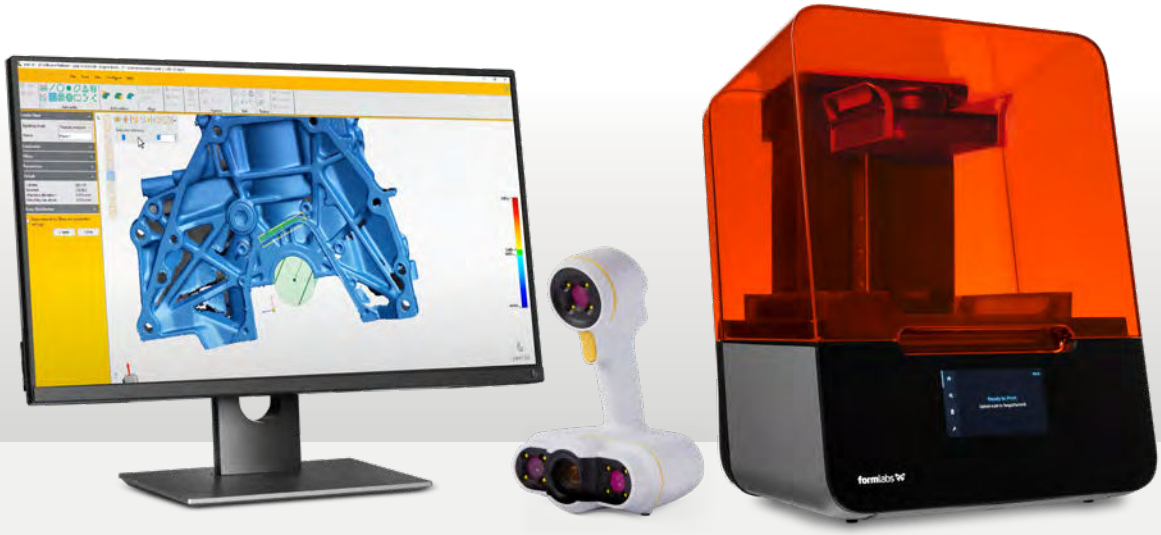


LIVRE BLANC

Numérisation et impression 3D pour la rétro-ingénierie et d’autres applications

La numérisation et l’impression 3D permettent de mettre en place des processus de travail puissants, de la rétroconception de pièces complexes à la création de dispositifs médicaux adaptés à chaque patient. Dans ce rapport, nous présentons certains des principaux cas d’utilisation de ces deux technologies et nous vous proposons une vue d’ensemble du marché des scanners 3D, afin de vous aider à choisir le bon appareil pour votre entreprise.

Sommaire

Introduction 3

Comment la numérisation 3D complète-t-elle l'impression 3D ? 4

Exemples d'applications de la numérisation et de l'impression 3D 4

Rétro-ingénierie et impression 3D 4
Étude de cas de rétro-ingénierie : préhenseurs personnalisés pour injecteurs de carburant 6
Étude de cas de rétro-ingénierie : collecteur d'admission amélioré 7
Étude de cas de rétro-ingénierie : moto tout-terrain sur mesure 9
Rétro-ingénierie : ergonomie sur mesure 9
Reproduction et restauration 11
Étude de cas de reproduction : restauration d'œuvres d'art 11
Métrologie et numérisation 3D de haute précision 12
Produits auditifs grand public 13
Applications dentaires et médicales numériques 14

Comment évaluer et choisir un scanner 3D ? 15

Technologies de numérisation 3D 15
Précision. 16
Précision : imprimantes 3D 17
Volume et couverture. 18
Numérisation à faible coût : technologies abordables disponibles 19
iPhone : LiDAR. 19

Conclusion 21

Introduction

La production de pièces à partir d'objets réels peut s'avérer un élément essentiel des processus de fabrication techniques, dans des domaines allant de l'ingénierie de précision à la production artistique. La numérisation 3D est une composante clé de cette équation. Alliée à l'impression 3D, elle permet de mettre en place un flux de travail numérique puissant, capable de simplifier et de perfectionner les processus dans bon nombre de secteurs.

Ce livre blanc décrit en détail comment utiliser la numérisation 3D pour améliorer les procédures de conception et de fabrication de produits. Il présente plusieurs cas d'utilisation de la numérisation dans différents secteurs ainsi que des études de cas réels :

- Rétro-ingénierie pour créer des pièces de rechange, des dispositifs ergonomiques sur mesure, et plus encore.
- Reproduction et restauration de pièces, en particulier pour l'art et la joaillerie.
- Produits auditifs grand public et création d'écouteurs sur mesure.
- Applications dentaires et médicales, et comment la numérisation 3D permet de mettre en place des processus spécifiques à chaque patient.
- Métrologie pour valider et mesurer la précision des objets fabriqués.

À la fin de ce rapport, vous saurez comment la numérisation 3D peut être associée à l'impression 3D pour de multiples applications dans de nombreux secteurs : rétro-ingénierie, restauration, dentisterie numérique, reproduction, etc.

Comment la numérisation 3D complète-t-elle l'impression 3D ?

Un scanner 3D démultiplie les capacités d'une imprimante 3D et vous permet de reproduire la forme de presque tous les objets. Les cas d'utilisation de cette association sont très nombreux, du remplacement de pièces de machines industrielles coûteuses à la création de copies de modèles et d'accessoires en CAO pour fabriquer ou modifier des reproductions. Ensemble, ces deux technologies créent un processus numérique puissant capable de bouleverser des secteurs variés.

Un scan 3D résulte en un maillage de triangles représentant la surface d'un objet à l'échelle réelle. Dans certains cas, le scan peut être utilisé directement pour reproduire des objets sans aucun travail de CAO. Grâce à la puissance des imprimantes SLA modernes, presque tous les objets correctement conçus en CAO ou numérisés à partir d'un scanner peuvent être transformés en objet 3D physiques, qu'il s'agisse de dispositifs ergonomiques sur mesure ou de pièces copiant l'empreinte physique d'une partie du corps humain.

Exemples d'applications de la numérisation et de l'impression 3D

L'association d'une imprimante 3D et d'un scanner 3D permet de mettre en place de nombreux processus de travail efficaces. Vous trouverez dans cette section des exemples d'utilisation de ces deux appareils dans les domaines suivants :

- Rétro-ingénierie
- Reproduction
- Produits auditifs grand public
- Dentaire
- Métrologie
- Secteur émergent pour les smartphones

RÉTRO-INGÉNIERIE ET IMPRESSION 3D

La rétro-ingénierie permet de savoir comment un objet a été conçu, de façon à pouvoir le modifier ou l'adapter. Dans la pratique, cette méthode consiste à mesurer l'objet (généralement avec un scanner 3D) et à convertir le scan 3D en un format solide, compatible avec les outils de modélisation CAO. En impression 3D, la rétro-ingénierie permet de mieux valider le modèle que vous avez conçu. Elle constitue une étape intermédiaire intéressante en création de formes anatomiques sur mesure. Au lieu de remplacer une machine entière, scannez les pièces cassées et réimprimez-les pour quelques euros par pièce.

