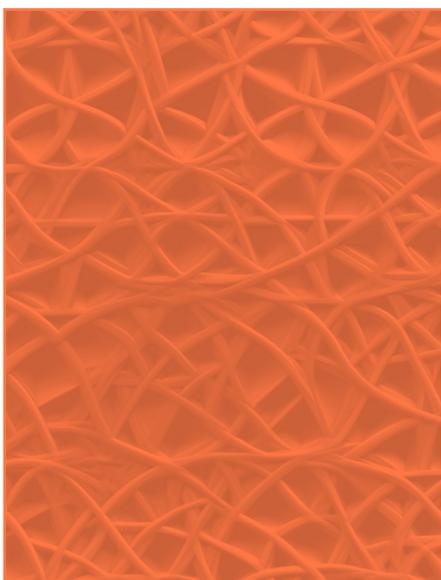
### De longs délais

À quand remonte la dernière fois où votre demande de remplacement d'un outil ou d'un accessoire a été satisfaite le jour même ou le lendemain ? Si vous appuyez sur des méthodes de fabrication conventionnelles, vous êtes à la merci de votre atelier d'usinage interne ou d'un fournisseur externe. Dans les deux cas, vous vous heurtez généralement à des problèmes de délais, et le traitement de votre commande peut prendre une semaine ou plus. Quel est l'impact de situations comme celle-ci sur votre productivité ?



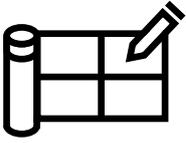
### Des coûts élevés

Le coût de l'usinage, du soudage et de l'assemblage des posages d'outillages est généralement plus élevé que celui de l'impression 3D. Ces coûts sont liés à une plus grande consommation de matériaux (soustractifs ou additifs), à de plus grands besoins en main-d'œuvre (programmation CNC, surveillance des processus, assemblage) et à des délais plus importants (impact sur la production). Ils sont d'autant plus élevés que le volume de fabrication est faible ou que la production est réalisée sur mesure.



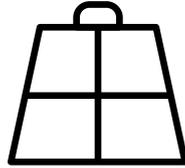
1. Article de Deloitte, « Creating pathways for tomorrow's workforce today - beyond reskilling in manufacturing »

## Les inconvénients de la fabrication conventionnelle



### Des contraintes de conception et fabrication

Il existe des limites physiques quant à la complexité des pièces qu'il est possible de fabriquer par usinage. Ces contraintes restreignent votre capacité à créer des posages optimisés pour les tâches ou les opérateurs qui les utilisent. La conception d'un posage sans contraintes de fabrication pourrait vous permettre de la rendre plus légère, de mieux l'ajuster, de travailler plus efficacement, de consommer moins de matériaux, etc.



