

Processus de travail numérique avec le Lava Chairside Oral Scanner C.O.S. et la technique Lava

Mots-clés: processus de travail numérique, technique Lava, scanner C.O.S., restaurations tout céramique

KURT JÄGER
CHRISTOPH VÖGTLIN

Biomaterials Science Center (BMC)
de l'Université de Bâle
Hôpital universitaire de Bâle

Correspondance

Prof. Dr méd. dent. Kurt Jäger
Praxis-Team St.Margarethen
Feldstrasse 6; 4663 Aarburg
Tél. +41 62 791 44 88
Fax +41 62 791 46 23
E-mail: kurtjaeger@margarethen.ch

Traduction: Thomas Vauthier

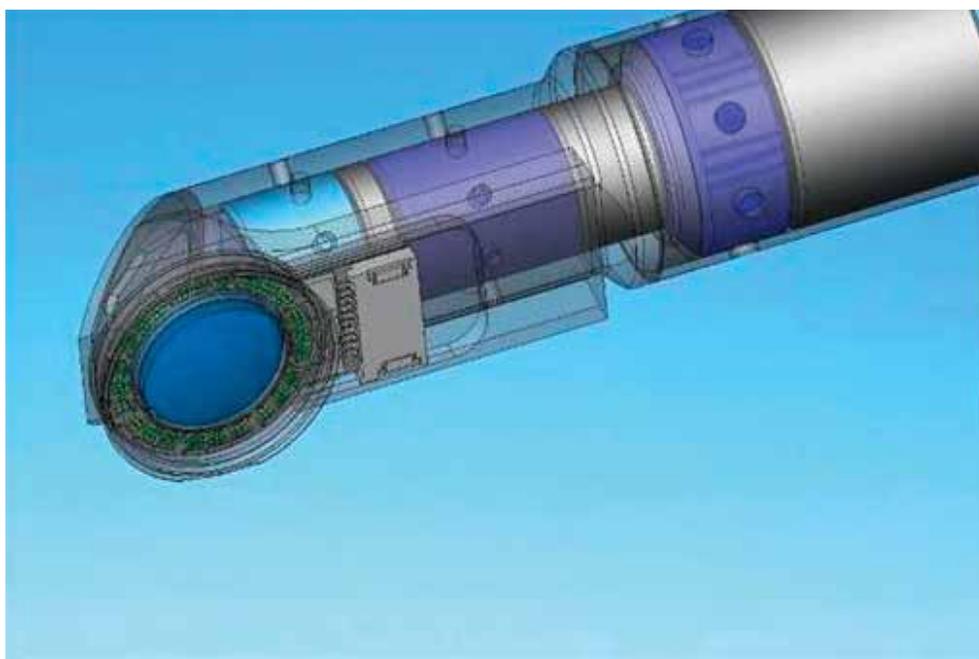


Image en haut: Vue de détail de la tête de la caméra et des lentilles

Résumé La présente contribution décrit la procédure clinique et le mode de fonctionnement du scanner Lava C.O.S. (3M ESPE) pour la prise d'empreintes numériques. En combinaison avec la technique Lava, il est possible de réaliser des restaurations dentaires céramo-céramiques par une méthode entièrement numérique. Après avoir scanné les dents piliers préparées, les données sont transmises directement au laboratoire pour la fabrication des armatures en céramique, mais elles permettent également de confectionner en tech-

nique stéréolithographique des maîtres modèles qui peuvent être utilisés pour la réalisation de travaux prothétiques par la technique conventionnelle. Placées sur le modèle, les coiffes en zircone fraisées et frittées sont ensuite revêtues de céramique cosmétique spécifique au système. Les premiers résultats cliniques ont confirmé le bon fonctionnement du système. Le scanner Lava C.O.S. (Chairside Oral Scanner) est une réelle innovation dans le domaine de la médecine dentaire restauratrice.