Le processus de travail est généralement le suivant :

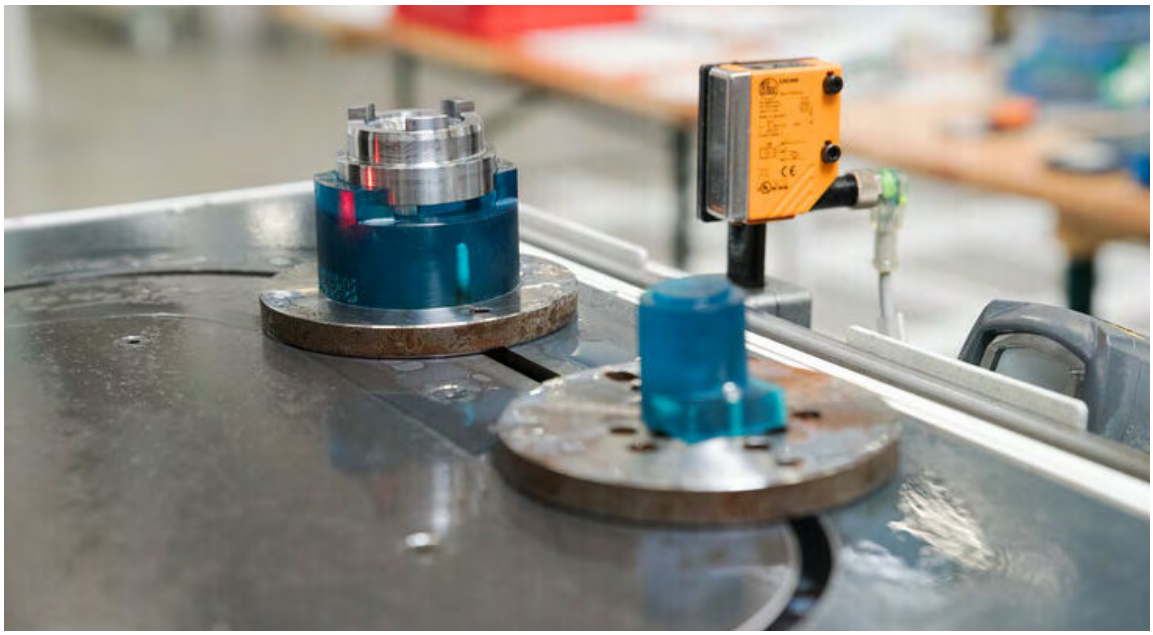
1. Scan 3D : utilisez un scanner 3D de haute précision pour scanner votre objet. Essayez de capturer un modèle aussi complet que possible.
2. Conversion en format solide : convertissez le scan 3D en un format solide compatible avec les outils de modélisation CAO. Réparez les manques ou redessinez et refaites le maillage si nécessaire. Vous pouvez pour cela utiliser un logiciel CAO tel que MeshMixer. Certains scanners de gamme moyenne ou supérieure sont fournis avec un logiciel propriétaire qui permet aux utilisateurs de nettoyer, d'aligner et de finaliser un maillage pour l'impression 3D. Cela évite d'avoir à acheter un logiciel tiers. Évaluez donc bien vos besoins en CAO avant de choisir votre scanner.

3. Impression 3D : importez votre modèle dans PreForm, le logiciel de préparation à l'impression 3D pour les imprimantes Formlabs, et envoyez la pièce à votre imprimante 3D.
4. Test et intégration : mesurez et testez votre pièce. Itérez la conception ou intégrez la pièce de rechange dans votre machine.

La rétro-ingénierie est souvent utilisée pour concevoir de nouveaux modèles, assemblés à partir de composants existants. Sans modéliser chaque composant, il peut être difficile de détecter les problèmes éventuels qui risquent de se poser lors d'un assemblage entièrement réalisé en CAO. Tenter de rétro-concevoir des pièces d'abord en CAO peut conduire à de nombreux et coûteux tâtonnements. L'impression 3D vous permet de tester physiquement des modèles conçus par rétro-ingénierie et de détecter beaucoup plus facilement et plus rapidement les problèmes.

En plus des modifications de conception à grande échelle, il est important d'être attentif à d'éventuels problèmes liés aux erreurs de mesure, se posant lors de l'ajustement. Si l'objet comporte des contre-dépouilles, des bosses très fines (au-dessus du niveau de la surface) ou des poches profondes, difficiles à scanner, il faudra faire des estimations pour remplir les régions manquantes dans le modèle CAO. L'assemblage physique d'un prototype imprimé peut être un moyen très rapide de trouver et de résoudre d'éventuels conflits spatiaux de l'objet conçu, qu'ils résultent de nouvelles modifications ou d'erreurs de mesure provenant du scan.

Pour voir ce processus à l'œuvre, consultez notre webinaire gratuit en anglais : « How to Reverse Engineer an Assembly Jig with 3D Scanning and 3D Printing ».



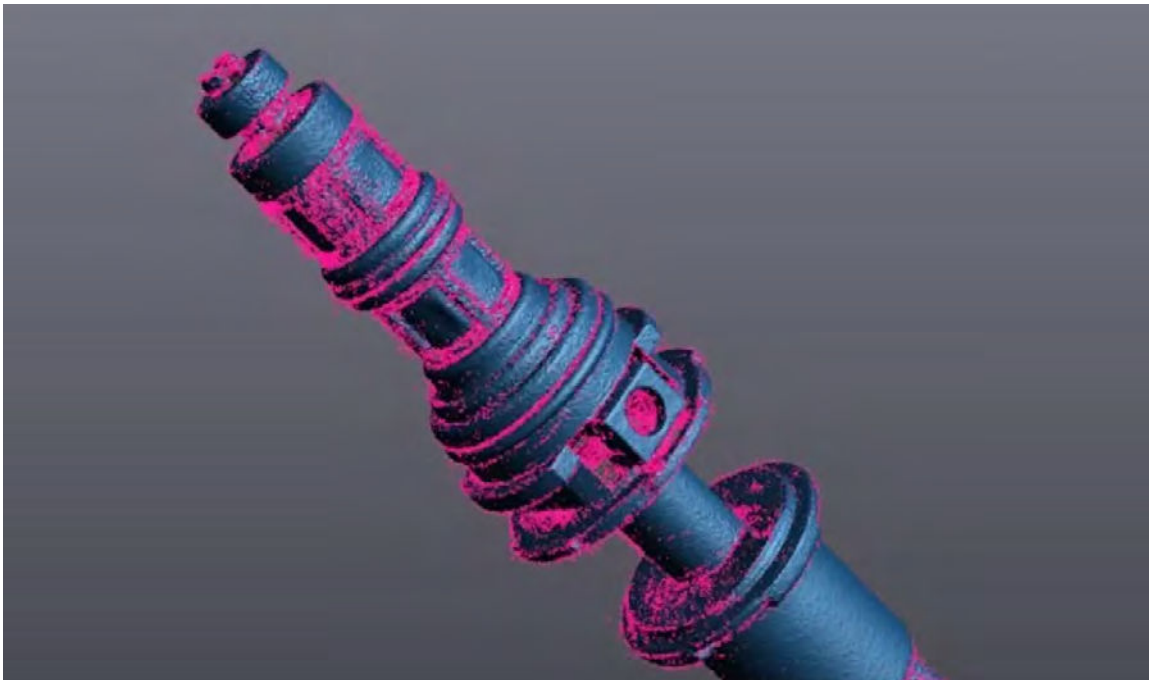
La large gamme de matériaux disponibles pour l'impression SLA permet de mener des projets de rétro-ingénierie très variés : vous pouvez scanner et imprimer presque tous les objets dont vous avez besoin pour votre application spécifique. Avant d'investir dans un scanner et une imprimante 3D, vérifiez bien que les matériaux proposés répondent aux exigences de votre projet.

ÉTUDE DE CAS DE RÉTRO-INGÉNIERIE : PRÉHENSEURS PERSONNALISÉS POUR INJECTEURS DE CARBURANT

Entreprise basée dans le Wisconsin, STS Technical Group travaille depuis près de 40 ans avec ses clients sur des problèmes de recrutement, de conception technique et d'ingénierie.