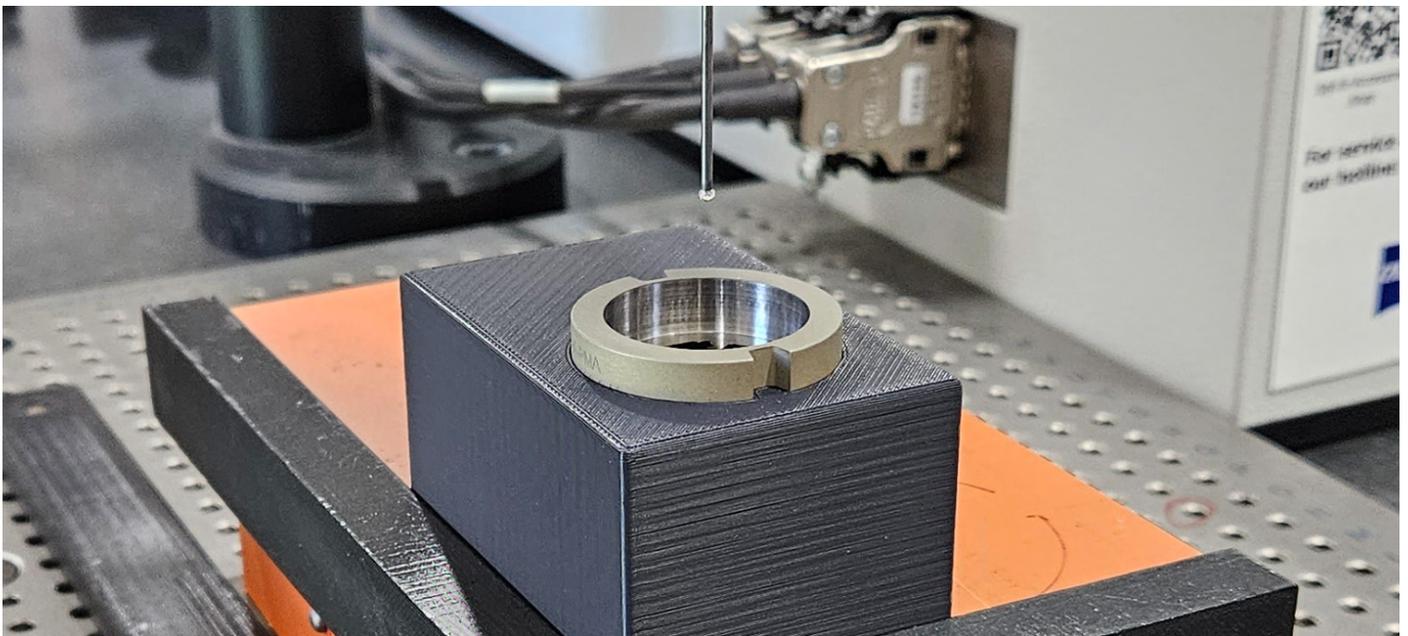
### Une méthode lourde et non ergonomique

Les posages fabriqués dans du métal usiné sont généralement encombrants et lourds, ce qui limite également la possibilité d'opter pour une conception ergonomique. Lorsque les travailleurs déplacent de manière répétée des outils lourds, ils courent le risque de blessures liées à la fatigue ou aux tensions provoquées par la manipulation de telles charges.



### Une utilisation viable limitée au minimum

En raison des difficultés associées aux outils et posages fabriqués de manière traditionnelle, leur utilisation en atelier est généralement limitée aux applications critiques ou indispensables. Il en résulte une autre situation de statu quo qui néglige les améliorations et avantages potentiels que des outils supplémentaires pourraient apporter, notamment en termes d'efficacité et de productivité.



## La réponse de l'impression 3D



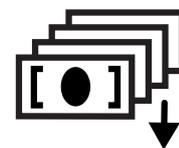
### Des besoins minimaux en main-d'œuvre et compétences

Les efforts pour apprendre à utiliser une imprimante 3D par extrusion FDM® et à résine DLP P3 (traitement numérique de la lumière) sont minimaux par rapport aux compétences requises pour les usiniers et opérateurs CNC. De plus, une imprimante ne nécessite aucune surveillance pendant son fonctionnement. Le seul travail consiste à charger une plaque ou un plateau de fabrication avant le début de l'impression et à retirer la pièce une fois l'opération terminée. Le post-traitement se limite généralement au retrait du matériau de support de la pièce. Et si l'on utilise un matériau de support soluble dans l'eau, le processus se déroule même sans aucune intervention manuelle.



