

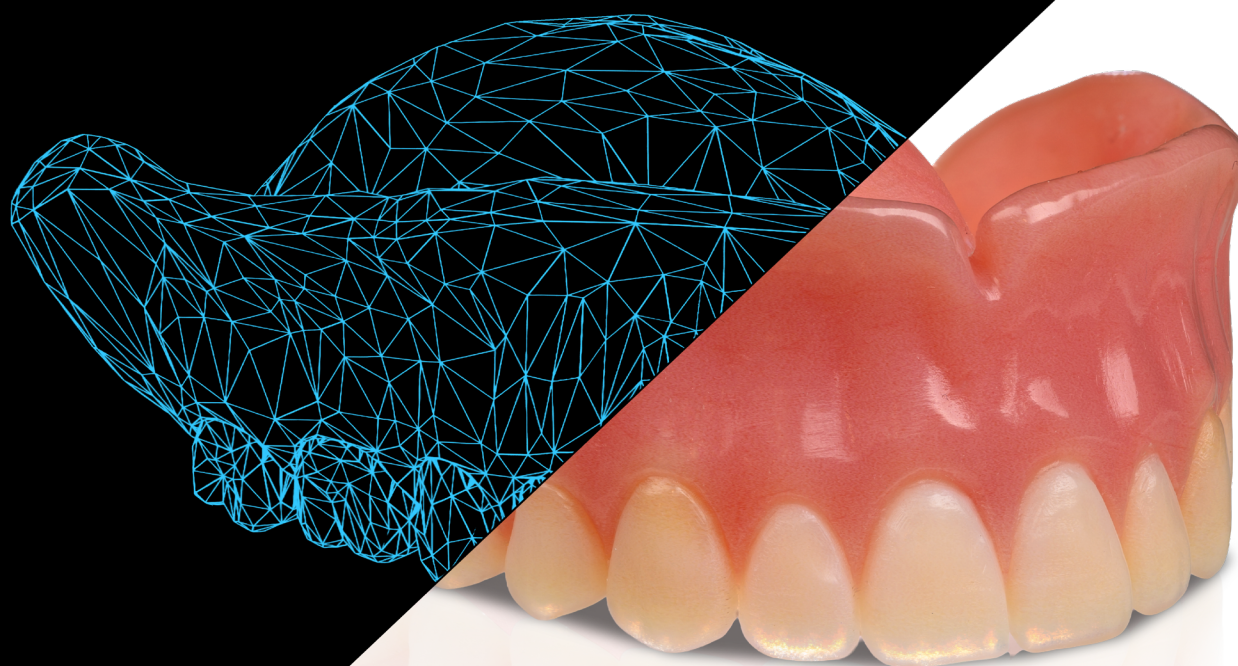
TrueDent[®] et TrueVoxel[™]

Transition vers les prothèses
dentaires définies par les données,
grâce à la fabrication monolithique
et au contrôle volumétrique



Robert Kreyer, CDT

Responsable de la transformation
numérique mondiale, Stratasys Dental



**Robert Kreyer, CDT**

Responsable mondial de la transformation numérique, Stratasys Dental

Robert Kreyer, CDT, est un technicien dentaire de troisième génération et un expert internationalement reconnu en prothèses amovibles et en flux de travail numériques. Fort d'une expérience de plusieurs décennies dans le domaine de la prothodontie amovible, il est le responsable mondial de la transformation numérique chez Stratasys Dental.

Résumé

La prothèse dentaire complète représente l'une des disciplines les plus exigeantes sur le plan clinique et les plus variables sur le plan technologique en médecine dentaire. Pendant la majeure partie de son histoire, les résultats dépendaient de l'habileté manuelle des cliniciens et des techniciens, faisant de la reproductibilité un idéal théorique plutôt qu'une réalité pratique. TrueDent, la solution de prothèse dentaire en photopolymère PolyJet™ de Stratasys, approuvée par la FDA et marquée CE, comble cette lacune en permettant une fabrication monolithique et multi-matériaux. TrueVoxel, sa technologie de contrôle esthétique volumétrique au niveau du voxel, élargit les possibilités de la fabrication additive en définissant les nuances et les effets optiques dans l'ensemble du volume de la prothèse. Ce livre blanc présente le fondement clinique et les implications sur le flux de travail de ces technologies en ce qui concerne la plateforme de fabrication, l'architecture des matériaux et le contrôle esthétique volumétrique. Ensemble, ces technologies intègrent précision, qualité esthétique et reproductibilité au sein d'un flux de travail numérique unique.

