



LIVRE BLANC

# Conception de gabarits et de fixations imprimés en 3D

Ce livre blanc résume les principes de la création de gabarits et de fixations, et explique comment tirer avantage de l'impression 3D pour réduire les coûts, raccourcir le temps de développement et créer des flux de production plus efficaces, pour l'ingénieur de conception ou le technicien d'atelier de fabrication.

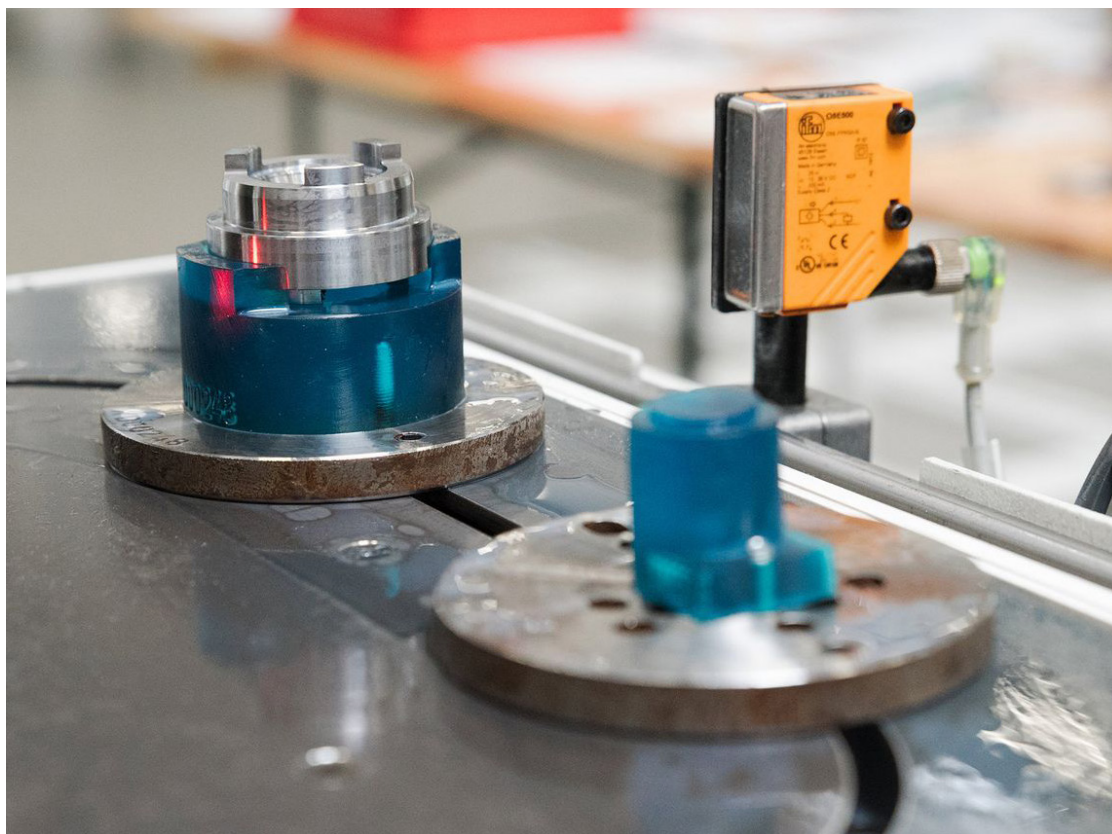
# Contents

<b>Introduction</b> .....	<b>3</b>
<b>Bases de conception des gabarits et fixations</b> .....	<b>4</b>
Comprendre les degrés de liberté et les contraintes .....	4
<b>Gabarits et fixations imprimés en 3D</b> .....	<b>6</b>
<b>Applications pour gabarits et fixations imprimés en 3D</b> .....	<b>7</b>
Inserts à serrage souple pour étaux .....	7
Guides de perçage .....	7
Calibre à limites .....	8
Gabarits d'assemblage .....	8
Gabarits de démontage .....	9
Gabarits de collage .....	9
Modèles d'étiquetage, de marquage et de masquage .....	10
Pièces de substitution .....	10
<b>Bonnes pratiques de conception et d'utilisation de fixations imprimées en 3D</b> .....	<b>11</b>
La complexité est (presque) gratuite .....	11
Intégrer des données de référence dans les fixations et les gabarits ..	11
Augmentation de la rigidité .....	12
Augmentation de la durabilité des connexions mécaniques .....	12
Optimiser vos pièces imprimées en 3D .....	13
Tenir compte du fluage .....	13
Remplacement à la demande des composants usés .....	13
<b>Validation d'une fixation imprimée</b> .....	<b>14</b>
<b>Considérations concernant le déroulement du processus</b> .....	<b>16</b>
Retrait des pièces .....	16
Considérations concernant le fonctionnement de l'outil .....	16
Améliorer l'expérience de l'utilisateur pour les gabarits et fixations ..	17
<b>Conclusion</b> .....	<b>18</b>

## Introduction

Pour les fabricants, optimiser la vitesse de production tout en assurant la qualité des pièces est essentiel. Les gabarits et les fixations sont utilisés pour rendre les processus de fabrication et d'assemblage plus simples et plus fiables, tout en réduisant les temps de fabrication et en améliorant la sécurité des travailleurs. Dans ce livre blanc, nous expliquerons les principes et les concepts de base du montage et de l'assemblage de gabarits, nous examinerons également comment adapter les caractéristiques typiques des appareils utilisés pour garantir le succès de l'impression 3D et comment tirer parti des avantages uniques des matériaux de stéréolithographie (SLA) pour réduire les coûts de fabrication et les délais de livraison.

Généralement, les fabricants créent des pièces en métal au besoin en les fabriquant eux-mêmes ou en sous-traitant cette fabrication. En fonction des forces exercées sur la pièce, il n'est pas toujours nécessaire de produire ces outils en métal. Les matériaux d'impression 3D SLA ont considérablement progressé et il existe un certain nombre de résines fonctionnelles bien adaptées aux gabarits et fixations imprimés en 3D, comme les résines Formlabs classiques, ou celles techniques développées pour l'ingénierie, comprenant notamment les résines Tough 2000 Resin, Durable Resin et High Temp Resin. Des fabricants du monde entier utilisent déjà ces matériaux pour remplacer les montages métalliques dans les opérations de production automatisées, les chaînes d'assemblage électronique, les fonderies et autres installations de production.