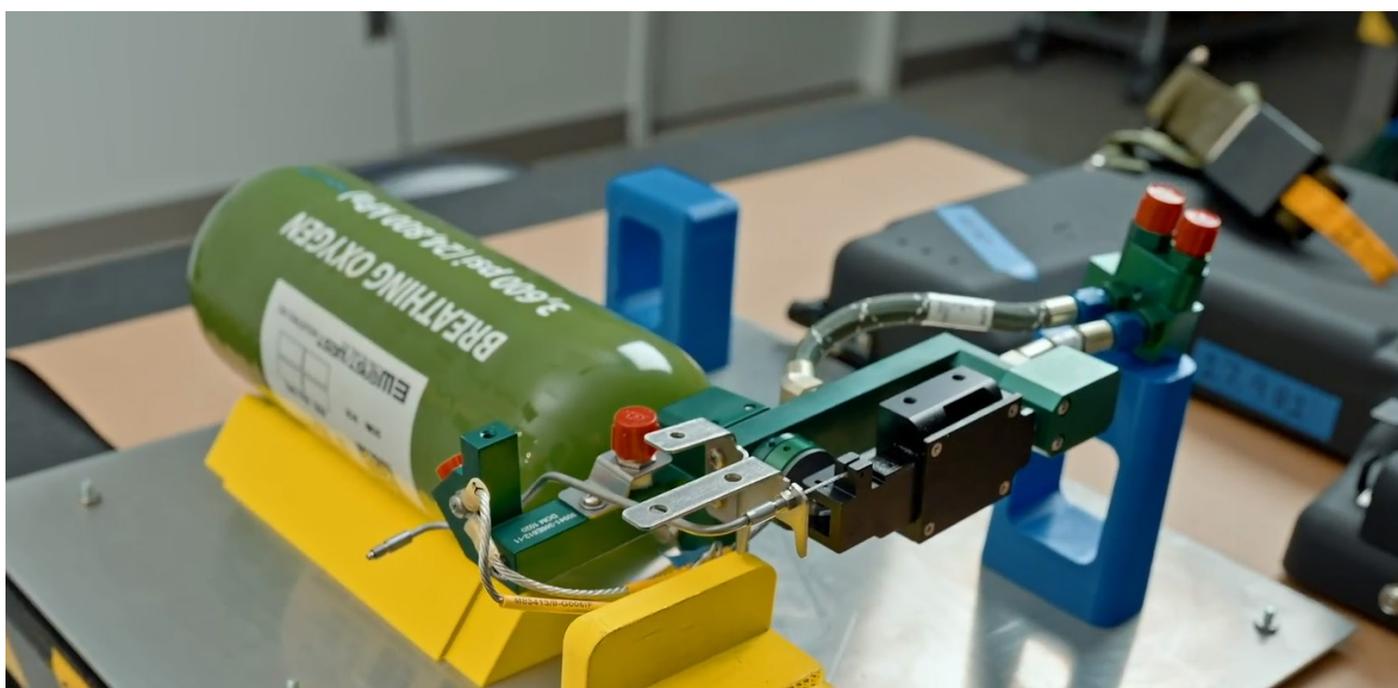
### Des délais de fabrication plus rapides

Les technologies d'impression 3D FDM et DLP P3 peuvent produire des posages en seulement quelques heures au lieu de plusieurs jours ou de plusieurs semaines, voire plus, avec l'usinage conventionnel. Si vous utilisez votre propre système d'impression en interne, le seul délai à prévoir est d'attendre que celui-ci ait terminé son travail.



### Un moindre coût

Les posages d'outillage étant généralement produits en faible volume, leur coût unitaire dépend de l'infrastructure nécessaire à leur fabrication. La production en faible volume est moins chère avec l'impression 3D, car en dehors de l'imprimante, aucun autre outil n'est nécessaire pour la fabrication des pièces. Un posage peut être fabriqué pendant la nuit et mis en place dès le lendemain. Avec des délais aussi rapides, il est possible de réduire au minimum les répercussions d'un contretemps de ce type sur la production. De plus, l'impression 3D est un processus additif, ce qui signifie que le matériau n'est utilisé que là où il est nécessaire pour fabriquer la pièce, évitant ainsi tout gaspillage.



## La réponse de l'impression 3D



### La liberté de conception

L'impression 3D n'est pas limitée par les contraintes physiques et géométriques de l'usinage. En raison de la nature additive du processus, couche par couche, une imprimante 3D est capable de produire aisément des formes organiques et complexes. Cela signifie que vous pouvez optimiser la conception de vos posages pour qu'ils s'adaptent au mieux aux tâches, aux opérateurs ou aux deux.