Introduction

Le maître modèle, en tant que résultat final d'une empreinte, est au centre du processus de réalisation des restaurations prothétiques (WIRZ 1993). De nombreuses étapes de la prise en charge médico-dentaire nécessitent un modèle qui reproduit fidèlement les particularités, tant morphologiques que fonctionnelles de la cavité buccale sur le plan morphologique et dimensionnel (LENZ 1993). La technique d'empreinte conventionnelle commence par une empreinte préliminaire – en général en alginate –, qui permet de couler un modèle d'étude sur lequel sera fabriqué un porte-empreinte individuel. Le porte-empreinte individuel en résine photopolymérisable est ensuite chargé du matériau d'empreinte (vinyl-polysiloxane, polyéther) pour la deuxième empreinte de précision dans la cavité buccale. Pour le patient, cette méthode d'empreinte est en général très pénible: odeur et goût désagréable, risque de déclencher des réflexes vomitifs. Jusqu'à présent, on ne pouvait guère s'imaginer que le maître modèle de précision ne devait pas forcément être le résultat final d'une empreinte, mais qu'il serait possible de confectionner une pièce prothétique par la technique FAO sur la base d'un enregistrement numérique en 3D d'un jeu de données numériques acquis électroniquement (CAO) et reproduisant la «situation» en bouche. Or, le maître modèle n'a pas encore dit son dernier mot! C'est plutôt la méthode pour le réaliser qui a été complètement chamboulée: il est maintenant possible de remplacer l'empreinte préliminaire et l'empreinte définitive par des matériaux d'empreinte dans des porte-empreintes intraoraux par une seule empreinte numérique des arcades dentaires, réalisée à l'aide de scanners intraoraux assurant la même qualité. Selon le système de scanner utilisé, l'arcade dentaire est d'abord recouverte d'une fine couche de poudre (Lava C.O.S., 3M ESPE), ou le scan est réalisé sans poudrage préalable (i-Tero, Straumann). Tout n'est pas encore possible, mais le premier pas vers une chaîne de travail entièrement numérique est réalisé – et il fonctionne.

L'objectif des étapes illustrées ci-après est de présenter l'un des deux systèmes numériques introduits en Suisse, en l'occurrence le système Lava C.O.S. combiné à la technique du système Lava, et de rapporter nos premiers résultats scientifiques et cliniques. Selon les informations des sociétés 3M ESPE Suisse et Straumann, environ 20 unités de scanners sont actuellement en cours d'utilisation clinique dans notre pays.

Chairside Oral Scanner C.O.S.

Une caméra vidéo intra orale, d'un poids de 390 grammes seulement, est au cœur de la nouvelle technologie. Trois caméras vidéo avec un total de 22 lentilles enregistrent 20 images 3D par seconde. Grâce à la largeur minimale de la tête de la caméra, il est possible de réaliser des images même dans des zones anatomiques difficiles et de les vérifier immédiatement à l'écran. L'association de trois caméras à haute résolution dans la pièce à main crée en quelques fractions de seconde une image 3D sous forme d'une carte de géographie en relief. Le logiciel du système transforme les enregistrements vidéo (3D-In Motion) en temps réel et les affiche à l'écran sous forme d'images 3D. Une arcade dentaire est ainsi représentée par environ 20 millions de points d'information. L'enregistrement des données (algorithmes) peut être traité ultérieurement pour la confection de modèles et/ou de l'armature, voire d'une couronne réalisée en CFAO. Outre la caméra, l'unité de travail au fauteuil (*chairside system*) comprend un ordinateur équipé du logiciel spécifique au système, l'ensemble étant monté sur un

chariot mobile (fig. 1–3). L'ensemble du système est compact, visuellement avenant et peut également être utilisé en tant que caméra intraorale pour des démonstrations et pour les informations au patient (ROHÁLY 2009).

Procédure de scan

Pour un enregistrement optimal, les préparations ou les dents sont d'abord légèrement recouvertes d'une fine couche de poudre de dioxyde de titane (TiO₂) à grain ultrafin (fig. 4). Au préalable, la cavité buccale doit être préparée pour le scan. Cette préparation comprend l'écartement des joues (Optra-Gate, écarteur des lèvres et des joues, Ivoclar Vivadent) et la mise au sec comme pour une empreinte classique (Dry-Tips,



Fig. 1 Scanner Lava C.O.S., vue générale: caméra, ordinateur et écran montés sur un chariot mobile



Fig. 2 Pièce à main C.O.S. avec caméra

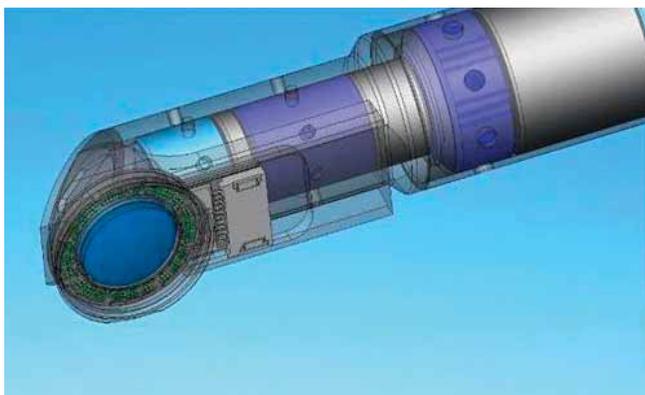


Fig. 3 Vue de détail de la tête de la caméra et des lentilles



Fig. 4 Poudrage de l'arcade dentaire par la poudre de TiO₂; une fine couche suffit.