1. Le problème qui mérite d'être résolu

Le fardeau mondial de l'édentulisme demeure considérable. Malgré les progrès réalisés en dentisterie préventive et en médecine implantaire, l'édentulisme total et partiel continue de toucher des centaines de millions de patients dans le monde, avec une prévalence concentrée dans les populations âgées de plus de 65 ans. Pour ces patients, une prothèse dentaire complète bien ajustée, fonctionnelle et esthétique est une nécessité fonctionnelle qui influe directement sur leur état nutritionnel, leurs capacités phonétiques, leur bien-être psychologique et leur qualité de vie globale.

Le système clinique et technique qui répond à ce besoin depuis plus d'un siècle est basé sur des résines acryliques à base de polyméthacrylate de méthyle (PMMA) mélangées à la main, des dents préfabriquées en acrylique ou en porcelaine, la fabrication manuelle de cire, la coulée à la cire perdue et un travail de laboratoire qualifié. Réalisé par des experts, ce processus peut donner des résultats acceptables. Sa limite ne réside pas dans la qualité potentielle des résultats, mais dans la variabilité introduite à chaque étape du processus en plusieurs étapes, impliquant plusieurs opérateurs et des délais prolongés.

Le traitement d'une prothèse dentaire complète classique nécessite généralement quatre à cinq rendez-vous cliniques sur plusieurs semaines. Chaque étape introduit de la variabilité, notamment la technique d'empreinte, le modelage des bords, les enregistrements des rapports intermaxillaires, l'agencement des dents, le contour de la cire gingivale, la coulée du moule, l'élimination de la cire, les procédés de compression ou d'injection, la distorsion potentielle, la porosité, le remontage pour la vérification de l'occlusion avec modification potentielle et les ajustements lors de la mise en bouche. Le processus en laboratoire nécessite un investissement dans des inventaires de dents propriétaires, une expertise en articulation, des équipements de fabrication, des procédures de déflaskage et des processus de finition, dont aucun n'est standardisé de manière à permettre une véritable reproductibilité. Si un patient perd ou endommage une prothèse dentaire classique, celle-ci ne peut pas être recrée à partir des dossiers. Il faut recommencer un dossier clinique à partir du premier rendez-vous : impressions.

Les premières approches numériques, notamment le fraisage CAO/FAO et la photopolymérisation en cuve ouverte comme la SLA et la DLP, ont fait basculer la fabrication de prothèses dentaires vers un environnement numérique, mais n'ont pas résolu ses limitations structurelles fondamentales. La plupart des prothèses dentaires usinées et imprimées nécessitent des composants dentaires et de base séparés qui doivent être assemblés et collés manuellement, réintroduisant ainsi une variable d'interface mécanique qui constitue un point de défaillance connu. Les processus SLA et DLP impriment séparément les structures de la base et des dents, ce qui nécessite un assemblage manuel, une caractérisation extrinsèque et des étapes de collage qui augmentent le temps, le coût et la variabilité. Aucune de ces approches ne permet un véritable contrôle esthétique volumétrique ; toutes deux reposent sur une coloration de surface appliquée soit par une technique intrinsèque lors du traitement, soit par une technique extrinsèque après fabrication.