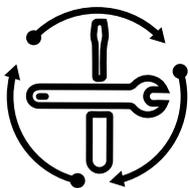


Le posage d'assemblage de gauche est composé de plusieurs pièces soudées et goupillées ensemble.



En revanche, le posage imprimé en 3D à droite remplit la même fonction, mais il est composé de moins de pièces et peut être imprimé en une seule fois.

## La réponse de l'impression 3D



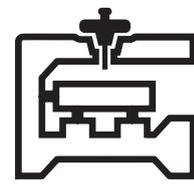
### Une amélioration de l'efficacité des tâches

Les posages en polymère imprimés en 3D peuvent améliorer l'efficacité des tâches pour plusieurs raisons. Ils sont plus légers que les métaux, ce qui les rend plus faciles à déplacer et manipuler. D'autre part, ils peuvent être fabriqués en une seule pièce, ce qui permet d'éviter les opérations d'assemblage et de réduire le temps de préparation. Même si pour chaque tâche prise individuellement, l'écart est minime, le gain de temps total sur les tâches répétitives finit par s'accumuler.



### Des améliorations en termes de santé et de sécurité

Les posages ergonomiques, plus légers et conçus pour s'adapter à un opérateur humain, peuvent réduire la fréquence des troubles musculo-squelettiques (TMS). Selon le Bureau of Labor Statistics des États-Unis, les TMS sont la principale cause de blessures sur le lieu de travail et leur coût représente un tiers des indemnités versées aux travailleurs.<sup>2</sup> Or, les posages imprimés en 3D en polymère apportent deux avantages en termes d'ergonomie : la liberté de conception et un poids plus léger.



### Une meilleure disponibilité des posages

Si l'impression 3D vous permet de fabriquer des posages d'outillage plus rapidement et à moindre coût que l'usinage, vous pouvez en augmenter le nombre au sein de votre atelier de fabrication. Cela vous permet de renforcer la productivité de la main-d'œuvre, de réduire les temps d'arrêt et d'améliorer l'efficacité globale de votre production.

2. Article d'OH&S, « [The Relationship Between MSDs and the Workplace](#) »

# Mais le plastique peut-il faire l'affaire ?

Quiconque se lance dans le monde de l'impression 3D, et notamment celle à base de polymères, a généralement des doutes légitimes quant à son efficacité dans la fabrication d'objets tels que les outils de fabrication, traditionnellement en métal. Il suffit pourtant d'un examen plus approfondi pour constater que l'impression 3D peut généralement répondre aux besoins, à condition qu'elle soit utilisée à bon escient.

Voyons quelles sont les réserves les plus courantes :

**Réserve : les outils en plastique ne sont pas assez solides pour remplacer le métal.**

1

S'il est vrai que le plastique n'est pas du métal, cela ne signifie pas qu'il s'agit d'un matériau dont les propriétés ne sont pas adaptées à une tâche particulière. Le principal facteur à prendre en compte est la spécificité de l'application, et les technologies FDM et DLP P3 sont bien adaptées pour répondre à de nombreuses applications d'outillage uniques grâce à leur large gamme de thermoplastiques et polymères polyvalents dont les propriétés mécaniques sont suffisantes pour satisfaire les besoins.

**Solution  
imprimée en 3D**

Tout d'abord, de nombreux posages métalliques utilisés dans la fabrication sont tout simplement surdimensionnés. L'impression 3D avec des thermoplastiques durables de qualité technique est souvent une solution très appropriée pour remplacer les posages métalliques usinés. Lorsqu'une résistance et une rigidité supplémentaires sont nécessaires, les matériaux renforcés de carbone comme l'ABS-CF10, le FDM® Nylon-CF10 et le FDM® Nylon 12CF constituent autant d'options capables de répondre à ces exigences. Certains thermoplastiques, comme l'ASA, offrent également un avantage par rapport au métal pour les posages MMT, car ils sont thermiquement plus stables.