Fig. 5 Programmation et réglages sur l'écran tactile avant le scan

rouleaux de coton). Une attention particulière doit être portée à la gestion des tissus mous dans la région de la limite de préparation. Outre une ligne de démarcation marginale clairement préparée (chanfrein marqué), des fils de rétraction simples ou doubles rendent de bons services. Il est également possible d'obtenir la rétraction gingivale à l'aide du matériau Expasyl (société P. Rolland, France) appliqué selon les consignes du fabricant (fig. 5–7). Les matériaux d'empreinte conventionnels peuvent être injectés dans les zones non visibles; la caméra vidéo ne peut cependant enregistrer que les zones visibles!

Sans toucher les arcades dentaires, on procède alors à l'enregistrement des dents et des préparations à l'aide de la caméra vidéo 3D. A partir de ce moment, le regard du praticien n'est plus dirigé vers la cavité buccale, il «navigue» la caméra à l'écran. Le logiciel spécifique au système assume parfaitement la «mise



Fig. 6 La cavité buccale est préparée pour le scan à l'aide de l'OpraGate (Ivoclar).

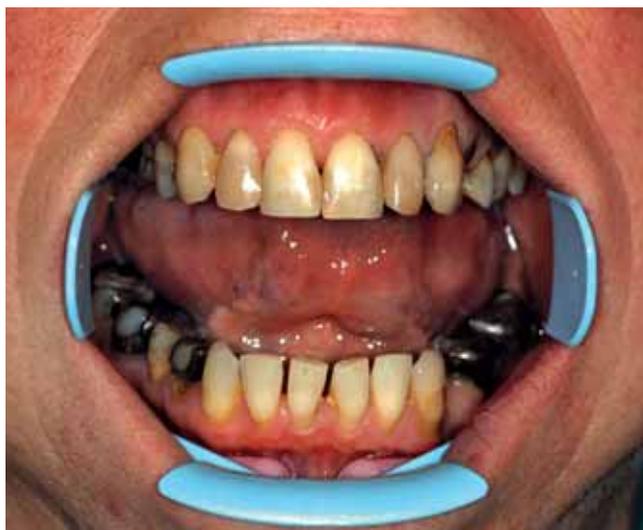


Fig. 7 Le système OptiView (Kerr) rend également de bons services pour l'accès de la caméra.

en scène», tout en assurant que seules des données utilisables seront enregistrées. Un scan optimal commence toujours au niveau des faces occlusales (fig. 8–10). En gardant une distance constante, la caméra est ensuite pivotée en direction vestibulaire et linguale, puis redressée en direction occlusale. Il est possible d'interrompre le scan à tout moment pour contrôler le résultat. Le logiciel du système assemble les scans qui peuvent être enregistrés ou rejetés individuellement par l'opérateur. Les zones incomplètes sont reconnues et affichées par le système, ce qui permet de les rescanner, pour autant qu'elles soient pertinentes pour le résultat du scan (fig. 11).

L'enregistrement est terminé à partir du moment où l'opérateur a marqué la limite de la préparation et en a vérifié la reproduction précise. De la même manière, on scanne ensuite l'arcade antagoniste, de nouveau après léger poudrage. Pour fi-

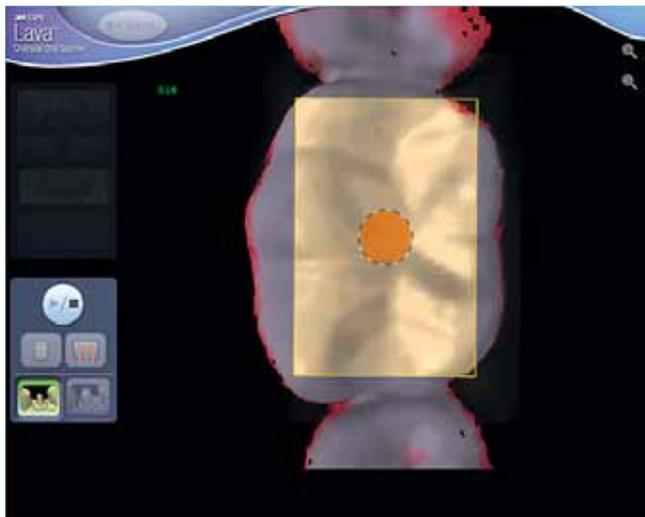


Fig. 8 Image du scan sur l'écran avec fenêtre de la prise de vue et de contrôle de distance.