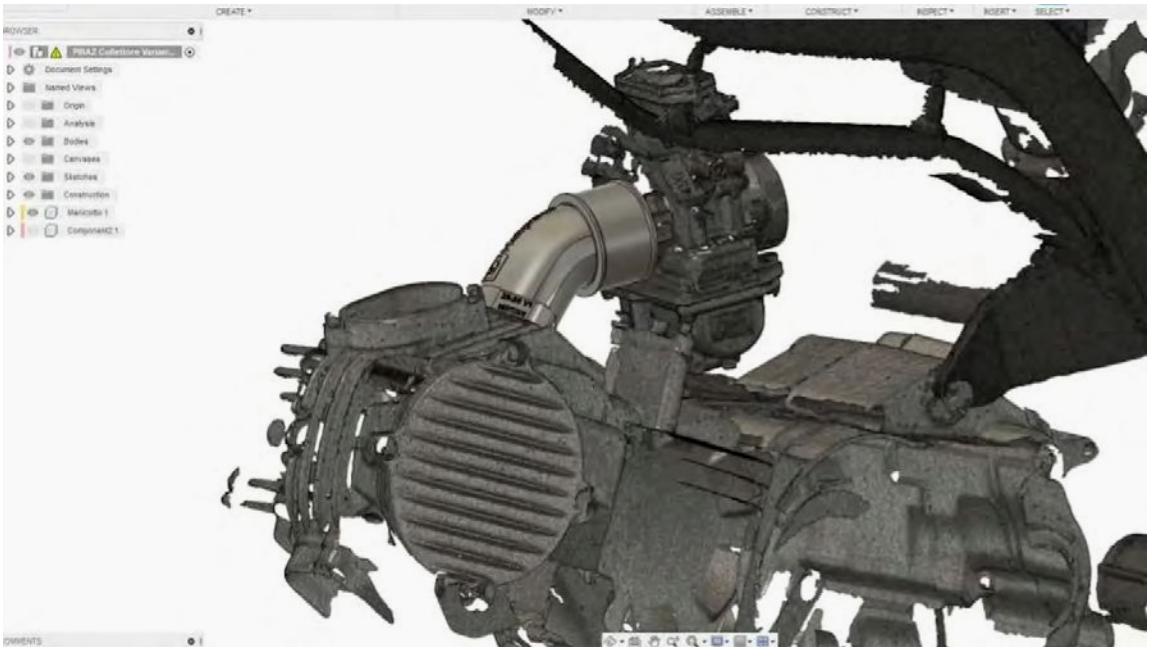
Les entreprises gérant des entrepôts prennent en compte de nombreux facteurs pour concevoir des préhenseurs destinés à des opérations de transfert : les matériaux utilisés pour fabriquer le composant saisi et le préhenseur, la force de préhension, la forme du composant saisi, les mouvements radiaux ou linéaires des mâchoires, le jeu environnant et les tolérances requises pour la saisie et le placement.

Benjamin Heard, directeur des services d'ingénierie de STS Technical Group, a utilisé un scanneur laser 3D Creaform et le logiciel de modélisation VX Elements pour obtenir un scan 3D virtuel de l'injecteur de carburant, afin de faciliter la conception des préhenseurs. Le scan a permis d'obtenir une image très détaillée, sans avoir à passer de temps à mesurer chaque espace, cylindre et ouverture de l'injecteur de carburant. L'image scannée a ensuite été importée dans un logiciel CAO 3D pour générer une conception extrêmement détaillée à l'aide d'une fonction de moulage du logiciel.



Le processus de conception et d'impression 3D des préhenseurs personnalisés a été franc succès, les préhenseurs fonctionnent comme prévu. Les capacités des préhenseurs imprimés en 3D sont bien supérieures à celles des préhenseurs précédents, offrant notamment une plus grande surface pour saisir l'injecteur de carburant, ce qui permet de réduire les dommages et rayures sur l'injecteur.

ÉTUDE DE CAS DE RÉTRO-INGÉNIERIE : COLLECTEUR D'ADMISSION AMÉLIORÉ

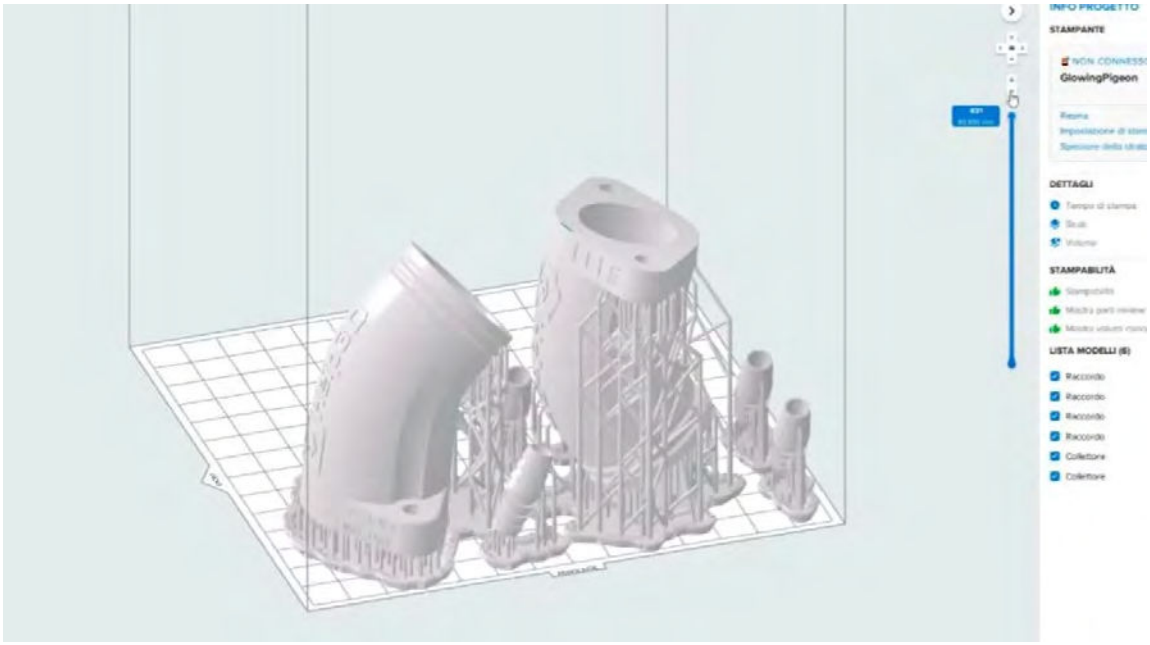


Scan 3D du moteur de la pit bike.

Andrea Pirazzini, fondateur de Help3D, a créé un collecteur d'admission aux performances thermiques améliorées avec les imprimantes 3D Formlabs pour une pit bike qu'il a pilotée lors du championnat d'Italie Dodici Pollici.

Après avoir consulté les spécifications en détail, M. Pirazzini s'est dit qu'il serait intéressant d'imprimer en 3D un collecteur d'admission, qui est une pièce généralement usinée en aluminium. Auparavant, il avait déjà essayé d'utiliser la technologie FDM, mais le résultat n'était pas celui qu'il espérait, car les fuites d'air déformaient le carburateur et diminuaient le rendement du moteur.

M. Pirazzini a utilisé la numérisation 3D et le logiciel Autodesk Fusion 360 pour rétroconcevoir la pièce. Le scan du moteur à quatre temps (deux soupapes) avec son cadre et son carburateur l'a aidé à dimensionner correctement le collecteur d'admission, puis à le positionner de manière à ce que le carburateur n'appuie pas sur le cadre ou le système d'échappement. M. Pirazzini a également conçu les trompettes et les conduits d'admission. Grâce à la CAO, il a été possible d'adapter le diamètre des entrées de tuyaux au carburateur, évitant ainsi les chutes de pression et les turbulences.

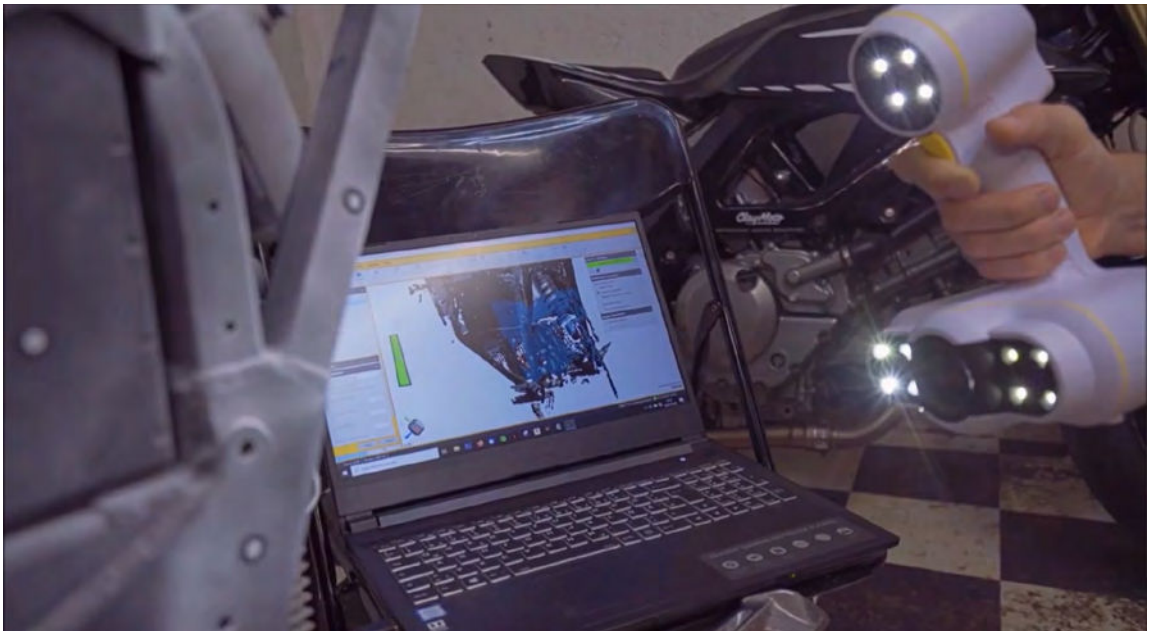


Une fois la numérisation 3D terminée, le fichier est passé en CAO dans PreForm pour préparer l'impression.