**Réserve : pour le moment, je ne peux pas justifier l'investissement dans une imprimante 3D.**

2

Il est généralement difficile de justifier l'achat d'un nouvel équipement. Cependant, de nombreuses études de cas démontrent comment le coût d'une imprimante 3D a été amorti grâce aux économies qu'elle permet de réaliser. Mais, avant de vous engager dans cette voie, vous avez la possibilité de « tester » l'impression 3D afin d'en apprécier tout le potentiel.

**Solution  
imprimée en 3D**

Le recours à un bureau d'études tel que Stratasys Direct vous offre la possibilité d'obtenir rapidement des pièces imprimées en 3D, comme des posages d'outillage, afin que vous puissiez les utiliser et les évaluer. Il vous est ainsi plus facile de quantifier et de démontrer les avantages éventuels aux décideurs de votre entreprise, afin de justifier l'achat d'une imprimante 3D.

**Réserve : nous ne disposons pas de la main-d'œuvre nécessaire pour faire fonctionner une imprimante 3D.**

**3**

Contrairement à l'usinage CNC, qui nécessite des opérateurs qualifiés, l'impression 3D n'exige ni les mêmes compétences ni le même travail de supervision. De fait, les technologies FDM et DLP P3 sont l'une des formes d'impression 3D les plus simples disponibles. En combinaison avec le logiciel GrabCAD Print™ qui simplifie le flux de travail de la conception à la pièce, faire fonctionner ces imprimantes revient pratiquement à appuyer sur un bouton-poussoir.

### Solution imprimée en 3D

Le principal avantage de cette caractéristique est que la formation du personnel existant à l'utilisation d'une imprimante FDM ou Origin, qu'il s'agisse d'ingénieurs, de concepteurs ou d'opérateurs de machines, est très rapide. Et une fois que le système a commencé à imprimer, plus aucune supervision n'est nécessaire. Le personnel concerné peut donc se consacrer à d'autres tâches pendant l'impression des pièces.

**Réserve : je ne peux pas prendre le risque d'introduire une nouvelle technologie.**

**4**

L'introduction de nouveaux équipements, sans parler de nouvelles technologies, présente des risques compréhensibles face à des calendriers de production déjà serrés, où toute perturbation pourrait entraîner des retards de livraison et l'insatisfaction des clients. Or, l'impression 3D au moyen des technologies FDM et DLP P3 minimise ces risques, dans la mesure où elle permet de commencer à petite échelle, puis de procéder par étapes pour atteindre peu à peu des résultats à partir desquels il sera possible d'évoluer. Il est également possible de recourir à un fournisseur de services d'impression 3D pour se familiariser avec la technologie et tirer parti de son expérience.

### Solution imprimée en 3D

De nombreuses entreprises ont réussi leur transition en commençant par des imprimantes plus petites, mais puissantes, comme les imprimantes F190CR et F370CR, compatibles avec les matériaux composites, ou encore l'imprimante DLP Origin®. Ce matériel leur a permis d'intégrer plus facilement l'impression 3D au sein de leurs opérations. Il s'agit d'un scénario à faible risque et à haute valeur ajoutée, qui permet à ces entreprises de rester à la pointe de la technologie et de ne pas perdre de terrain face à leurs concurrents qui ont déjà adopté la fabrication additive.

**Pour faire simple, vous ne pouvez pas vous permettre de ne pas adopter l'impression 3D. À terme, la fabrication conventionnelle pourrait ne plus être en mesure de relever les défis à venir ou de saisir les nouveaux débouchés dans le domaine de la production. Et c'est en cela que l'impression 3D constitue une solution intéressante.**

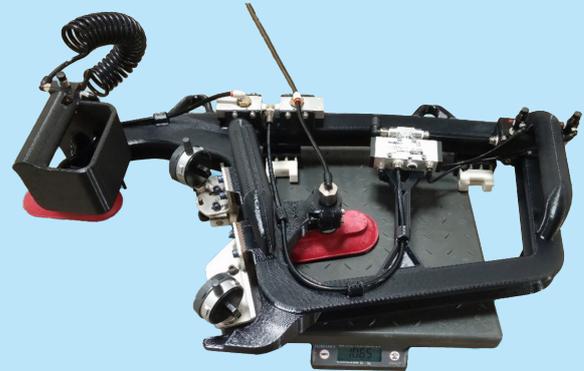
# Témoignages de réussite dans le domaine des posages imprimés en 3D

Plutôt que de longs discours, rien de tel que le témoignage d'un certain nombre de clients de Stratasys pour vous montrer les avantages offerts par les posages imprimés en 3D aux fabricants. Il s'agit aussi bien de grandes entreprises connues que de petits ateliers de production.