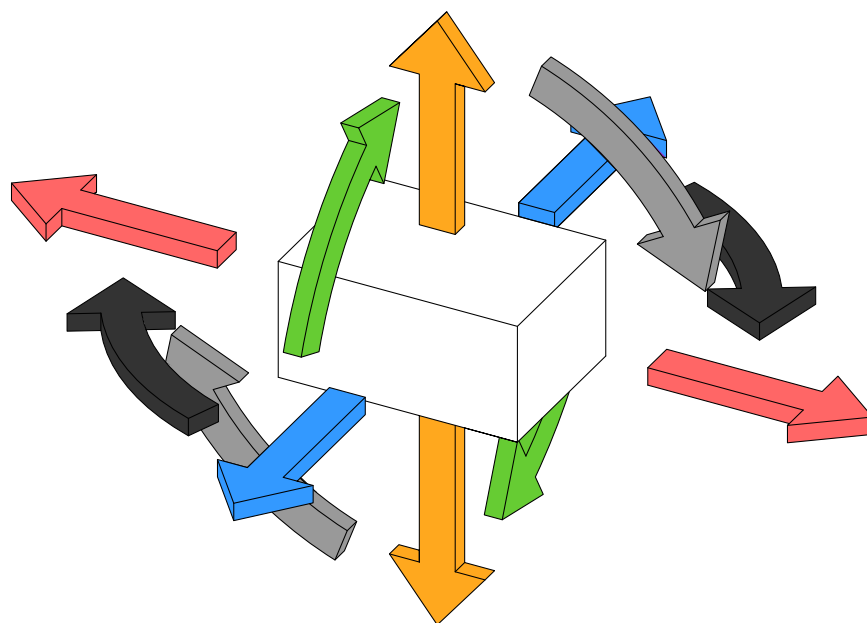
*Gabarits imprimés en 3D d'une ligne de production automatisée de Pankl Racing Systems..*

# Bases de conception des gabarits et fixations

## COMPRENDRE LES DEGRÉS DE LIBERTÉ ET LES CONTRAINTES

Dans leur forme la plus élémentaire, les fixations maintiennent une pièce dans une position spécifique pendant que celle-ci est soumise aux forces d'une deuxième opération, sans que la pièce en question ne subisse une déviation, un mouvement ou une rotation inacceptable. Pour comprendre comment on y arrive, il faut d'abord comprendre comment fonctionnent les degrés de liberté.

Un corps rigide dans l'espace a six degrés de liberté : mouvement vers le haut/bas, mouvement vers la gauche/droite, mouvement vers l'avant/vers l'arrière, et la capacité de tourner le long d'un ou plusieurs axes, appelé tangage, roulis et lacet.



*Un objet et ses six degrés de liberté.*

Les principes d'une bonne conception des fixations exigent de limiter autant que possible ces degrés de liberté pour assurer un positionnement précis et la stabilité des opérations secondaires. Il est tout aussi important de ne pas trop contraindre la pièce. Des contraintes excessives entraînent des forces inutiles et des problèmes de stabilité en exigeant une plus grande précision de la fixation ou du gabarit.

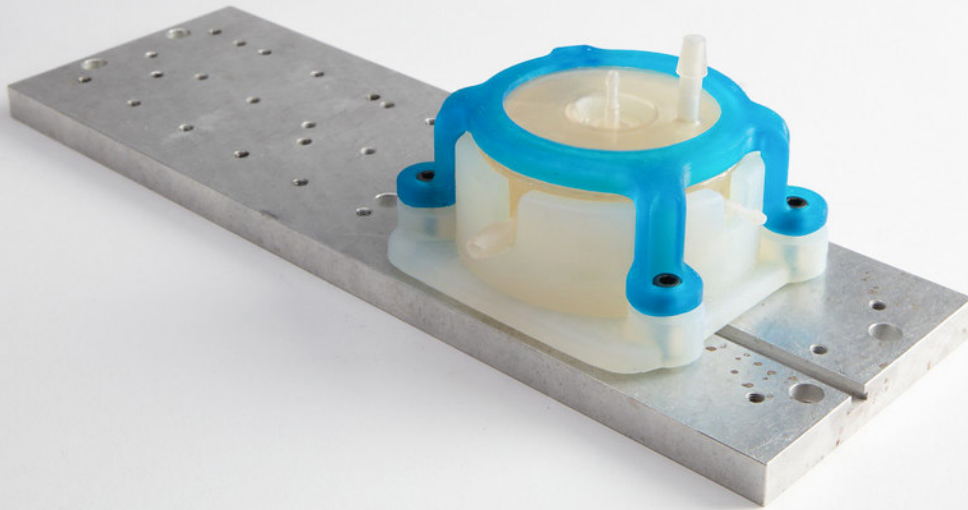
Pour expliquer ce principe, pensons à un tabouret. Un tabouret à trois pieds a juste ce qu'il faut de contrainte : lorsqu'il est chargé d'un poids sur sa surface supérieure, il ne peut pas se déplacer verticalement. La friction empêche le tabouret de glisser dans n'importe quelle direction, et chaque jambe est contrainte par les autres, ce qui empêche sa rotation ou celle du tabouret entier.

- La contrainte exacte est quand il y a une contrainte pour chaque degré de liberté nécessaire au bon fonctionnement.
- Une sous-contrainte se produit quand une pièce est libre de tourner, de se déplacer ou de glisser dans une ou plusieurs directions ou le long d'un ou plusieurs axes. Lors de la fixation, la sous-contrainte d'une pièce empêche le bon fonctionnement et peut représenter un danger important pour les opérateurs et pour la machine. Selon le type d'application, cependant, certaines tâches peuvent nécessiter une sous-contrainte : par exemple, dans le cas d'une planche de bois qui doit pouvoir se déplacer librement à travers une raboteuse.
- Les pièces sous-supportées ont des contraintes suffisantes pour empêcher le déplacement et la rotation de l'objet, mais pas assez de soutien pour empêcher la pièce de se déformer considérablement au cours d'opérations secondaires comme le fraisage et le perçage.
- La surcontrainte se produit lorsqu'une structure a des contraintes superflues. Une façon d'y penser est quand plusieurs forces travaillent pour faire exactement le même travail, ces forces entrent alors en conflit, et l'une d'elles « gagnera » et finira toujours par faire le travail prévu. Dans le meilleur des cas, les forces en trop ne feront rien ou, dans le pire des cas, elles perturberont la fonction souhaitée de la structure, ce qui entraînera une mauvaise qualité des pièces et un risque plus important pour l'opérateur.