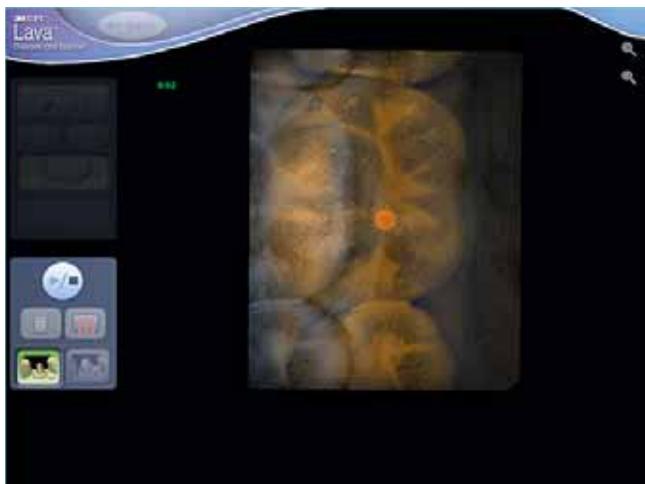


Fig. 9 Image du scan en mode «pause». Il n'est pas possible d'enregistrer de fausses données.



Fig. 10 Le scan terminé peut être contrôlé à l'écran.

nir, les deux arcades peuvent être assemblées par un scan de mordu en occlusion. Le système crée une occlusion étonnamment précise, dont il sera question plus loin dans ce texte.

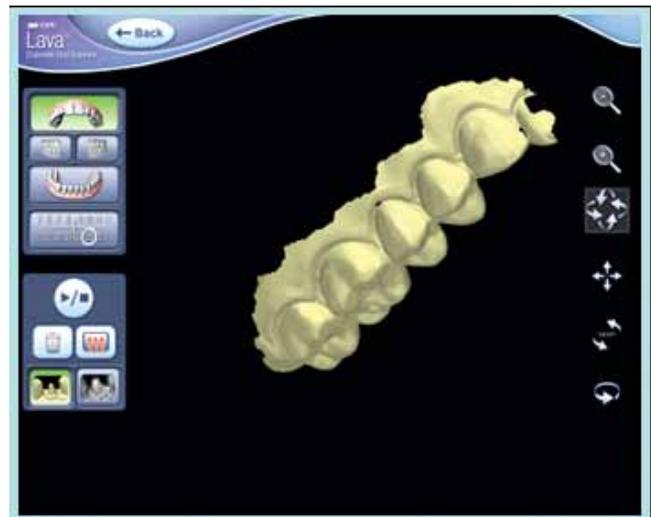


Fig. 11a-c Triple scan, a) maxillaire supérieure, b) maxillaire inférieure avec la préparation de la 46 et c) enregistrement intermaxillaire

Dans la majorité des cas, il n'est pas nécessaire de scanner les deux arcades complètes. Selon la planification du travail, il peut suffire de scanner des quadrants ou des sextants. Il faut toutefois pouvoir assembler en occlusion les dents supérieures et inférieures du segment choisi. Lorsque tel n'est pas le cas et

