



Jean-David Delprat

Prothésiste-inventeur



Olivier Bouzereau

Le bridge dentaire progresse avec l'IA

Finaliste des innovations du Dental Forum 2024, le bridge ancré 3D Gateway est conçu et produit en France où il est adopté depuis 2017. Cet article précise son principe et quelques avancées récentes permises par des collaborations interdisciplinaires.

À quoi bon chercher une approche distincte du bridge classique dont le principe est connu et appliqué depuis plus d'un siècle? L'invention récente présentée ici s'inscrit dans la tendance actuelle de la dentisterie micro-invasive :

« Le bridge ancré 3D Gateway offre un éventail de solutions modernes très peu invasives. Par conception, il procure des atouts significatifs aux dentistes et à leurs patients. C'est le résultat d'un travail collaboratif qui n'aurait pu voir le jour sans technologies numériques : empreintes buccales, impressions 3D, outils de CFAO et désormais IA, » précise son inventeur Jean-David Delprat.

Le bridge 3D Gateway incarne la dernière génération de bridges biocompatibles. Ses trois pièces sont modélisées en trois dimensions : la couronne coiffe un pontique autobloquant composé de deux pièces imbriquées, chacune étant insérée dans les ancrages préparés par le dentiste, indépendamment de l'inclinaison des dents porteuses. Le dispositif est posé sans tension.

Cinq points d'ancrage assurent la tenue du bridge

Pour remplacer une dent manquante, la dévitalisation de dents saines adjacentes n'est plus nécessaire. Les soins sont simplifiés par la couronne coiffant le pontique qui verrouille

le bridge en cinq points, sans exiger le moindre réglage. Au laboratoire, dès la réception des empreintes dentaires, la génération du pontique et de sa couronne garantissent l'intimité avec chaque dent support, gage de tenue et de longévité dans le temps. Pour accueillir le pontique, le praticien doit réaliser préalablement un ancrage sur chaque dent adjacente tout en préservant la pulpe.

La comparaison d'alternatives comme l'implant unitaire tient compte du temps d'exécution (rendez-vous, manipulations et délais de cicatrisation), des coûts du matériel, des consommables, et d'une évaluation des risques pour le patient. Sur chacun de ces critères, le bridge ancré est plus avantageux que ses prédécesseurs. Sa souplesse autorise plusieurs variantes et combinaisons très appréciées, comme l'assemblage inlay-core et bridge ancré.

Services en ligne, CFAO et assistants combinés

Une plateforme collaborative en ligne soutient les échanges numériques entre professionnels dentaires, comme l'indique le schéma d'architecture. Ces échanges restent au centre du développement d'assistants Python pour modéliser les pièces, les produire puis les vérifier via l'impression 3D, afin de garantir une pose rapide et fiable au fauteuil.

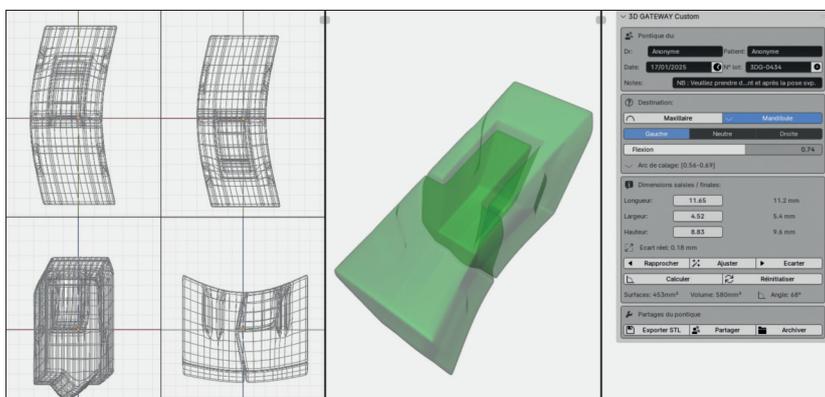
Lors de la première visite d'un patient éligible, le dentiste prépare un ancrage sur chacune des dents adjacentes, puis effectue un scan buccal complet. Les fichiers d'empreintes (maxillaire, mandibule et occlusion) sont transmis au laboratoire en quelques clics. Dès la seconde visite du patient, la pose du pontique surmonté de sa couronne devient possible. Entre les deux séances, le laboratoire orchestre toutes les étapes de conception, de fabrication et de vérification des pièces nécessaires à la restauration dentaire.