Dans la pratique, l'utilisation de « trop » de contraintes est parfois nécessaire.

Une chaise à quatre pieds est un exemple d'un design surcontraint. La quatrième jambe est superflue et introduit un nouveau problème de basculement si elle est reposée sur une surface même légèrement inégale.

Un compromis intéressant est une plus grande stabilité d'ensemble grâce à la présence de sols plus plats. Pour transposer cela dans un contexte de fabrication, une fixation plus tolérante (moins contraignante) est utile pour traiter les pièces qui ont plus de variation (comme les pièces coulées), tandis qu'une fixation plus serrée fonctionnera mieux pour les pièces ayant des surfaces plus précises (pièces usinées ou moulées par injection).



*Gabarit de collage imprimé en 3D monté sur une plaque de fixation.*

## Gabarits et fixations imprimés en 3D

Les outils de conception avancés ont permis aux ingénieurs de créer des produits hautement optimisés pour leur utilisation finale, mais cette même liberté de conception et la plus grande complexité des pièces rendent plus difficiles la fabrication de gabarits et de fixations pour les opérations secondaires. Les systèmes de serrage traditionnels comme les étaux et les pinces ne peuvent pas fixer et supporter de formes amorphes ou des pièces ayant des détails très précis. L'impression 3D permet aux ingénieurs de créer des objets sans limitations telles que l'accès aux outils et l'usure due au processus de fabrication.

La production de gabarits et de fixations par ce processus supplémentaire permet d'économiser beaucoup de temps et d'argent, en éliminant les étapes de main-d'œuvre qualifiée nécessaires à l'usinage ou à la fabrication de pièces à partir de tubes et de tôles. Même si les fixations finales nécessitent des composants métalliques, une impression 3D accessible et peu coûteuse permet aux ingénieurs de fabrication de tester ces concepts avant d'envisager de réaliser des installations plus durables.

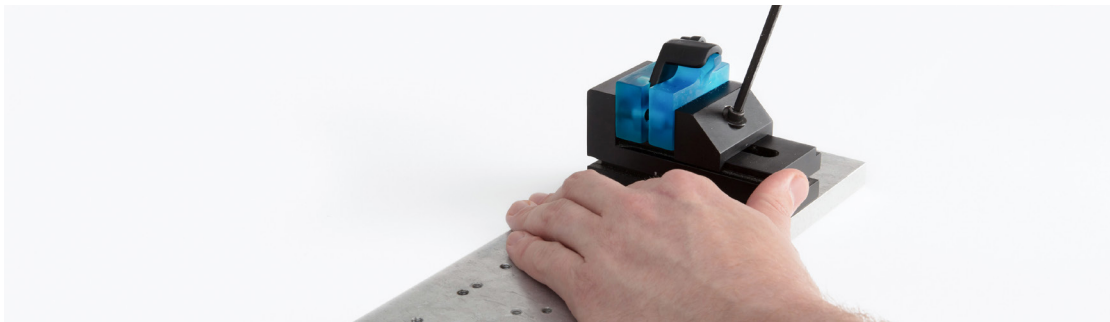
En particulier pour les pièces à surfaces courbes ou complexes, la production en interne avec impression 3D coûte nettement moins cher que de sous-traiter le fraisage, même pour les plastiques à faible coût comme le polyéthylène à haute densité. Les imprimantes 3D de Formlabs, avec leur haute résolution et leur excellente finition de surface, sont bien adaptées à la création de gabarits et de montages ayant des surfaces courbes et des caractéristiques précises.

<b>COÛT D'UN DISPOSITIF SIMPLE</b>	Fraisé à partir d'Aluminium	Fraisé à partir de PEHD	Imprimé en Tough 2000 Resin
Prix	410 €	310 €	39 €
Délai de Réalisation	3–5 jours	3–5 jours	Imprimé en < 1 jour

# Applications pour gabarits et fixations imprimés en 3D

## INSERTS À SERRAGE SOUPLE POUR ÉTAUX

Les inserts à serrage souples sont personnalisés pour correspondre au plus près à la géométrie unique d'une pièce particulière, ce qui permet de fixer des pièces plus complexes et d'éviter de déformer des pièces métalliques ou plastiques plus souples. L'impression 3D fonctionne bien pour la production d'inserts et de gabarits à serrage souples en raison de sa rapidité de fabrication et du faible coût de production dans le cas de formes complexes.



*Pièce maintenue entre des inserts à serrage souple, imprimée avec Tough Resin.*

## GUIDES DE PERÇAGE

Les guides de perçage aident à empêcher un foret de dévier ou de se déformer, tout en respectant les limites de tolérance angulaire et cylindrique.

Les bagues de guidage de perceuse sont disponibles en version à emboîter ou à visser et peuvent être achetées auprès de fournisseurs industriels comme McMaster-Carr. Les bagues spécialement conçues pour les plastiques fonctionnent mieux avec les gabarits imprimés en SLA.



*Une bague d'ajustement serrée dans un gabarit de perçage, imprimée avec Tough Resin.*

Utilisez les principes de tolérance de notre [livre blanc sur l'ajustement en ingénierie](#) pour déterminer les dimensions correctes des perçages dans les assemblages à serrer.

## CALIBRE À LIMITES

Une simple vérification de tolérance à l'aide d'un patron ou d'un calibre peut rapidement aider un inspecteur de contrôle de la qualité à déterminer si une pièce fonctionnera correctement dans son rôle final. Les calibres à limites imprimés en 3D sont utiles quand le bon fonctionnement des pièces est déterminé par de petites différences de forme et de dimensions, et que ces dimensions ne sont pas facilement ou rapidement mesurables à l'aide de compas, de micromètres ou d'autres outils de mesure standard, comme dans le cas de pièces complexes en caoutchouc.



*Un calibre à limites pour l'inspection d'un joint en caoutchouc, imprimé avec Clear Resin.*

Les calibres à limite sont un moyen rapide et peu coûteux de réaliser des contrôles de qualité supplémentaires sur une ligne d'assemblage ou de fabrication.

**Conseil :** Dans certaines applications, les calibres peuvent s'user avec le temps, ce qui entraîne des défaillances du contrôle de la qualité. En raison de leur faible coût et de leur facilité de fabrication, les calibres imprimés en 3D peuvent être facilement réimprimés et remplacés selon un calendrier déterminé ou selon les besoins, afin d'éviter que leur qualité ne baisse. C'est notamment le cas quand les parties qui entrent en contact avec le calibre à limites sont des métaux durs.