Le nouveau collecteur a été imprimé avec une imprimante Formlabs avec Rigid 10K Resin à une épaisseur de couche de 100 microns, qui donne une surface lisse sans lignes de couche visibles. En ce qui concerne la finition, M. Pirazzini a utilisé du papier de verre classique à base d'eau pour lisser la surface. Contrairement aux collecteurs imprimés en FDM qui doivent être traités à l'extérieur et à l'intérieur pour être étanches, l'impression SLA crée des pièces solides et étanches.

Le collecteur rétro-conçu et imprimé en 3D a été un véritable succès : les ailettes de refroidissement ont enregistré une température inférieure de 40 à 50 degrés par rapport à un collecteur classique en aluminium.

ÉTUDE DE CAS DE RÉTRO-INGÉNIERIE : MOTO TOUT-TERRAIN SUR MESURE



Les scanners portables tels que le peel 2 CAD de peel 3d sont parfaits pour scanner dans les espaces réduits d'une moto.

Les voitures et motos haut de gamme impliquent de très nombreuses pièces, c'est pourquoi l'industrie automobile a rapidement adopté la rétro-conception. Pouvoir scanner une moto entière et intégrer chaque pièce dans le logiciel CAO permet aux concepteurs et ingénieurs de créer ou de remplacer plus facilement des pièces. Chaque pièce peut ensuite être imprimée pour aider les concepteurs à retravailler leurs modèles.

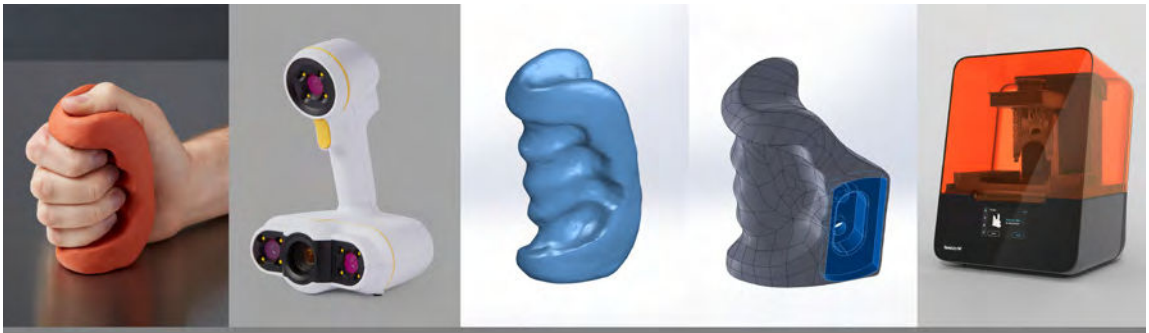
C'est exactement ce qu'a fait récemment Nick Graveley, concepteur principal chez ClayMoto, avant de lancer un projet de personnalisation d'une moto tout-terrain. Il a pu, grâce à un scanner portable, numériser chaque pièce de la moto avant de créer et d'imprimer de nouvelles selles et de nouveaux cadres. Un scan précis de la moto existante était indispensable au moment de la création des esquisses manuelles et numériques des nouvelles pièces. Après avoir créé la nouvelle selle et le nouveau cadre, Nick Graveley a pu scanner ces pièces en 3D et les intégrer dans son logiciel CAO aux côtés du scan de la moto existante.

Voir le scanner et la moto en action

RÉTRO-INGÉNIERIE : ERGONOMIE SUR MESURE

Lorsqu'un produit doit être porté par une personne ou en contact avec son corps pendant de longues périodes, l'ajustement ergonomique devient très important. Un ajustement acceptable pour quelques minutes d'utilisation peut devenir inconfortable après plusieurs heures, et une mauvaise ergonomie peut même entraîner des microtraumatismes répétés.

En matière d'ergonomie et de dispositifs sur mesure, les imprimantes 3D et les scanners sont des outils complémentaires. Les imprimantes 3D peuvent produire des composants et des dispositifs personnalisés à la demande, comme des orthèses, des poignées et des lunettes, sans avoir recours à une main-d'œuvre coûteuse.



Modèle en argile | Scan 3D | Conversion en solide | Modification du modèle solide | Impression 3D

La rétro-ingénierie s'applique étonnamment plus simplement à des formes anatomiques qu'à des pièces mécaniques à tolérances serrées, les outils étant adaptés. La fonction « Auto Surface » du logiciel de CAO Geomagic for Solidworks génère une surface lisse de formes anatomiques à partir d'un scan (STL). Ce surfaçage automatique, qui élimine les surfaces bruitées ou granuleuses, est une fonction particulièrement utile pour passer d'une empreinte au produit fini.

Une fois que vous disposez d'une surface modifiable avec des outils de CAO pour les solides, vous pouvez facilement enlever ou ajouter des caractéristiques, permettant à la pièce d'interagir avec d'autres composants génériques, tels que les configurations des trous de boulons, les plaques de montage et autres accessoires.

REPRODUCTION ET RESTAURATION

Lorsqu'un utilisateur a l'habitude d'utiliser un scanner 3D et une imprimante 3D, la reproduction peut être un processus simple : il suffit de numériser, d'améliorer les données et d'imprimer. Un modèle partiel risque d'être moins bien imprimable qu'un scan avec un maximum de surfaces numérisées. Il vous faudra peut-être réorienter plusieurs fois l'objet pour le numériser complètement.

Avec un scanner 3D et une imprimante 3D, vous pouvez reproduire la forme de presque tous les objets. Dans de nombreux cas, un scan évite de devoir créer des modèles 3D à partir de zéro. La reproduction est un outil précieux pour la création de modèles en général, mais elle est particulièrement utile pour reconstituer des objets cassés ou auxquels il manque une partie.

L'amélioration des données scannées consiste à combler les sections manquantes et à réduire le bruit. La plupart des logiciels de numérisation tenteront de produire un modèle « étanche » (un maillage 3D sans aucun trou). Mais cette opération automatique a ses limites, elle ne pourra pas recréer les détails manquants.

Nous recommandons d'utiliser le logiciel fourni avec votre scanner 3D si possible, puisque ce logiciel propriétaire est parfaitement adapté à votre appareil. Le logiciel peut remplir des trous avec des courbes lisses, et il fournira une meilleure approximation de la surface d'origine qu'un remplissage à plat. Le débruitage est une autre fonction de la plupart des logiciels de numérisation, et constitue généralement un compromis entre le lissé de la surface et la précision des arêtes vives. Si vous avez besoin d'un logiciel tiers, nous recommandons MeshMixer.

Si vous n'avez jamais utilisé MeshMixer, consultez nos instructions simples pour l'évidage de pièces que vous avez scannées en 3D et nos conseils pour préparer votre fichier STL pour l'impression.