Les communautés cliniques et de laboratoire ont besoin d'une plateforme qui réponde simultanément à trois besoins fondamentaux :

- Une exactitude dimensionnelle suffisante pour réduire ou éliminer les ajustements après livraison
- Une qualité esthétique répondant aux attentes actuelles des patients, sans dépendre de la variabilité liée à la qualité artisanale
- Une reproductibilité permettant de produire de futures prothèses de remplacement à partir des données stockées, plutôt que de répéter le processus clinique

2. TrueDent : Une plateforme d'impression multi-matériaux monolithique

TrueDent est une résine photopolymérisable approuvée par la FDA (Classe II) et marquée CE (Classe IIa) pour la fabrication de prothèses complètes et partielles amovibles, de bases de prothèses, de dents de prothèses, de bridges, de couronnes, d'inlays, d'onlays et de facettes dans les laboratoires dentaires. Il est conçu exclusivement pour être utilisé avec la Stratasys J5 DentaJet®, une imprimante 3D dentaire PolyJet dédiée.

2.1 Comment PolyJet permet la fabrication de prothèses dentaires multi-matériaux

La technologie PolyJet dépose des matériaux photopolymères sous forme de gouttelettes microscopiques contrôlées avec précision grâce à des têtes d'impression de type jet d'encre. Chaque couche est polymérisée aux ultraviolets avant le dépôt de la suivante. Cinq couleurs de résine de base, cyan, magenta, jaune, blanc et transparent, sont combinées dans des proportions définies à chaque point d'impression pour produire la gamme complète de teintes dentaires et gingivales requises pour une population de patients diversifiée. Cette approche élimine le changement de résine requis par les systèmes à matériau unique et permet d'utiliser un plateau d'impression à teintes mixtes. Elle autorise ainsi la production de plusieurs prothèses avec différentes combinaisons de teintes lors d'une seule impression sans surveillance.

Le gel de support propriétaire, soluble dans l'eau, qui encapsule une prothèse tout au long du processus d'impression, permet une impression PolyJet à haute précision et complexe. Cette encapsulation complète assure la stabilité structurelle et distingue PolyJet de la photopolymérisation en plateau ouvert. La prothèse étant soutenue sur toutes ses surfaces pendant l'impression, les distorsions dimensionnelles et les déformations sont minimisées. Après l'impression, le matériau de support est retiré à l'aide d'un jet d'eau, ce qui permet d'obtenir une prothèse dimensionnellement stable qui n'a pas été soumise aux effets de tension superficielle courants dans le post-traitement SLA et DLP.

VIDÉO : Procédé d'impression J5 DentaJet PolyJet

Regardez la J5 DentaJet en action. Dépôt de matériau par une tête d'impression de type jet d'encre, durcissement instantané pendant l'impression, encapsulation du support et retrait du support par jet d'eau : La séquence de fabrication complète, du fichier de conception à la prothèse finie.



En savoir plus ▶





2.2 Architecture monolithique à impression unique : Élimination des points de collage et de défaillance

La caractéristique structurelle déterminante de TrueDent est sa construction monolithique. La base et les dents de la prothèse sont toutes deux produites en une seule impression continue. Il n'y a pas d'étape d'assemblage manuel, d'interface adhésive, de procédure de collage ni de jonction discrète entre la dent et la base de la prothèse. Les dents, les gencives et la base constituent une structure photopolymère unique et continue.

Cette architecture présente deux implications cliniques pertinentes, étayées par des recherches indépendantes. Premièrement, cela élimine la défaillance liée au décollement des dents, qui est la défaillance mécanique la plus courante dans les processus conventionnels et dans de nombreux processus numériques pour les prothèses dentaires. Deuxièmement, il a été démontré que la construction monolithique offre une précision de positionnement des dents supérieure par rapport aux approches par poche de base et collage des dents. Sallam et al. (BMC Oral Health, 2025) ont démontré cet avantage avec une significativité statistique.

TrueDent répond aux exigences de la norme ISO 20795-1 et les dépasse. Il s'agit de la norme internationale régissant les matériaux de base des prothèses dentaires. Cette norme a été initialement développée pour les matériaux à base de PMMA, qui diffèrent fondamentalement des photopolymères. Le respect de cette norme témoigne de la rigueur du développement et de la validation de TrueDent.