## GABARITS D'ASSEMBLAGE

Pour de nombreux produits, l'assemblage de pièces et l'ajout d'attaches pour créer des sous-ensembles ou des assemblages complets est la partie la plus laborieuse du processus. L'impression 3D de gabarits d'assemblage spécifiques aux pièces réduit les durées de cycle, améliore le flux de travail ergonomique pour les techniciens d'assemblage et améliore la cohérence entre les unités de production.



*Un gabarit d'assemblage utilisé pour la fabrication de l'imprimante 3D Formlabs Form 2.*



## GABARITS DE DÉMONTAGE

Inversement, le démontage est nécessaire pour examiner un produit qui a échoué à l'inspection, pour corriger une erreur ou accéder à un appareil pour le remettre à neuf ou le réparer.

L'utilisation d'un gabarit de démontage accélère ce processus et réduit le risque de casse. Par exemple, la séparation d'un boîtier à emboîtement exige que chacun des clips s'ouvre simultanément pour éviter d'endommager les pièces.



*Gabarit de démontage pour la séparation d'un boîtier à clipsage avec White Resin.*

## GABARITS DE COLLAGE

L'utilisation de gabarits et de dispositifs imprimés en 3D pour les opérations de collage est particulièrement intéressante, en effet leur remplacement régulier associé à leur utilisation est beaucoup plus abordable, en raison de leur faible coût.



*Adhésif appliqué sur une partie d'un gabarit de collage imprimé avec Durable Resin..*

**Conseil :** Recouvrir le gabarit de collage avec un anti-adhérent facilite le nettoyage de tout résidu solidifié qui s'est formé sur le gabarit.

## MODÈLES D'ÉTIQUETAGE, DE MARQUAGE ET DE MASQUAGE

Les gabarits imprimés en 3D sont utiles pour les applications de faible intensité. Par exemple, pour s'assurer qu'une étiquette est placée exactement au même endroit sur plusieurs unités ou pour masquer une zone destinée au marquage.

En utilisant Flexible Resin de Formlabs, un gabarit de masquage conforme peut être conçu pour s'adapter parfaitement à la surface de la pièce. Pour les applications où un gabarit plus rigide est nécessaire, Durable Resin donne de bons résultats.



*Gabarit articulé pour l'application de marquages volumétriques, imprimé avec Tough Resin et Durable Resin de Formlabs.*

## PIÈCES DE SUBSTITUTION

Bien qu'il ne s'agisse pas d'un accessoire ou d'un gabarit en soi, les pièces de substitution sont généralement utilisées pour passer des tests avant les pièces finales de production, de cette manière les chaînes de fabrication et d'assemblage sont mises en marche plus rapidement, et les problèmes de processus sont éliminés avant que les contraintes de production ne soient opérationnelles.

Les pièces de substitution permettent de valider le processus de fabrication avec des impressions 3D à faible coût au lieu de faire peser des risques sur des composants délicats de grande valeur, comme les assemblages électroniques.

Les impressions SLA sont efficaces comme pièces de substitution en raison de leur grande précision dimensionnelle, et de leur capacité à reproduire des caractéristiques précises pour traiter des points de fabrication ou d'utilisation que la technologie FDM ou d'autres méthodes d'impression peuvent rater. De plus, étant donné que les pièces imprimées en SLA sont très isotropes, elles se comporteront plus comme leurs équivalents moulés par injection que comme des pièces anisotropes la technologie FDM.

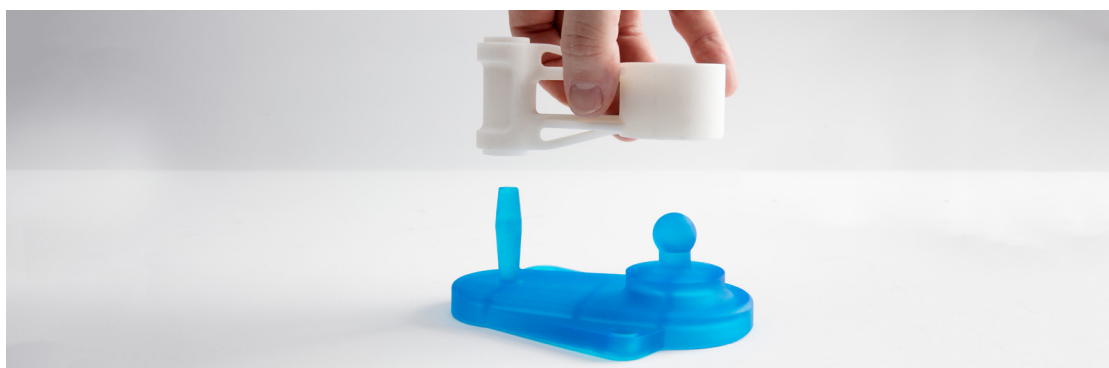
# Bonnes pratiques de conception et d'utilisation de fixations imprimées en 3D

## LA COMPLEXITÉ EST (PRESQUE) GRATUITE

Étant donné que l'impression 3D permet une complexité « libre » (une plus grande complexité n'augmente pas le coût des pièces), prenons le temps d'examiner quelles fonctions supplémentaires peuvent être intégrées au gabarit ou au dispositif au stade de la conception afin d'en tirer profit. Les caractéristiques de petite taille qui seraient difficiles à usiner, ainsi que les géométries considérées comme impossibles en raison du jeu des outils pendant le fraisage ou le tournage, sont totalement réalisables par des processus additifs. Les numéros de série, les dates de fabrication et autres données pertinentes peuvent être intégrés dans la pièce pour une gestion numérique de l'inventaire et un suivi facile sans nécessiter d'étapes de gravure secondaire.

Deux composants d'un dispositif de fixation usiné peuvent être imprimés en une seule pièce, ce qui réduit l'accumulation de poussière ou de débris en éliminant les espaces vides.

Par exemple, plutôt que d'utiliser des fixations droites ou des cylindres insérés pour le positionnement des pièces, des structures sphériques ou en losange peuvent être intégrées en une seule pièce occupant moins d'espace. L'utilisation de repères en losange ou sphériques réduit ou élimine la fixation des pièces pendant le chargement et le déchargement en minimisant la surface de contact.