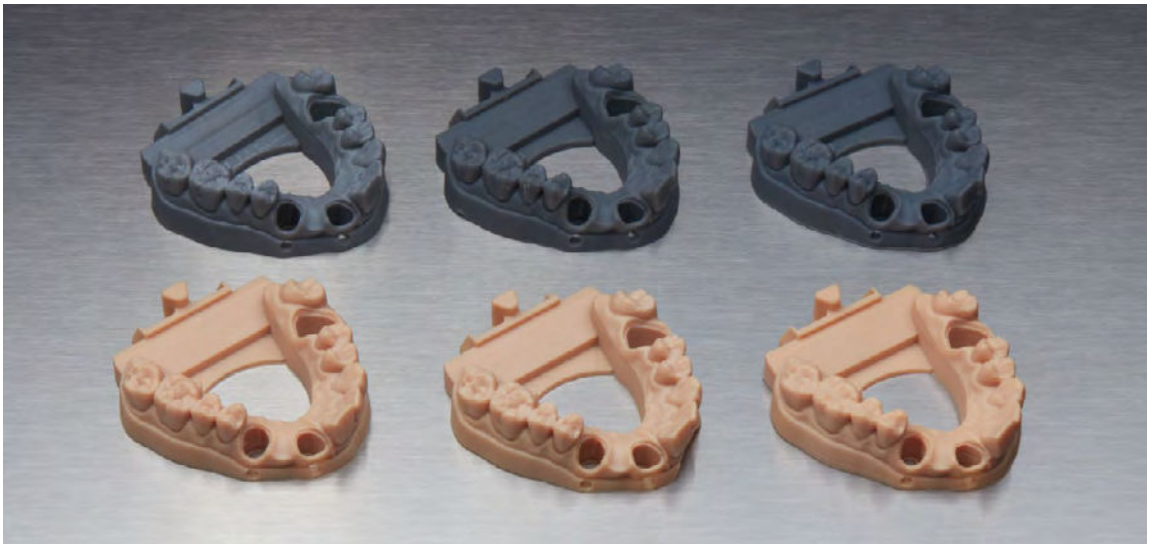
Les pièces en plastique et les objets de décoration se prêtent bien à la reproduction par impression 3D avec un polymère. Si la pièce est intégrée dans un autre objet, une étape de traitement telle que la peinture peut être nécessaire après l'impression pour mieux restituer l'apparence de l'original. De plus, les reproductions d'objets en métal sont plus réelles avec un placage par galvanoplastie de la pièce imprimée. Le placage donne l'apparence et le toucher du métal, tout en améliorant considérablement la résistance mécanique. Si vous ne connaissez pas encore la galvanoplastie, consultez notre livre blanc.

ÉTUDE DE CAS DE REPRODUCTION : RESTAURATION D'ŒUVRES D'ART

Mattia Mercante utilise la reproduction en 3D pour remplacer des parties de sculptures et d'œuvres d'art manquantes à l'institut de renommée mondiale Opificio, situé à Florence. Il permet ainsi aux visiteurs de les admirer telles que le souhaitaient les artistes.

Sur le reliquaire du XVIIe siècle ci-dessous, Mercante a scanné d'autres détails complexes de l'œuvre à l'aide d'un scanner 3D à lumière structurée HP, puis il a reproduit les pièces manquantes sur une imprimante 3D Formlabs. Les pièces ont été peintes pour ressembler au plus près aux décorations originales. Il est à noter que la restauration n'a nécessité aucune modélisation CAO. Elle a été réalisée rapidement et pour un coût moindre que si elle l'avait été à la main.

MÉTROLOGIE ET NUMÉRISATION 3D DE HAUTE PRÉCISION



La précision des résines SLA dépend à la fois de leur composition chimique, de leur exposition soigneusement définie et des paramètres de la procédure utilisée, propres à chaque matériau. La métrologie est intégrée dans une boucle de rétroaction qui permet de garantir la précision et la fonctionnalité des matériaux Formlabs.

La métrologie appliquée consiste à mesurer les dimensions réelles d'une pièce. Elle est essentielle à tout processus de fabrication, y compris l'impression 3D. Formlabs utilise la numérisation 3D lors du développement de ses produits pour mesurer et valider la précision des nouveaux matériaux SLA. C'est l'outil de métrologie le plus polyvalent pour les pièces imprimées en 3D, qui ont tendance à présenter des surfaces plus complexes que celles facilement mesurables à l'aide d'un micromètre ou même d'une machine à mesurer tridimensionnelle (MMT).

Les scanners de métrologie et les logiciels de numérisation vous permettent de mesure la précision en comparant les résultats de scan au modèle source. Les modèles sont alignés par rapport à des points de référence sélectionnés, et le logiciel effectue une analyse d'écart, identifiant ainsi les zones où la surface imprimée diffère du fichier source.

L'analyse des écarts brosse un tableau statistique de la précision des pièces. Cependant, elle n'est pas toujours parfaitement uniforme sur une pièce imprimée en 3D. Par exemple, les surfaces avec supports sont moins précises que les surfaces supérieures, et la contraction lors de la post-polymérisation est plus importante sur les grandes surfaces de la pièce.

Formlabs mesure à la fois la précision globale et locale de parties importantes d'une pièce. Par exemple, la surface de contact d'un die dentaire amovible nécessite une plus grande précision que le reste du modèle, son ajustement étant plus serré et ses tolérances plus faibles. Lors des mesures d'un die imprimé, nous alignons le scan et mesurons la surface critique, avant de vérifier que le reste du modèle répond aux normes de précision globales.

Après avoir défini un test de précision, Formlabs mesure des pièces de test identiques et imprimées sur plusieurs imprimantes SLA, afin de vérifier que l'impression avec le matériau reste dans les spécifications, indépendamment de légères variations de fabrication entre les imprimantes. En plus du contrôle qualité, Formlabs teste la précision des matériaux de concurrents sur des pièces imprimées sur l'équipement d'origine correspondant, afin de s'assurer que nos produits sont compétitifs.

PRODUITS AUDITIFS GRAND PUBLIC

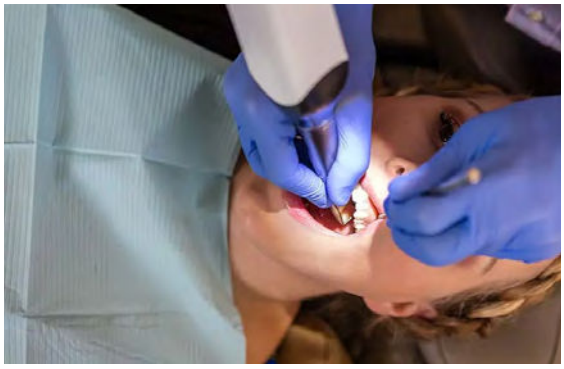
La numérisation par smartphone a eu un impact énorme sur le secteur audio. Des sociétés telles que Hearables3D utilisent la numérisation par téléphone pour créer des écouteurs parfaitement ajustés, en se basant sur un scan de l'oreille de l'utilisateur. Auparavant, pour bénéficier de ce type d'appareil sur mesure, l'utilisateur devait consulter un spécialiste afin de faire scanner son oreille sur une machine de bureau.

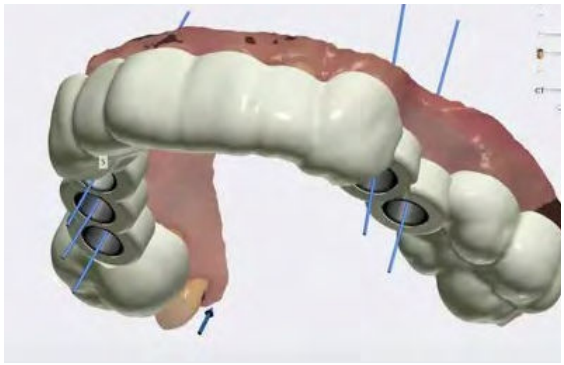
Un client peut maintenant utiliser son propre smartphone pour scanner ses oreilles, ce qui remplace la prise d'empreinte traditionnelle. L'application Hearables3D pour smartphone permet d'effectuer un scan en moins d'une minute. L'intelligence artificielle intégrée améliore la qualité de l'image et reconstitue les parties de l'oreille non capturées par le téléphone.

Le scan est directement envoyé à un système d'apprentissage automatique basé sur le cloud, qui utilise la modélisation statistique pour convertir en quelques secondes la forme de l'oreille scannée en modèle d'écouteur personnalisé, prêt à être imprimé en 3D sur une imprimante 3D SLA Formlabs.