## Ford Motor Company Posage de montage



Le besoin d'un posage plus léger et plus ergonomique pour la pose des vitres sur les automobiles a poussé les ingénieurs de Ford à se tourner vers une solution imprimée en 3D. Pour garantir la précision et la répétabilité de l'assemblage, les ingénieurs ont choisi un matériau renforcé de fibre de carbone, le FDM Nylon 12CF, capable de rendre l'outil plus léger sans renoncer à sa résistance et sa rigidité. L'impression 3D a également permis de renforcer l'intérieur du posage en augmentant la densité du matériau là où plus de résistance était nécessaire, tout en réduisant celle-ci dans les zones non critiques, ce qui serait impossible à réaliser avec un outil usiné. Le posage ainsi obtenu était 15 % plus léger et 70 % moins cher que sa variante précédente en métal, tout en étant plus facile à utiliser.



## Mercury Marine Posage pour l'application d'étiquettes



L'apposition d'étiquettes de marque et de produit fait partie intégrante du processus de production de nombreux articles manufacturés. Les posages utilisés pour appliquer ces étiquettes doivent fournir des résultats uniformes sans abîmer la surface du produit. Mercury Marine utilise des posages personnalisés pour appliquer des emblèmes sur ses moteurs marins. Or, ces posages qui étaient traditionnellement fabriqués par des sous-traitants étaient coûteux et encombrants, et il fallait généralement les remplacer une fois par an. Pour éviter ces inconvénients, les ingénieurs en outillage de Mercury Marine ont opté pour l'impression 3D de ces posages en utilisant une combinaison de matériaux FDM qui permettent de leur conférer un état de surface appropriée, non marquante, ainsi qu'une rigidité suffisante. Le posage imprimé en 3D pour l'application d'emblèmes a permis de raccourcir les délais de 96 %, et donc de mettre l'outil en production beaucoup plus rapidement tout en réduisant son coût de 68 %.



# Témoignages de réussite dans le domaine des posages imprimés en 3D

## Valiant TMS Posage pour montage ergonomique

Un nouvel outil manuel pour fixer le mécanisme de verrouillage d'une portière du montant avant d'une automobile exigeait à la fois ergonomie pour l'opérateur, robustesse et légèreté. Les ingénieurs souhaitaient imprimer l'outil en 3D, car cette solution répondrait mieux aux besoins qu'une version en métal usiné. Or, un aspect essentiel de l'ergonomie de la conception était l'obtention d'un état de surface très lisse, sans défaut, dans un matériau offrant une résistance suffisante. Le laboratoire de fabrication additive de Valiant TMS a imprimé l'outil sur l'imprimante 3D Origin, dont la technologie DLP P3™ offre un état de surface semblable à celui obtenu avec le moulage par injection, et qui s'accompagne d'une large gamme de matériaux spéciaux. Les ingénieurs de Valiant ont sélectionné le Dura™ 56, un photopolymère développé par Loctite® spécifiquement pour Origin, qui se distingue par la rapidité de sa vitesse d'impression et sa grande résistance aux chocs. Il en résulte une réduction des coûts de 78 % et un gain de temps d'impression de 79 % par rapport aux autres procédés additifs.