*Un gabarit de positionnement conçu pour un contact minimal, imprimé avec Tough Resin de Formlabs.*

## INTÉGRER DES DONNÉES DE RÉFÉRENCE DANS LES FIXATIONS ET LES GABARITS

Une partie du processus de mise en œuvre des gabarits et des fixations lors d'un assemblage ou d'un montage consiste à vérifier la précision des dimensions du dispositif. Les parties amorphes des pièces pour lesquelles les gabarits imprimés en 3D sont souvent conçus impliquent qu'ils aient des formes plus ésotériques. Ces modèles peuvent être difficiles à inspecter avec des outils de mesure standard comme les compas et les micromètres. En incorporant les données de référence dans des gabarits et des fixations imprimés, l'inspection est bien plus facile et plus précise.

Un point de référence est une référence géométrique théoriquement parfaite - un plan totalement plat, l'axe d'un trou cylindrique, etc. Une caractéristique de référence est la

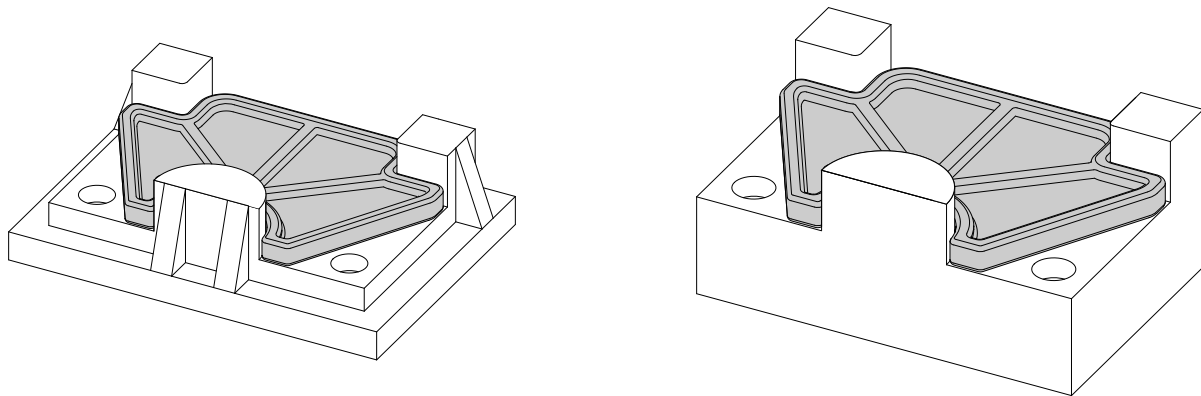
réalité de ce concept dans le contexte de la pièce, elle joue le rôle de repère principal pour d'autres mesures. Les caractéristiques de référence doivent être adaptées aux exigences des opérations secondaires et aux besoins fonctionnels de la pièce dans son rôle final.

Dans la mesure du possible, il est préférable d'inclure des faces planes ou des géométries à angle droit dans le gabarit pour en faciliter l'inspection et en déterminer la précision globale. Avec tout autre gabarit ou dispositif, la précision est vérifiée lors de l'inspection des pièces après usinage, car les caractéristiques de production peuvent déformer la pièce ou l'outil et créer des erreurs nécessitant des modifications dans la conception du dispositif.

Dans les opérations où la précision est primordiale, il convient d'utiliser des outils de mesure numérique comme les scanners 3D ou les sondes tactiles pour mieux inspecter les formes géométriques organiques.

### AUGMENTATION DE LA RIGIDITÉ

La façon typique d'augmenter la rigidité d'un gabarit de montage usiné est de laisser un surplus de matériau dans les endroits susceptibles de se courber sous la charge. La réduction de consommation de matériau dans les procédés additifs permet de maintenir un coût des pièces assez bas. L'utilisation de profilés de renfort et de filetés fournit une structure supplémentaire sans augmenter considérablement le coût ou le temps de fabrication de la pièce.



- ◀ Une géométrie de fraisage typique pour minimiser les temps de retrait de matière et d'usinage.
- ▶ Une géométrie imprimée typique pour maximiser la rigidité et minimiser l'utilisation de matériau.

### AUGMENTATION DE LA DURABILITÉ DES CONNEXIONS MÉCANIQUES

L'utilisation de trous percés dans les pièces en plastique imprimées en 3D n'est pas une méthode efficace pour assembler les parties d'un gabarit; ces pièces sont plus exposées que les métaux à la casse ou à l'usure en cas d'utilisation répétée. Il est préférable d'utiliser des méthodes d'assemblage plus souples, comme des inserts filetés ou une gaine pour retenir un écrou pendant le serrage d'un boulon. Une autre solution est que le gabarit imprimé en 3D ait des trous de dégagement pour faire passer les boulons à travers les écrous en T, ou une plaque de fixation en dessous. Pour éviter la déformation élastique de la pièce lorsqu'elle est boulonnée à la surface de travail, les trous de passage doivent utiliser des tolérances d'ajustement de jeu.

## OPTIMISER VOS PIÈCES IMPRIMÉES EN 3D

Dans de nombreux cas, les pièces imprimées en 3D pour les gabarits et les montages sont complétées en utilisant les pièces en stock des fournisseurs industriels. Cette approche fonctionne bien lorsque certains composants nécessitent la spécificité et la flexibilité de conception de l'impression 3D, mais l'ensemble de l'enveloppe de travail ou d'autres exigences comme la rigidité ou la conductivité ne peuvent pas être assurées par un procédé additif.

Les pièces de réserve courantes pour ajouter une fonctionnalité supplémentaire aux gabarits et aux montages imprimés comprennent des tiges métalliques pour couvrir de plus grandes distances tout en conservant la rigidité, ou des rondelles pour répartir les charges de serrage des vis sur une plus grande surface. Les pièces en stock en combinaison avec des processus additifs ajoutent rapidement des fonctionnalités mécaniques comme l'indexation linéaire ou rotative, et cela à un prix bien inférieur à celui de l'usinage.