APPLICATIONS DENTAIRES ET MÉDICALES NUMÉRIQUES

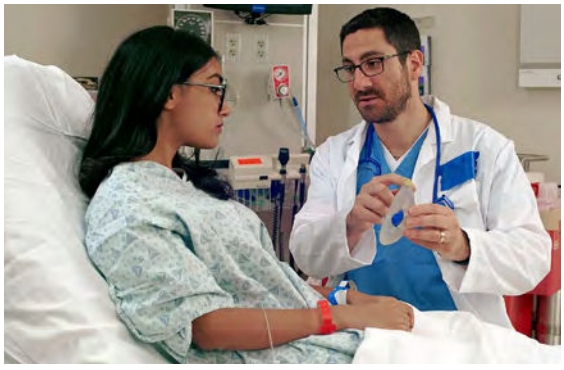
La transition numérique des flux de travail dentaires ces dix dernières années a bouleversé le mode de travail des dentistes et laboratoires dentaires. La numérisation et l'impression 3D, autrefois inaccessibles, sont rapidement devenues abordables, et ont déjà transformé des milliers de cabinets et de laboratoires dentaires dans le monde. Le secteur dentaire est même parmi les plus rapides à adopter les scanners et imprimantes 3D. Il est ainsi l'un des meilleurs exemples de l'association de scanners 3D et d'imprimantes 3D afin d'obtenir des résultats exceptionnels pour les clients.





Les scanners 3D intraoraux peuvent être utilisés dans les cabinets dentaires ou d'orthodontie pour capturer l'empreinte du patient numériquement, remplaçant les empreintes manuelles par une prise d'empreinte rapide et précise. Alternativement, les scanners optiques de bureau des laboratoires dentaires peuvent être utilisés pour numériser des empreintes traditionnelles ou des modèles en plâtre. Pour les traitements et les applications qui nécessitent une ostéotomie du patient, comme les guides chirurgicaux pour la pose d'implants, un ensemble de données supplémentaire doit être recueilli à l'aide d'un scanner CBCT.

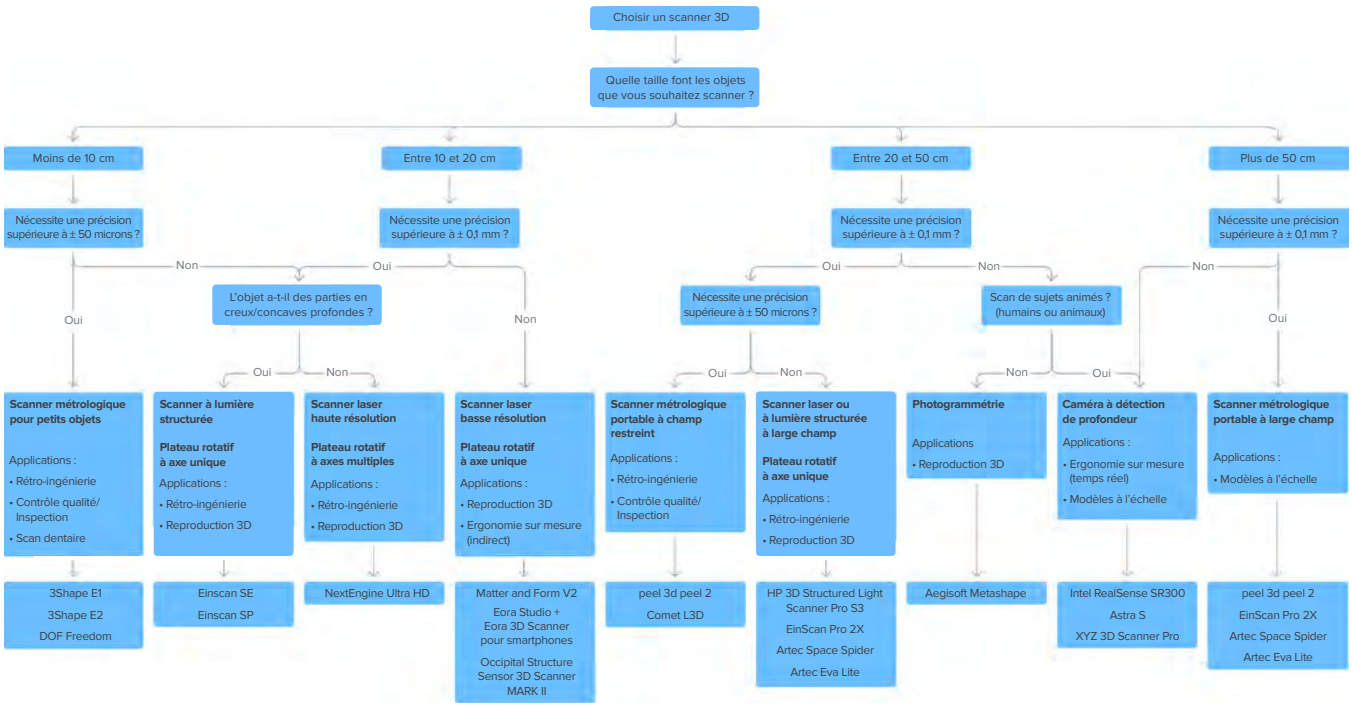
D'autres parties du corps humain peuvent également être scannées. Les modèles anatomiques imprimés en 3D à partir de données de scan d'un patient deviennent des outils de plus en plus utiles dans la médecine personnalisée et de précision telle qu'on peut l'exercer aujourd'hui. À mesure que les cas se complexifient et que l'efficacité en salle opératoire gagne en importance pour les opérations de routine, les modèles de référence visuels et tactiles peuvent améliorer la compréhension et la communication au sein des équipes de salle opératoire ou avec les patients.



Il est également beaucoup plus facile de créer des prothèses parfaitement ajustées en combinant numérisation et impression 3D. L'équipe R&D de Chabloz Orthopedie a utilisé un scanner portable de peel 3d pour scanner le membre opposé d'un patient afin de créer une image miroir servant de base de travail. La prothèse ainsi conçue est parfaitement proportionnelle à l'autre membre.

Le membre résiduel a également été scanné afin d'assurer l'ajustement confortable et ergonomique de la prothèse. Une fois le scan terminé, les batteries existantes, les câbles des capteurs et la main artificielle ont été placés à l'intérieur et sur l'avant-bras artificiel sur mesure.

Comment évaluer et choisir un scanner 3D ?



La gamme des scanners étant très large, il peut être difficile de choisir celui qui vous convient. Pour vous aider à prendre la bonne décision, nous avons identifié trois facteurs importants à considérer lors de l'achat d'un scanner 3D : la précision, le volume et la couverture, et enfin les coûts.

Commençons par présenter rapidement les technologies de numérisation 3D.

TECHNOLOGIES DE NUMÉRISATION 3D

De nombreuses technologies de numérisation sont proposées sur le marché, et chacune comporte des avantages et des inconvénients.

La triangulation laser utilise une lumière projetée sur l'objet pour prendre des millions de mesures (points) par seconde. La lumière reflétée par les points est capturée par le capteur du scanner afin de déterminer la géométrie de l'objet. Ces types de scanners sont en général les plus précis. Ils sont parfaits pour les pièces aux nombreux détails et aux surfaces claires.

Mais les scanners par triangulation laser ont également leurs limites. Par exemple, cette technologie n'est pas utilisée dans la plupart des lasers portables, car les points laser doivent être projetés d'une source stable, qui doit de plus être proche de l'objet scanné. Elle nécessite également souvent d'appliquer des marqueurs réfléchissants sur l'objet, qui doivent par la suite être retirés. En fonction des objets scannés, cela peut être un obstacle.

Enfin, les points laser peuvent être dangereux pour les yeux. Il est donc important de respecter des consignes de sécurité supplémentaires lors de scans corporels ou faciaux avec un système de triangulation laser, ou de consulter le fabricant du scanner pour vérifier que le dispositif est sans danger pour les yeux.

Les scanners à lumière structurée intègrent plusieurs images (ou modèles) capturées au même moment du même point d'observation. Un modèle de lumière est projeté sur le composant scanné, puis toutes les images sont intégrées dans un seul instantané 3D. Les scanners à lumière structurée sont souvent utilisés pour les applications médicales, car ils sont sans danger pour les humains comme pour les animaux, et donnent de bons résultats même si les sujets ne sont pas parfaitement immobiles.