## VALIANT TMS



## Senga Engineering Posage pour MMT

Chacune des plus de 1 700 pièces fabriquées par Senga Engineering au cours d'une année doit être inspectée plusieurs fois sur une machine à mesurer tridimensionnelle (MMT). Les outils traditionnels pour MMT, comme les blocs en V et les pinces, nécessitaient plusieurs dispositifs de posage pour inspecter minutieusement une pièce. En vue de réduire la durée du cycle et les coûts de ces configurations personnalisées, les ingénieurs de Senga se sont orientés vers des posages imprimés en 3D pour maintenir les pièces. L'un des principaux avantages réside dans la liberté de conception, qui permet de personnaliser facilement les posages et de les adapter ainsi à de nombreuses configurations de pièces, tout en offrant la possibilité d'effectuer plusieurs mesures avec un seul et même posage. Les économies varient d'une pièce à l'autre, mais dans un exemple, Senga a obtenu un gain de temps de 80 % et une réduction des coûts de 93 %.

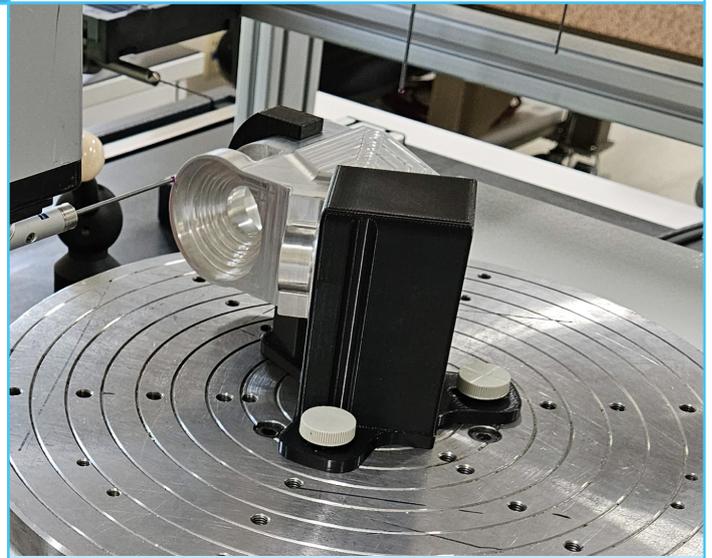


# Témoignages de réussite dans le domaine des posages imprimés en 3D

## Christopher Tool Posage pour MMT

Dans cet autre exemple de posage pour machine à mesurer tridimensionnelle (MMT), les techniciens de Christopher Tool ont tiré parti de l'impression 3D pour obtenir des avantages similaires à ceux de Senga Engineering. L'utilisation d'étaux, d'aimants et d'autres méthodes de posage ad hoc risquait d'introduire des erreurs de mesure. Le processus faisait perdre du temps, entraînait des coûts sans valeur ajoutée et n'était pas répétable. Le passage à l'impression 3D a permis aux ingénieurs de concevoir des posages personnalisés capables de positionner les pièces de manière optimale pour leur inspection. Le recours à des posages imprimés en 3D pour MMT a permis d'améliorer la précision des inspections et de réduire de 90 % les temps de rechargement (consistant à placer des pièces supplémentaires dans une configuration particulière).

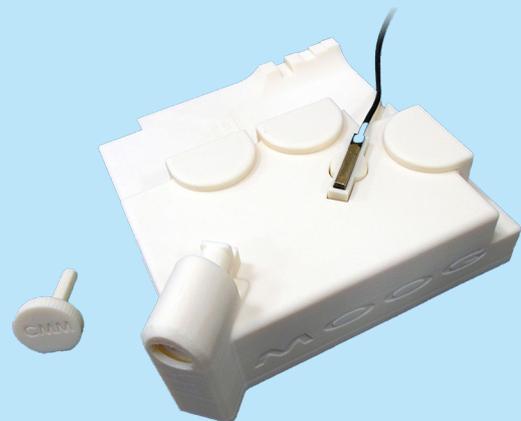
CHRISTOPHER



## Moog Aircraft Group Posage pour MMT

Moog Aircraft Group conçoit des systèmes de commandes de vol pour pratiquement tous les avions commerciaux et militaires volant aujourd'hui. Pour améliorer ses capacités d'inspection interne sur MMT, l'entreprise s'est tournée vers l'impression 3D FDM. Elle utilisait auparavant des posages en acier fabriqués par un tiers, ce qui représentait une dépense importante et entraînait des délais de plusieurs semaines. Moog imprime désormais en 3D une posage MMT dédiée pour chaque composant usiné, et peut ainsi accélérer la production tout en réduisant les coûts. Dans certains cas, la réduction des coûts a atteint plus de 80 % par rapport à la production de posage par la méthode traditionnelle.