Aperçu de TrueDent

Homologation FDA et marquage CE	Résine photopolymérisable de Classe II, approuvée par la FDA et portant le marquage CE Classe IIa, indiquée pour les prothèses dentaires amovibles, les bridges, les couronnes, les inlays, les onlays et les facettes.
Plate-forme	Imprimante 3D Stratasys J5 DentaJet PolyJet
Construction	Impression entièrement monolithique, unique et continue de la base et des dents. Pas de collage, pas d'assemblage.
Matériaux	Système à cinq résines (cyan, magenta, jaune, blanc, transparent) + matériau de support encapsulant
Standard	Conforme à la norme ISO 20795-1 et la dépasse



3. TrueVoxel : Contrôle volumétrique de l'esthétique dentaire

TrueVoxel représente à ce jour l'avancée la plus significative, tant sur le plan conceptuel que clinique, au sein du système TrueDent. C'est aussi la moins bien comprise, car elle introduit une méthode de création esthétique qui diffère fondamentalement des approches numériques conventionnelles et existantes.

3.1 Conception basée sur les voxels et pertinence clinique

Un voxel est l'équivalent tridimensionnel d'un pixel. Il s'agit d'un cube unitaire qui constitue l'élément de base d'un objet défini volumétriquement. Dans le système TrueDent, chaque voxel mesure 85 x 85 x 18 microns. La prothèse est définie comme un volume composé de millions de voxels spécifiés individuellement, chacun ayant une couleur, une teinte et des caractéristiques optiques.

Dans la fabrication conventionnelle des prothèses dentaires, l'esthétique est appliquée à la surface. La caractérisation extrinsèque des dents, comprenant la coloration de surface, le glaçage et l'application de revêtement gingival, crée une apparence de profondeur et de variation sur un substrat structurellement uniforme. Les flux de travail SLA et DLP suivent le même modèle basé sur la surface. Lorsque la surface s'use ou est modifiée lors du polissage, ces éléments esthétiques appliqués manuellement peuvent se dégrader ou disparaître.

TrueVoxel remplace cette approche basée sur la surface par un contrôle volumétrique. La couleur, la teinte et les propriétés optiques sont attribuées dans tout le volume de la prothèse avant le début de l'impression. La surface visible reflète une conception optique volumétrique sous-jacente qui s'étend à travers le matériau.



3.2 Capacités cliniques permises par le contrôle optique volumétrique

Structure interne reproduisant l'effet des mamelons dentaires

L'émail naturel des dents n'est pas optiquement uniforme. La dentine sous-jacente forme des lobes, appelés mamelons, qui créent de subtiles variations d'opacité et de translucidité visibles à travers l'émail. Les dents prothétiques conventionnelles et la plupart des dents prothétiques numériques simulent ces caractéristiques grâce à la texture de surface ou à la coloration. TrueVoxel définit ces variantes au sein du volume de la dent, ce qui permet à la lumière d'interagir avec les structures internes plutôt que de produire un effet de surface.

Gradient de translucidité incisale

Le bord incisif d'une dent naturelle passe d'un corps plus opaque dominé par la dentine à une région d'émail plus translucide. TrueVoxel définit ce gradient de manière volumétrique, en effectuant une transition du noyau opaque vers le bord incisif au niveau du voxel. Le comportement optique qui en résulte correspond davantage aux propriétés de transmission de la lumière de l'émail naturel.



Gradient de couleur cervicale

La couleur des dents naturelles s'assombrit vers la jonction amélo-cémentaire à mesure que l'épaisseur de l'émail diminue et que l'influence de la dentine augmente. TrueVoxel définit ce gradient dans tout le volume, permettant un aspect cervical cohérent et personnalisé pour chaque patient sur toutes les reproductions de la prothèse.



3.3 Reproductibilité : Un nouveau résultat clinique

Les spécifications optiques complètes d'une prothèse sont encodées dans un fichier numérique au niveau du voxel. Ces informations peuvent être stockées, transférées et reproduites avec précision. Toute réimpression réalisée à partir du même fichier produit le même résultat esthétique que la prothèse d'origine. Pour la première fois en prothèse dentaire, les conceptions esthétiques spécifiques à chaque patient peuvent être documentées, archivées et reproduites avec uniformité.