*Le gabarit de perçage glisse en douceur sur les rails en acier à l'aide de bagues en Durable Resin pressées dans le guide fait en Tough Resin.*

## TENIR COMPTE DU FLUAGE

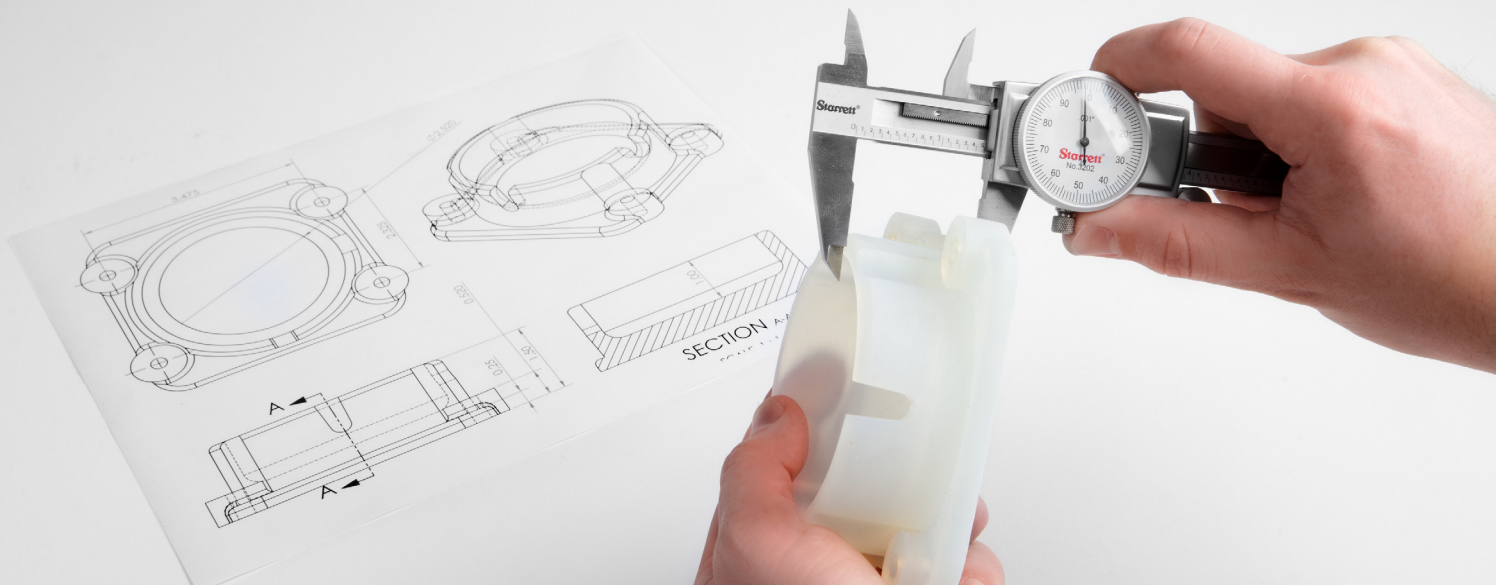
Certaines résines SLA sont exposées au phénomène de fluage (déformation élastique permanente) en cas de charge continue, comme dans le cas d'un gabarit imprimé fixé à une table de travail pendant de longues périodes de temps. Pour éviter que les pièces ne se déforment en raison d'un effort continu, il est préférable de desserrer les boulons et de diminuer les forces de serrage après la fin des opérations secondaires.

## REPLACEMENT À LA DEMANDE DES COMPOSANTS USÉS

Même dans des conditions normales d'utilisation, les dispositifs de fixation, les outils d'assemblage et les gabarits se cassent ou s'usent au point de ne plus être efficaces.

En créant des gabarits et des fixations en fabrication additive, une unité prend le contrôle de sa propre production, et a la possibilité de remplacer les outils sur place selon ses besoins, plutôt que de compter sur des fournisseurs externes pour des volumes de commande minimums. Le remplacement des dispositifs usés par des pièces d'équipement interne raccourcit la chaîne d'approvisionnement et réduit le risque de temps d'arrêt.

**Conseil :** Certains liquides de refroidissement, solvants et liquides de coupe peuvent endommager les impressions SLA. Il est donc utile d'effectuer un test pour valider l'ensemble des contraintes de traitement avant de mettre en œuvre les pièces imprimées d'une nouvelle application.



*Inspection d'une pièce imprimée en 3D avec un compas pour vérifier la précision des dimensions.*

## Validation d'une fixation imprimée

Une fois le dispositif imprimé, nettoyez-le et polymérisez-le conformément aux caractéristiques du matériau. Les systèmes de post-traitement Form Wash et Form Cure de Formlabs sont le meilleur moyen de s'assurer que les pièces ne se déforment pas trop dans un solvant ou ne subissent un durcissement inégal.

Si le logiciel PreForm de Formlabs est utilisé pour créer des structures de support sur le modèle, enlever les supports et limer ou poncer soigneusement les irrégularités restantes, en laissant une base plate et régulière.

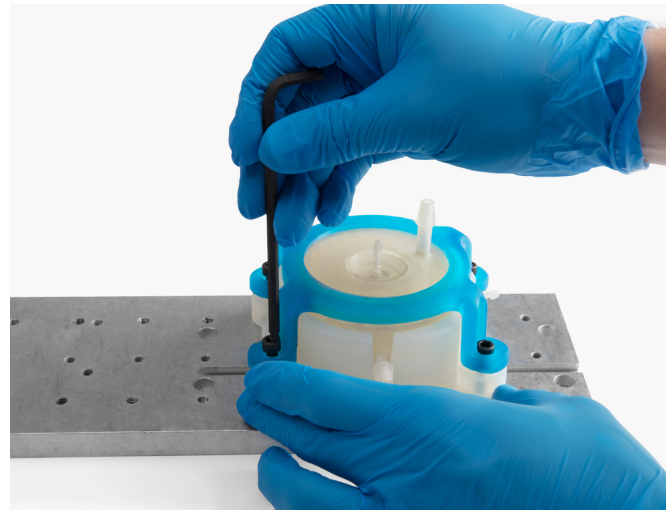
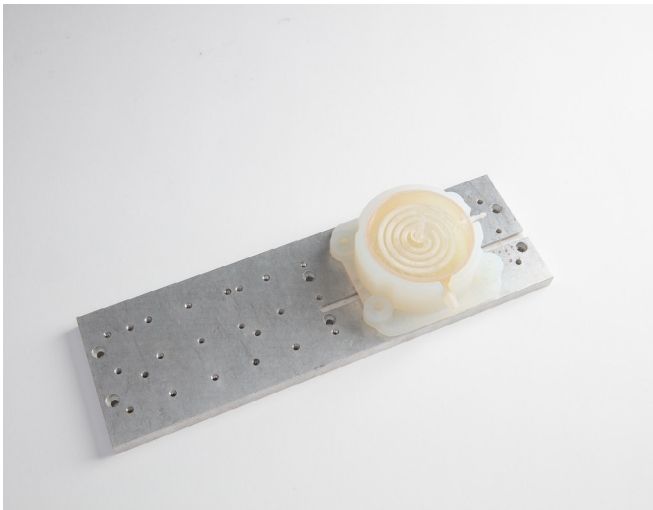
**Conseil :** Montez une feuille de papier de verre sur une surface plate bien définie et frottez la pièce contre le papier de verre en exerçant une pression ferme et constante pour obtenir un fini uniforme.