MOOG  
AIRCRAFT GROUP



# Transformer un coût d'opportunité en profit

Le coût d'opportunité est simplement la valeur de l'option que vous ne choisissez pas, dans les décisions que vous prenez. Si vous fabriquez des posages d'outillage en métal par des méthodes traditionnelles, le coût d'opportunité représente le temps et l'argent que vous pourriez économiser si vous choisissiez plutôt l'impression 3D. Voici un exemple simple pour illustrer ce point :

Imaginons que vous deviez fabriquer 10 dispositifs de posage et que, pour simplifier, chaque posage coûte 500 \$ en matériau et en main-d'œuvre. En revanche, la réalisation de ces posages par impression 3D ne coûtera que 250 \$, principalement en matériaux, puisque la main-d'œuvre nécessaire est minime. Et bien qu'il s'agisse d'un exemple fictif, les précédents témoignages de clients démontrent que l'impression 3D est l'option la moins coûteuse.

Fabrication traditionnelle	Impression 3D
<p>10 posages à 500 \$ chacune = <b>5 000 \$</b></p>	<p>10 posages à 250 \$ pièce = <b>2 500 \$</b></p>

La différence entre les deux méthodes de fabrication est de 2 500 \$, ce qui représente le coût d'opportunité lié au maintien de la fabrication traditionnelle. Mais il existe également un coût d'opportunité en termes de temps. Qu'il s'agisse du délai de livraison d'un fournisseur ou du temps nécessaire à vos techniciens pour usiner et assembler les posages, ce coût d'opportunité représente ce que vous pourriez faire de ce temps si vous choisissiez plutôt de les imprimer en 3D (sachant que l'impression 3D peut assurer une capacité de production beaucoup plus rapide, avec un minimum de main-d'œuvre).

Il s'agit ici de souligner les possibilités qu'offrent les posages d'outillage imprimés en 3D par rapport aux pièces métalliques usinées. Des possibilités qui sont capables de générer des bénéfices financiers et d'apporter des gains de temps. Dans le monde industriel d'aujourd'hui, la vitesse, l'efficacité et l'adaptabilité de votre processus de production déterminent dans une large mesure votre rendement global et votre rentabilité. Et les technologies FDM et P3 DLP d'impression 3D peuvent précisément offrir ces avantages.



# Il est temps de passer à l'action

Les informations contenues dans ce guide de solution se limitent à vous montrer les avantages des posages d'outillage imprimés en 3D par rapport aux pièces métalliques usinées. La suite dépend de vous.

Utilisez les connaissances acquises dans ce guide pour passer à l'étape suivante, à savoir mettre en œuvre l'impression 3D dans vos activités. Pour de plus amples informations, notamment sur des applications spécifiques ou toute autre question que vous pourriez vous poser sur l'impression 3D, n'hésitez pas à [contacter l'équipe Stratasys](#).

**Certains de vos concurrents bénéficient déjà de cette technologie. Pouvez-vous vous permettre de rester dans le statu quo ?**

## Sièges de Stratasys

7665 Commerce Way,  
Eden Prairie, MN 55344  
+1 800 801 6491 (numéro gratuit aux États-Unis)  
+1 952 937-3000 (International)  
+1 952 937-0070 (Fax)

1 Holtzman St., Science Park,  
PO Box 2496  
Rehovot 76124, Israël  
+972 74 745 4000  
+972 74 745 5000 (Fax)

[stratasys.com/fr](https://stratasys.com/fr)

Certification ISO 9001:2015