Stratasys a déposé une demande de brevet pour la technologie TrueVoxel le 1er octobre 2025, devenant ainsi la première entreprise de fabrication additive à introduire le contrôle optique volumétrique pour la réalisation de prothèses dentaires complètes. Cela représente une catégorie de capacité sans précédent dans le domaine de la prothèse dentaire.

TrueVoxel : Trois capacités cliniques

Mamelons internes	Variation de profondeur optique spécifiée à l'intérieur du volume de la dent et non appliquée sur la surface.
Gradient de translucidité incisale	Transition voxel par voxel du noyau opaque au bord incisal translucide
Gradient de couleur cervicale	Approfondissement spécifié volumétriquement des zones incisales aux zones cervicales, reproductible à chaque impression
Statut du brevet	Demande de brevet déposée le 1er octobre 2025 — Première entreprise de fabrication additive avec contrôle optique au niveau du voxel pour les prothèses dentaires complètes

4. Transition vers des prothèses définies par les données

La convergence de la fabrication monolithique et du contrôle esthétique volumétrique marque un tournant dans le domaine des prothèses dentaires. Ce processus, qui était auparavant défini par le savoir-faire manuel, la variabilité et une reproductibilité limitée, devient un système défini par les données, le contrôle et la répétabilité.

Dans ce modèle, la prothèse dentaire n'est plus le produit final d'une séquence d'étapes manuelles, mais le résultat direct d'une conception numérique entièrement spécifiée. L'intégrité structurelle, le comportement optique et les détails esthétiques sont déterminés avant la fabrication et préservés tout au long du processus de fabrication.

Ce changement a des implications qui vont au-delà de la productivité des flux de travail. Il introduit une nouvelle attente : celle que les résultats des prothèses soient prévisibles, répétables et réversibles. À mesure que l'infrastructure numérique devient centrale dans la pratique clinique et de laboratoire, les technologies fonctionnant au niveau du voxel sont en mesure de redéfinir à la fois le processus et la norme des soins de prothèses dentaires complètes.



Références :

1. Sallam HN, et al. Accuracy of monolithic versus bonded assembly approaches in digital denture fabrication. BMC Oral Health. 2025.
2. Giordano R, Davis D, Kreyer R. Dimensional accuracy of multi-material PolyJet 3D-printed dental prostheses compared to competing additive manufacturing platforms: an in vitro study. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. 2026.
3. Lawson NC, Safadi Y, Alford A, Aggarwal H, Bora PV, Lawson TJ, Givan DA. Flexural strength, fracture toughness, translucency, stain resistance, and water sorption of 3D-printed, milled, and conventional denture base materials. Journal of Prosthodontics. 2024.
4. Azpiazu-Flores FX, Elfana A, Yang C-C, Morton D, Lin W-S. Effect of artificial aging and surface finishing protocols on flexural strength and surface hardness of a photopolymer for manufacturing monolithic polychromatic complete dentures using PolyJet 3D printing. Journal of Prosthodontics. 2024.
5. Sorensen JA. Evaluation of wear resistance of TrueDent denture teeth. Livre blanc de Stratasys. 2022.
6. Color stability of monolithic polychromatic material jetting 3D-printed denture material under surface treatments. PMC. 2025.



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

dental

ISO 9001

ISO 13485

Siège social de Stratasys

5995 Opus Parkway,
Minnetonka, Minnesota 55343
+1 800 801 6491 (numéro gratuit aux États-Unis)
+1 952 937-3000 (International)
+1 952 937-0070 (Fax)

1 Holtzman St.
Parc scientifique
Rehovot, 7670401
Israël
+972 74 745 4000
+972 74 745 5000 (Fax)

LIVRE BLANC
SECTEUR DENTAIRE

© 2026 Stratasys Ltd. Tous droits réservés. Stratasys, TrueDent, TrueVoxel, J5 DentaJet, PolyJet, GrabCAD Print sont des marques commerciales ou des marques déposées de Stratasys Ltd. et/ou de ses filiales ou sociétés affiliées et peuvent être enregistrées dans certaines juridictions. Toutes les autres marques commerciales appartiennent à leurs propriétaires respectifs. MKT000023EN Rév. A. WP_PJD_TrueDent TrueVoxel_A4_0526a_RevA