Le pontique autobloquant forme le cœur du dispositif. Ses deux pièces incurvées suivent l'arc de calage dentaire. Une fois assemblées, elles forment un embrèvement qui épouse la morphologie du patient, comble sa perte gingivale et accueille la couronne. Chacune des pièces du pontique ceinture une dent voisine, tout en s'ancrant dans la cavité réalisée par le praticien. Enfin, la couronne coiffe le pontique, remplaçant ainsi la dent absente.

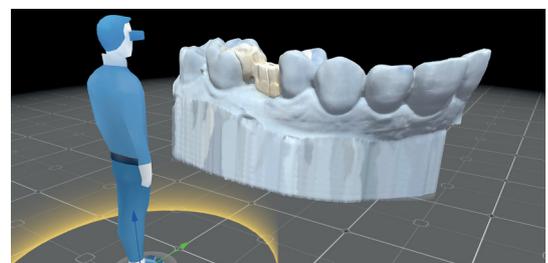
Les gains de temps permis par le workflow numérique, la pré-



Incurvé automatiquement, le pontique suit l'arc de calage dentaire du patient.



Chaque fiche technique enrichit la base d'apprentissage automatique.



Une scène immersive révèle au patient l'assemblage précis du bridge ancré.

paration et l'enregistrement de la prothèse sont salués par les dentistes et leurs patients. Depuis 2017, plusieurs variantes ont vu le jour, grâce aux connaissances acquises à chaque cas clinique. Cette somme d'expériences fournit des gains de précision et accélère la conception collaborative des réparations.

Tandis que les préférences de l'utilisateur sont mémorisées dans un dictionnaire, un assistant python décompose les étapes de personnalisation du pontique pour garantir l'ajustement précis des pièces, l'ensemble étant destiné à l'interpréteur du logiciel open source Blender 3D. Du coup, l'utilisateur est accompagné, pas-à-pas, dans la conception du pontique superposé aux empreintes buccales du patient. Les dimensions et paramètres du pontique s'ajustent en temps réel sur l'arcade à soigner, comme si le prothésiste modelait ses pièces en bouche.

Jusqu'aux tests d'occlusion, les fichiers d'empreintes du patient servent ainsi de jumeaux numériques. Un code couleur, calqué sur les feux de circulation, alerte l'utilisateur en cas d'écart excessif de courbure par rapport à l'arc de calage de destination du bridge (maxillaire ou mandibule, côté droit ou gauche). D'un clic, le prothésiste peut transmettre au praticien une fiche technique regroupant les caractéristiques du pontique, quatre vues orthographiques et une vue en perspective. De plus, une bibliothèque de pontiques préconfigurés (au format STL) répond aux cas les plus fréquents. La réparation peut ainsi s'intégrer aux principaux logiciels de CAO dentaire en usage. L'archivage de chaque pontique procure une traçabilité fine des pièces qui le composent, et facilite d'éventuelles reconstructions.

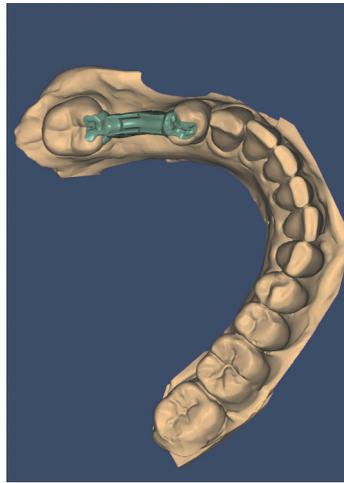
« Collaborer avec les outils numériques réduit les risques d'erreurs, permet d'innover autour de nouvelles procédures, d'économiser du temps, des consommables et de l'énergie, » apprécie une pionnière de la co-conception de prothèses 3D Gateway.