A ce moment-là, inspectez la pièce imprimée par rapport au modèle CAO original. Utilisez un compas ou un micromètre pour vérifier les dimensions de l'impression par rapport à un dessin dimensionné ou à un modèle CAO annoté, et observez toute anomalie qui pourrait avoir des effets négatifs sur les performances du gabarit ou du dispositif.

Si toutes les dimensions sont correctes, l'étape suivante consiste à tester les performances fonctionnelles de l'appareil.

Une fois que la pièce est fixée sur le gabarit, assurez-vous qu'elle soit bien calée contre les surfaces de positionnement et les supports. Un dispositif de fixation correctement conçu et assemblé supportera la pièce, éliminant tout mouvement quand la force de serrage sera appliquée.

Les forces de serrage doivent presser la pièce uniformément dans la fixation sans l'incliner, la déplacer ou la plier.



- ◀ Une pièce correctement placée dans un gabarit de poche imprimé avec Durable Resin Formlabs.
- ▶ Composant imprimé avec Tough Resin alignant et fixant un assemblage collé pendant le durcissement.

Dans le cas d'opérations où les forces de travail sont plus élevées, comme le fraisage ou le perçage, il faut calculer les besoins de serrage en fonction des charges et de la vitesse de la machine, ainsi que de sa puissance, du matériau choisi et de la sécurité. Lors de la première utilisation, effectuez des coupes légères pour vous assurer que tout fonctionne comme prévu.

Après avoir effectué des opérations secondaires sur la pièce, il faudra l'inspecter de nouveau pour vérifier que les tolérances aient bien été respectées et que le temps de cycle soit acceptable. Lors du premier emploi d'un nouveau dispositif ou d'un nouveau gabarit, des contrôles de qualité plus fréquents permettent de détecter toute usure ou erreur imprévue de l'opérateur qui pourrait entraîner une perte de qualité. Ces erreurs peuvent ainsi être détectées assez tôt et être corrigées par une formation ou des modifications dans le design du gabarit.

Bien sûr, tous les montages ou les gabarits ne peuvent ou ne doivent pas être imprimés en 3D. Choisissez toujours les matériaux en fonction des exigences fonctionnelles de la tâche à réaliser. Dans les cas où le matériel imprimé en 3D n'est pas adapté à l'usage final, les pièces imprimées en SLA peuvent quand même être utilisées pour valider l'ajustement et la fonctionnalité, ce qui permet d'économiser du temps et de l'argent par rapport au fraisage de blocs solides d'aluminium.

# Considérations concernant le déroulement du processus

## RETRAIT DES PIÈCES

Si un gabarit ou un dispositif a pour but d'être un outil permettant de gagner du temps, il est tout aussi important de savoir comment retirer rapidement les pièces de l'installation, que de les placer et de les serrer.

Pour faciliter le retrait de la pièce, utilisez des ressorts, des glissières ou des leviers pour soulever la pièce à partir de la surface du montage.

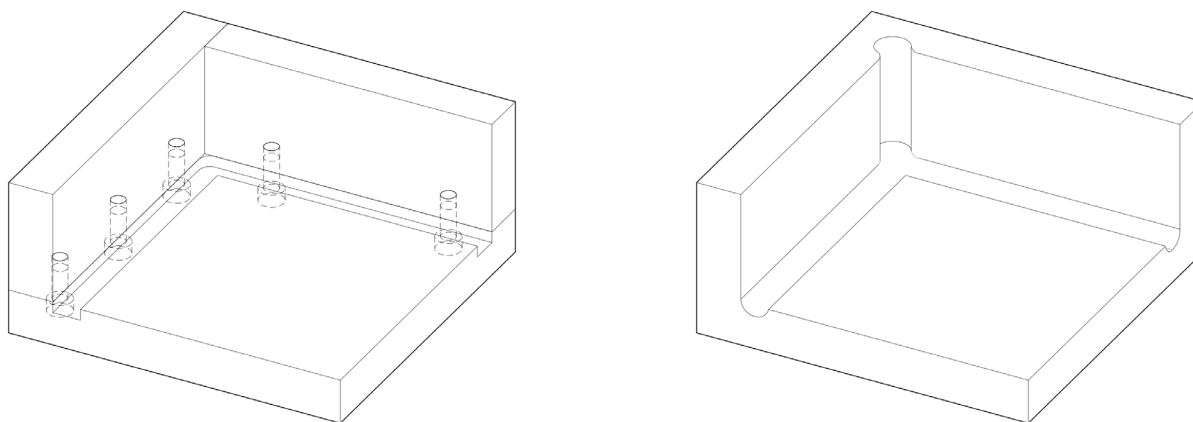
En plaçant des ressorts dans la fixation, la pièce sera éloignée de la surface de la fixation lorsque la force de serrage est retirée, ce qui en facilitera l'accès à l'opérateur qui devra la retirer. La même opération peut être faite avec une glissière ou un levier mobile, avec une action supplémentaire de l'opérateur. Déterminer la marche à suivre dépendra de l'application, de la configuration de l'outillage et des exigences du temps de cycle.

## CONSIDÉRATIONS CONCERNANT LE FONCTIONNEMENT DE L'OUTIL

Tout type de travail d'usinage produit des déchets. Une bonne conception du montage et du gabarit permet de les gérer efficacement. Lors du perçage d'un trou, par exemple, une petite bavure apparaîtra. Le fait de laisser un espace libre à l'intérieur du gabarit permet à une bavure de se former sans interférer avec l'opération de la pièce ou de l'outil.

De même, au cours des opérations de fraisage, de petits copeaux de matériau peuvent s'accumuler sur le gabarit ou le montage. Dans la mesure du possible, réduisez au minimum ou éliminez les petits espaces, les rainures et les creux où les copeaux peuvent se coincer. La création de passages encastrés améliore la fonction de la fixation ou du gabarit, en permettant aux copeaux perdus de tomber pendant le chargement et le déchargement de la pièce.

Le fait d'arrondir les coins et les rainures crée des surfaces en biais, ce qui facilite le balayage, le soufflage ou l'élimination des débris de la zone de travail. Le fraisage des filetés de surface est long et coûteux, nécessitant soit un retrait important de matière, soit un assemblage de pièces qui introduit de nouvelles jointures.