Les scanners à lumière structurée traditionnelle sont moins rapides que les scanners par triangulation laser.

La photogrammétrie désigne l'action de dériver des mesures précises à partir de photographies. Elle consiste à prendre un ensemble de photos superposées d'un objet, d'un bâtiment, d'une personne ou d'un environnement, et à les convertir en un modèle 3D à l'aide d'un certain nombre d'algorithmes informatiques. Il s'agit de la méthode la plus utilisée pour créer un scan 3D avec un smartphone, car les appareils photo des téléphones modernes sont capables de capturer et de combiner un grand nombre de photos.

La photogrammétrie est la méthode la moins chère et la moins précise pour créer des impressions, et à ce titre, elle ne doit pas être envisagée pour des applications professionnelles.

PRÉCISION

La précision de numérisation varie considérablement d'une technologie de scanner à l'autre, et les coûts augmentent vite avec la précision. Les tolérances requises pour la pièce finale vous guident pour déterminer la précision nécessaire de votre scanner 3D.

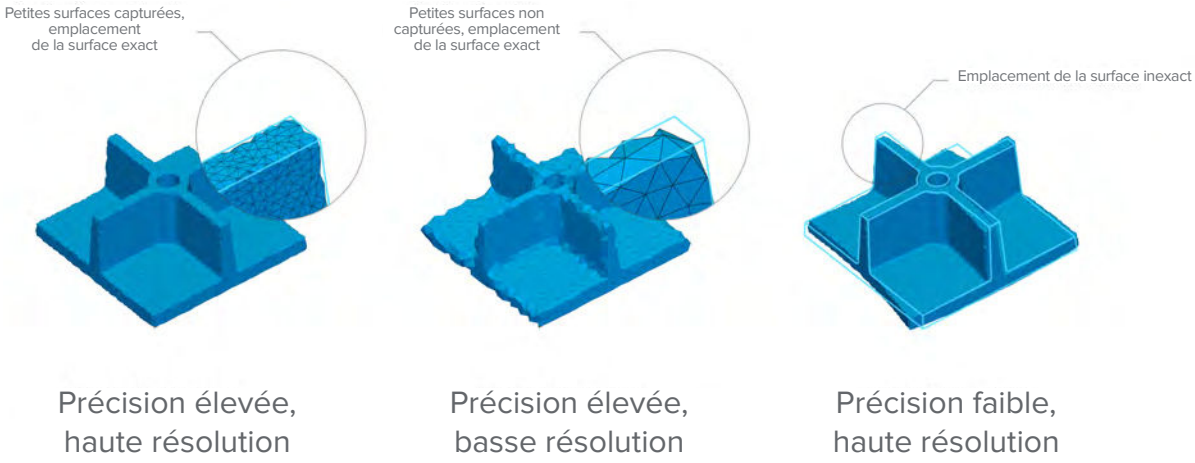
PRIX ÉLEVÉ, HAUTE PRÉCISION (15 000 € ET PLUS)	**PRIX MOYEN, PRÉCISION ACCEPTABLE** (12 000 € ET MOINS)	**PRIX BAS, PRÉCISION INFÉRIEURE**
• Zeiss T-Scan Hawk • Scantech Simscan • EviXscan Optima+ M • Creaform HandyScan 307 Silver Series	• FARO Freestyle 2 • peel 3d peel 1, peel 2 & peel 2-S • Polyga Compact S1	• iPhone et iPad avec LiDAR • Matter and Form 3D Scanner V2 • Revopoint POP

Les scanners se répartissent en deux catégories principales : les scanners à lumière structurée et les scanners à laser. Les deux types de scanners utilisent la lumière projetée et une caméra à déviation pour effectuer une triangulation de points sur un objet à scanner. Un scanner à laser projette des lignes sur l'objet, alors que celui à lumière structurée projette une grille focalisée à partir d'un projecteur numérique. La lumière structurée peut obtenir une meilleure précision en raison du bruit par effet de chatoiement dû au laser. Ces deux technologies sont disponibles dans des appareils portables ou de bureau.

Avec une précision de l'ordre de 0,1 mm ou supérieure, les scanners à laser et à lumière structurée s'associent parfaitement aux imprimantes 3D haute résolution. Les imprimantes 3D stéréolithographiques (SLA) de Formlabs (telles que la Form 3+) produisent des pièces avec une précision et une zone imprimable similaires à la précision et au volume de numérisation de nombreux scanners laser de bureau.

En plus de la précision entre les points mesurés et leur emplacement réel, les scanners varient également en termes de résolution, à savoir la distance entre les points capturés à une distance donnée du scanner. Cela signifie que les détails de l'objet numérisé qui sont plus petits que la résolution du scanner ne seront pas capturés. Par exemple, un scanner haute précision avec une résolution basse peut détecter la forme générale d'un bijou sur une statue, mais ne montrera pas clairement tous les détails d'une bague ou d'un collier. En fonction des exigences de votre projet, cela peut être un point bloquant.

Rappelez-vous ceci : la précision est l'erreur de mesure entre la pièce réelle et la valeur numérique. La résolution, elle, se réfère à la densité des mesures.



Précision élevée, haute résolution

Précision élevée, basse résolution

Précision faible, haute résolution

En général, la numérisation par lumière structurée présente de meilleures précision et résolution que la numérisation par laser. Dans certains usages artistiques, vous aurez peut-être besoin de beaucoup de détails, tandis que la précision globale est moins importante, surtout si vous n'avez pas besoin que votre pièce s'ajuste précisément à d'autres pièces d'un assemblage. Dans ce cas, la photogrammétrie est une excellente option à faible coût à tester. Vous trouverez plus d'informations sur la photogrammétrie dans la section suivante ou en consultant notre guide détaillé.

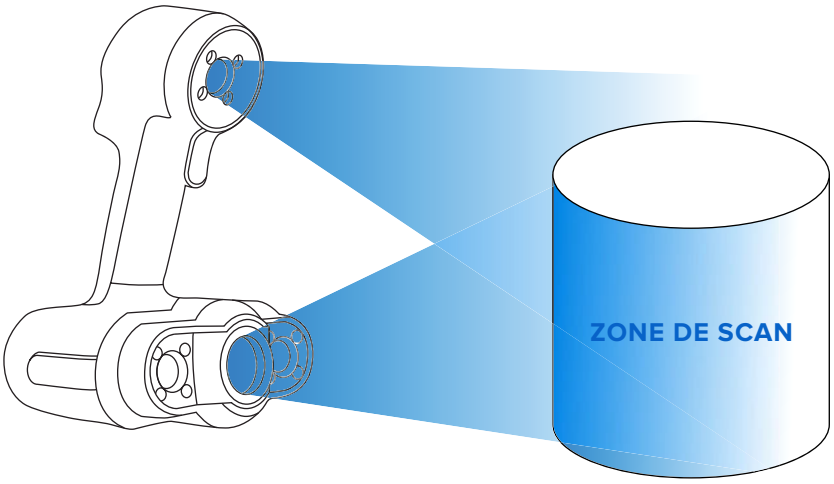
La précision peut prendre des significations légèrement différentes en fonction du fabricant et de la technologie de numérisation. Par exemple, la précision des scanners portables dépend de la distance par rapport à l'objet et de la qualité de reconstruction, tandis que les scanners de bureau ont une précision constante dans un volume de numérisation limité. Si vous envisagez d'acheter un scanner 3D pour des mesures précises, assurez-vous de comparer des appareils comparables.

PRÉCISION : IMPRIMANTES 3D

Les imprimantes 3D SLA de Formlabs produisent des pièces avec une précision et une zone imprimable semblables à la précision et au volume de numérisation de nombreux scanners laser de bureau. La précision d'une impression 3D varie en fonction des matériaux utilisés et des propriétés mécaniques de ces matériaux, qui influent également sur les risques de déformation des pièces imprimées.

Si vous n'êtes pas sûr de la précision d'une imprimante donnée, le meilleur moyen de la vérifier est de demander une impression gratuite ou un échantillon créé sur cette machine. Pour connaître les spécifications techniques des imprimantes SLA de bureau Formlabs, téléchargez notre rapport de précision.