Pour apporter des réparations dentaires respectant les tissus vivants, le bridge 3D Gateway combine des compétences médicales, artisanales et numériques, indépendamment de leur éloignement. Né autour de modélisations 3D, ce bridge évolue désormais au rythme de l'ingénierie logicielle.

L'analyse approfondie des scans de patients, combinée à l'étude détaillée des prothèses déjà réalisées, constitue une base de données représentative. Cette base sert de référence pour optimiser et accélérer le processus de conception et de fabrication assistée par l'intelligence artificielle, permettant ainsi une personnalisation plus efficace des prothèses. Au-delà de processus automatisés, un contrôle visuel des pièces aux binoculaires précède toujours la finition manuelle des réalisations.

La modélisation des pièces accélère la formation et la prise en main des praticiens ouverts aux protocoles de préparation et de pose de bridges ancrés. Parfois incécis, le patient est rassuré par les représentations 3D ; il peut se projeter avec sa future dent.

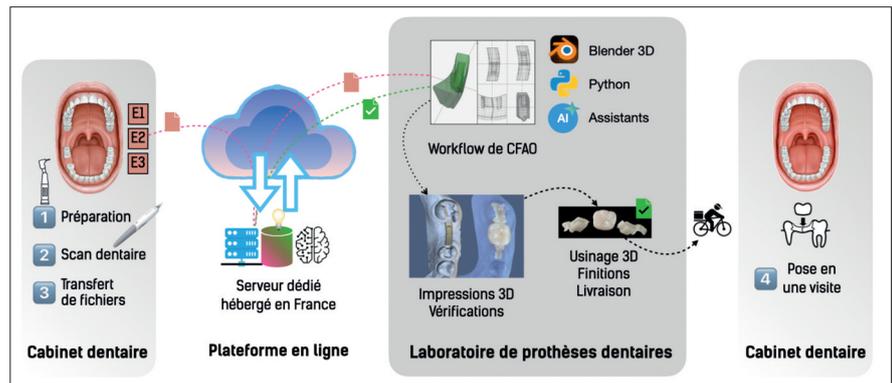
Le docteur Olivier Landwerlin prépare ainsi une scène immersive du modèle numérique, du point de vue du patient. Il précise : « L'échelle est volontairement agrandie de sorte à améliorer la compréhension du patient, à lui faire percevoir les détails d'usage, l'assemblage des pièces, ce qui valorise la



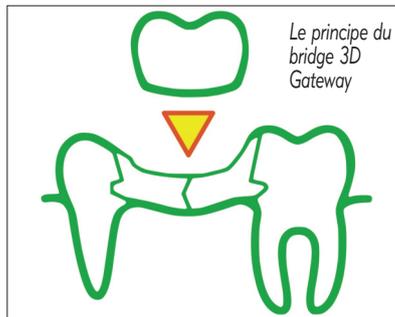
Le pontique finalisé ceinture chaque dent adjacente grâce à cinq points d'ancrage.



Les trois pièces du bridge 3D Gateway



Architecture de préparation, génération et apprentissage des bridges ancrés.



Le principe du bridge 3D Gateway



Modélisé en 3D, le bridge 3D Gateway peut associer plusieurs matériaux.

prestation. D'autres expériences sont également possibles au travers de lunettes VR, comme la visualisation d'une vidéo de fabrication du bridge 3D Gateway, ou encore la visualisation en temps réel de la situation en bouche, à l'aide d'une caméra intraorale. »

Les développements python et le portail de services web réalisés pour co-concevoir les bridges 3D Gateway fédèrent une communauté croissante de passionnés de dentisterie micro-invasive autour des dernières pratiques dentaires.

Fondée sur des agents distribués et synchronisés, plus sobres en énergie que les LLM (large language models), l'IA pourra guider prochainement des restaurations encore plus précises et fiables, tandis que le workflow impliquera davantage de spécialistes dentaires.

Loin de remplacer l'expertise des praticiens, l'IA augmente leurs capacités ; combinée à la CFAO et à l'impression 3D, elle procure aux patients des réparations dentaires moins invasives, plus rapides, fonctionnelles et esthétiques.

Plus d'informations sur www.3dgateway.eu