- ◀ Un repère typique de coin fraisé et assemblé, composé de trois plaques boulonnées, entraîne un plus grand risque que les copeaux restent coincés.
- ▶ Une géométrie typique pour un repère d'angle imprimé en 3D avec des bords arrondis, des creux en relief lisses et sans jointures, le tout sans que la pièce soit plus chère.



## AMÉLIORER L'EXPÉRIENCE DE L'UTILISATEUR POUR LES GABARITS ET FIXATIONS

Les fixations et les gabarits sont des outils permettant aussi bien de réduire le niveau de compétence et de concentration intense demandés à l'opérateur humain que de permettre d'accélérer la production de pièces.

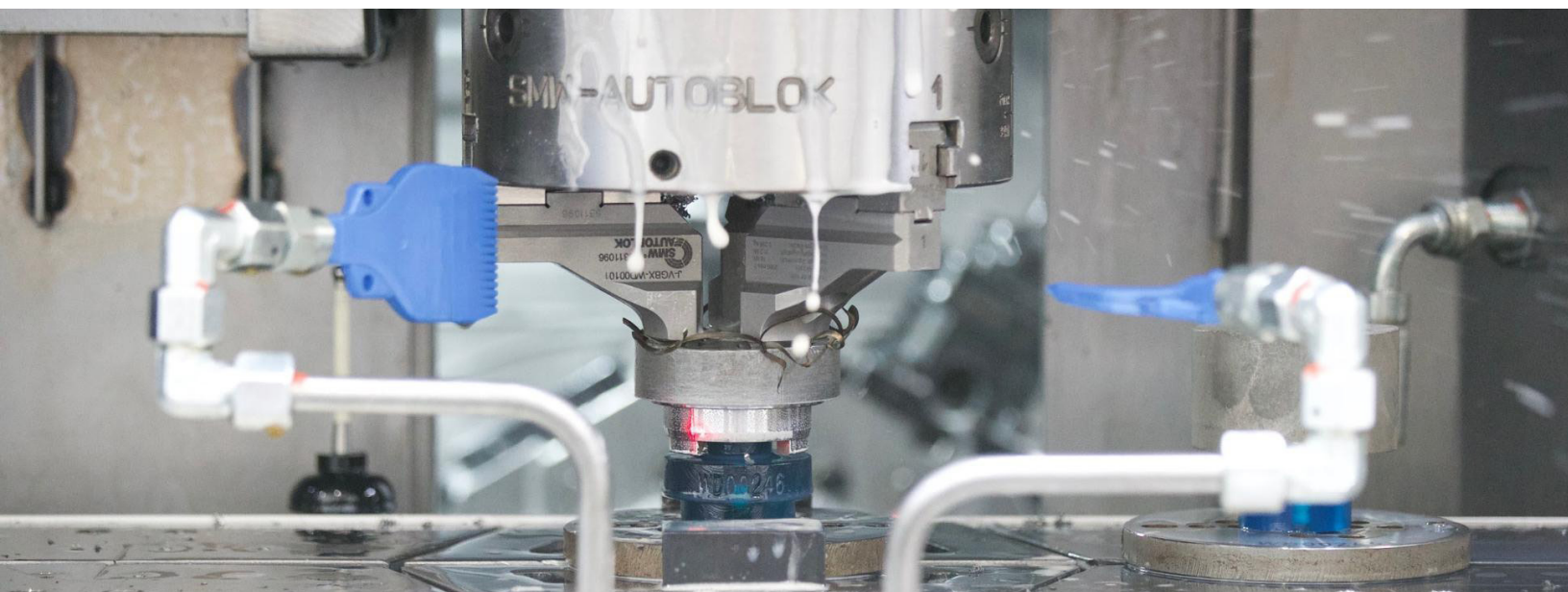
Des fixations bien conçues améliorent la sécurité des travailleurs et contribuent à l'ergonomie du poste de travail de la personne qui réalise cette étape particulière de façon répétée.

Une opération de fabrication réussie tient compte non seulement de la façon dont les pièces sont traitées à l'aide de gabarits et de fixations, mais aussi de la façon dont les travailleurs expérimentent mentalement et physiquement les outils qu'ils utilisent.

Bien que chaque application comporte des aspects et des compromis différents, certains concepts communs réduiront les contraintes de travail et amélioreront la performance :

- Dans la mesure du possible, concevez des gabarits et des fixations qui fonctionnent d'une seule main, libérant ainsi l'autre main pour le positionnement de la pièce, la stabilisation ou son maintien pendant le changement.
- Concevez le dispositif de fixation ou le gabarit pour un maintien sûr de la pièce pendant les opérations secondaires sans intervention humaine.
- Utilisez des géométries qui amplifient les erreurs de positionnement pour que tout décalage devienne évident.
- Ne considérez pas seulement la pièce dans le contexte du montage, mais plutôt le déroulement global du travail, depuis le chargement de la pièce et l'exécution des opérations secondaires jusqu'au retrait de la pièce et son envoi à la station suivante.
- Efforcez-vous de réduire au minimum le nombre d'étapes nécessaires pour faire fonctionner le dispositif, afin de réduire au maximum le temps de cycle et les mouvements fatigants pour l'opérateur. Simulez les étapes à suivre lors de la conception pour vous assurer que tous les mouvements et les contraintes d'espace sont inclus.

Découvrez comment d'autres entreprises mettent en œuvre des gabarits et des fixations imprimés en 3D dans des lignes de fabrication automatisées. **Étude du cas de Pankl Racing Systems.** En intégrant la fabrication de gabarits en interne avec l'impression 3D, Pankl Racing Systems réduit ses délais et les coûts, le tout sans immobiliser la capacité de production du centre CNC.





## Conclusion

L'usine moderne doit continuellement s'adapter et adopter de nouvelles technologies pour maintenir un avantage sur ses concurrents, atteindre ses objectifs de production et de rentabilité, créer un environnement sûr pour le personnel et réduire le stress des travailleurs. La fabrication d'éléments complémentaires permet d'atteindre ces objectifs en rapprochant le plus possible la conception et la production des gabarits et des fixations et l'atelier de fabrication. Les ingénieurs qui connaissent bien le contexte exact des gabarits et des montages font un bien meilleur travail en construisant les bons outils, de manière appropriée.

Les imprimantes 3D de haute précision et à faible coût comme la [Form 3](#) de Formlabs permettent aux petites entreprises de combler l'écart entre le concept et la réalité, et donc d'améliorer leur performance de fabrication et de rester compétitives.