VOLUME ET COUVERTURE



La zone qu'un scanner 3D peut capturer varie considérablement d'un scanner à l'autre. Trouvez un scanner qui corresponde à vos besoins en taille et en résolution, sans les dépasser, car le coût augmente généralement avec le volume de numérisation.

Les scanners portables peuvent être déplacés manuellement autour de l'objet et présentent moins de contraintes de taille que les modèles de bureau. La plupart des scanners portables bon marché peuvent capturer des objets de la taille d'un ballon de basket à une pièce entière. Les scanners portables haut de gamme ont une couverture encore plus large et répondent aux besoins de numérisation de tout objet qui nécessite une mesure précise, mais ne tient pas dans un scanner de bureau. Les scanners portables sont également capables de capturer des objets de manière quasi instantanée, ce qui les rend particulièrement adaptés aux mesures anatomiques (lorsque le sujet n'est pas parfaitement immobile) pour des applications ergonomiques et médicales.

Si une zone du modèle n'est pas visible par le scanner, cette partie manquera dans le modèle. Vous pouvez réparer automatiquement de petites parties manquantes avec la plupart des logiciels de numérisation et créer un modèle imprimable en 3D. Cependant, les parties réparées seront rarement fidèles à l'objet d'origine. La réparation automatique des trous ou des parties manquantes ne sera pas suffisante pour les pièces qui exigent une précision presque parfaite.

De nombreux scanners utilisent des plateaux rotatifs pour mieux voir l'objet. Leur niveau de sophistication influe sur la facilité à capturer l'objet dans son intégralité : certains appareils peuvent déplacer l'objet sur plusieurs axes et le scanner sous plusieurs angles. Cette caractéristique est importante en rétro-ingénierie de pièces en plastique avec des concavités et des nervures profondes, impossibles à capturer sous un seul angle.

Les questions de coûts sont assez simples : le montant que vous souhaitez investir dans un scanner reflète le budget de votre entreprise et l'utilisation prévue de votre scanner. Les scanners les plus chers pourront capturer les petits objets et créer des maillages plus détaillés, sans retouches significatives dans le logiciel CAO. Les scanners portables sont également souvent parmi les plus onéreux, de par leur nature.

Le marché des scanners à faible coût offre une large gamme d'options, mais il faut savoir ce que vous attendez d'un scanner.

NUMÉRISATION À FAIBLE COÛT : TECHNOLOGIES ABORDABLES DISPONIBLES

Le coût élevé des systèmes à laser et à lumière structurée d'entrée de gamme peut être prohibitif, mais de nombreux systèmes moins coûteux, autres qu'un smartphone, sont disponibles. Les systèmes de numérisation à faible coût ont-ils des performances suffisantes pour des applications réelles ? La réponse est oui : une grande précision n'est pas nécessaire dans tous les cas, et les scanners à faible coût peuvent notamment présenter des avantages de vitesse et de volume de numérisation, qui les rendent intéressants. Plusieurs options existent pour les entreprises qui recherchent des systèmes de numérisation abordables.

Il existe trois catégories principales de systèmes de numérisation à faible coût :

- Photogrammétrie
- Caméras à détection de profondeur IR (infrarouge)
- Scanners laser de bureau d'entrée de gamme

Photogrammétrie

La photogrammétrie analyse automatiquement un grand nombre de photographies pour créer un modèle 3D. Dans des conditions idéales, le niveau de détail de l'objet capturé par photogrammétrie est comparable à celui obtenu par un scanner laser. La précision géométrique est généralement inférieure en raison de l'absence de points de référence fixes pour la position de la caméra. Néanmoins, la photogrammétrie ne nécessite aucun équipement en dehors d'un appareil photo numérique et d'un logiciel, ce qui en fait une option intéressante.

Recommandation d'achat : la photogrammétrie est une bonne solution de numérisation d'objets volumineux pour créer des modèles 3D à l'échelle. Si votre entreprise n'a besoin que de quelques impressions simples, vous pouvez commencer avec une application de photogrammétrie sur un smartphone moderne avant d'investir dans une technologie plus onéreuse.

IPHONE : LIDAR

Les smartphones actuels peuvent utiliser la photogrammétrie pour créer des scans basiques de grands objets. Certains smartphones haut de gamme, comme les dernières versions de l'iPhone Pro, incluent un petit capteur noir à l'arrière de l'appareil. Il s'agit d'un capteur LiDAR (light detection and ranging, ou télédétection par laser), qui peut être utilisé par des applications professionnelles depuis un iPhone ou un iPad.

Source : page de l'App Store pour Polycam - Scanner 3D & LiDAR.

Les rapides progrès des appareils photo des smartphones les ont transformés en appareils adaptés à la numérisation 3D basique. Des applications disponibles dans l'App Store permettent aux utilisateurs de scanner des bustes pour créer des modèles 3D artistiques, de scanner leur corps pour créer des modèles réalistes ou parfaitement ajustés, comme des porte-masques, et bien plus encore. Grâce aux avancées de la technologie LiDAR, l'iPhone et l'iPad sont devenus des scanners acceptables pour tous ceux ayant des besoins de numérisation occasionnels. Ils sont supérieurs aux smartphones proposant uniquement la photogrammétrie.

Les applications générant des fichiers maillés 3D via l'appareil photo d'un smartphone sont la première étape de la numérisation d'entrée de gamme. Vous devez vous attendre à effectuer un travail supplémentaire dans votre logiciel CAO pour retirer les trous du maillage et améliorer le fichier d'impression avant de l'envoyer à une imprimante 3D. Les smartphones utilisent moins de points de lumière pour scanner les objets, et offrent ainsi des niveaux de détails plus bas qu'un véritable scanner autonome. L'iPhone est une bonne alternative au scanner si vous avez la possibilité de retravailler en profondeur les conceptions en CAO, ou si vous devez transférer des modèles simples dans un espace numérique.

Recommandation d'achat : de nombreuses entreprises disposent déjà d'un iPhone avec une fonctionnalité de scan LiDAR. C'est parfait pour débuter et pour estimer le type de scanner professionnel dont a besoin votre entreprise, et même si elle en a réellement besoin.

Caméras à détection de profondeur

Les caméras à détection de profondeur, telles que Structure Sensor, Sense Scanner et TrueDepth iPhone, projettent un champ de points infrarouge pour échantillonner une scène 3D. Ces caméras sont simples à utiliser et constituent l'option de numérisation la moins coûteuse, mais leur précision et leur résolution sont faibles, et les détails fins sont parfois perdus. Elles permettent la capture d'objets de grande taille, mais la précision diminue avec la distance entre l'objet et les angles par rapport à la caméra.

Recommandation d'achat : si la numérisation par smartphone est une option viable pour votre entreprise, une caméra à détection de profondeur peut représenter une légère amélioration, pour un coût raisonnable (en général moins de 1 000 €).

Scanner laser d'entrée de gamme

Enfin, il existe plusieurs scanners laser d'entrée de gamme, portables ou de bureau, proposant une technologie similaire aux systèmes haut de gamme. Ces scanners sont un excellent moyen de commencer à reproduire de petits objets à l'échelle 1:1. Comme on peut s'y attendre, la précision des scanners laser d'entrée de gamme est inférieure à celle d'un scanner de métrologie à laser haut de gamme, mais ils peuvent facilement fournir suffisamment de détails pour reproduire de petits objets et figurines décoratifs, pour lesquels la précision n'est pas essentielle.

Recommandation d'achat : si les différentes applications sur l'iPhone et les caméras à détection de profondeur ne répondent pas à vos besoins, un scanner laser d'entrée de gamme est l'étape suivante. Retrouvez certains de ces lasers dans le tableau présenté à la page 16.

Conclusion

La numérisation 3D occupe une place importante au début et à la fin des processus de fabrication 3D. Elle peut être utile pour gagner en rapidité et en efficacité au début de la réalisation de modèles numériques, en intégrant des objets existants par rétro-ingénierie, en scannant des sculptures d'argile réalisées à la main, ou encore en représentant la forme exacte du corps humain.

formlabs
AUTHORIZED PARTNER