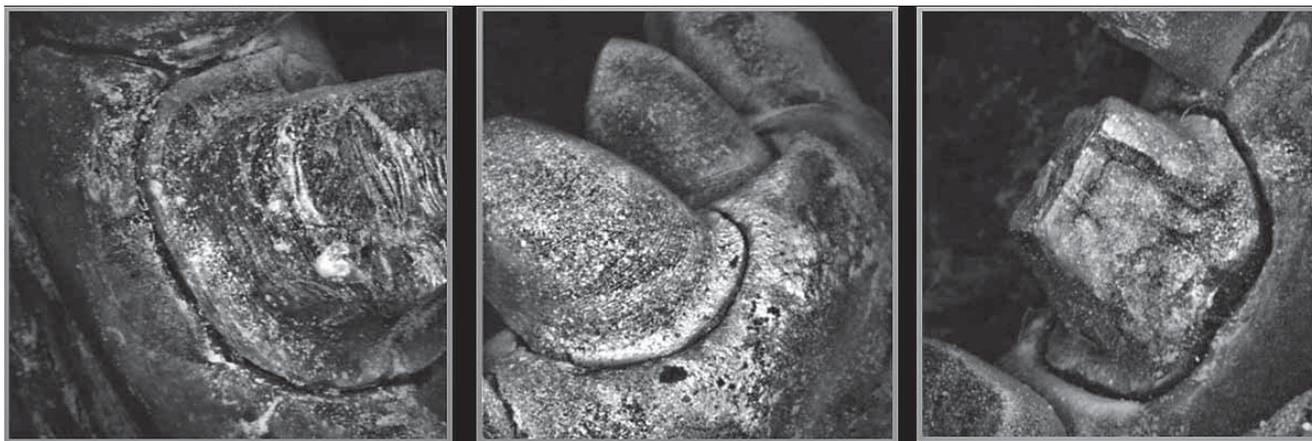


Fig. 12a-c Contrôle des préparations. Les détails a-c montrent des scans bien lisibles avec reproduction claire des limites des préparations. Possibilité de rendu en 3D

que l'occlusion est incomplète ou impossible à déterminer, le système C.O.S. en avertit l'opérateur.

Les dents préparées sont ensuite restaurées provisoirement selon les méthodes habituelles (KACHALIA & GEISSBERGER 2010). L'adresse du laboratoire dentaire, les données personnelles du patient et le type de restauration définitive souhaitée, y compris le matériau et la couleur, sont également enregistrés. Les données recueillies par le scanner sont envoyées par Internet (wi-fi) au centre de traitement numérique (3M ESPE/USA) où elles sont adaptées et préparées pour l'envoi au laboratoire dentaire. Le technicien a besoin du jeu de données transformées pour la fabrication des modèles.

Fabrication des modèles

Le maître modèle physique est confectionné par un procédé de prototypage rapide. Cette technique est déjà bien introduite en médecine dans le domaine de la chirurgie plastique et reconstructrice. Dans ces applications, les modèles servent en particulier à la visualisation de structures anatomiques et à la planification opératoire. Parmi les méthodes de prototypage rapide, la stéréolithographie est actuellement l'une des plus fidèles pour le rendu des détails. Dans l'unité de fabrication stéréolithographique (*rapid manufacturing*), le modèle physique est formé par couches successives de résine liquide durcies par un rayon laser. Il est possible de régler l'épaisseur des couches jusqu'à 1 µm, ce qui explique l'excellente précision. Le durcissement a lieu dans un bain de résine liquide. Après polymérisation d'une couche, la machine abaisse l'ébauche du modèle dans la cuve de la hauteur correspondant à l'épaisseur de couche choisie. Un dispositif de balayage permet de répartir à nouveau la résine liquide de façon homogène, et le laser, commandé par ordinateur, polymérise la couche suivante. Le modèle tridimensionnel est ainsi formé par couches successives durcies une à une. Une fois terminé, le modèle est sorti de la cuve. La résine époxy non polymérisée est égouttée avant que le modèle soit complètement durci sous une source de lumière ultraviolette.

Cette méthode permet de fabriquer avec une précision très élevée des modèles géométriquement complexes. La commande du laser se fait de façon entièrement automatique en fonction des données 3D numériques retraitées au centre informatique du fabricant après l'enregistrement par le scanner. Actuellement, les maîtres modèles pour le système Lava C.O.S. sont confectionnés dans un centre de fabrication aux Etats-Unis; ils sont ensuite acheminés vers le laboratoire dentaire

dans un délai de trois à quatre jours ouvrables. Il faudrait supprimer toutes les informations superflues pour la réalisation du travail prévu.

Selon le jeu de données utilisé, le technicien reçoit ainsi un modèle partiel (le plus souvent quadrant ou sextant) qui a été monté dans un occluseur directement au centre de fabrication aux Etats-Unis. Les modèles d'arcades dentaires complètes montées en occlusion nécessitent des volumes de données très importants et ne sont indiqués que pour des reconstructions étendues. Le maître modèle fabriqué par prototypage rapide est utilisé par le technicien de la même manière qu'un maître modèle conventionnel en plâtre extra dur. Le praticien désirant scanner au lieu de prendre des empreintes classiques n'est nullement obligé de faire réaliser des couronnes tout céramique. Il est possible de confectionner sur le maître modèle en



Fig. 13a, b Modèles fabriqués par stéréolithographie: a) modèle arcade complète, b) détail du modèle

résine des couronnes céramo-métalliques ou réalisées à l'aide de systèmes de céramiques d'autres fabricants. La fabrication entièrement numérique des armatures a cependant l'avantage qu'elle n'est pas tributaire d'un maître modèle physique. C'est l'une des raisons, parmi d'autres, qui explique l'excellente précision des armatures.

Travail au laboratoire dentaire

Le laboratoire dentaire reçoit l'ensemble (jeu) des données 3D envoyé par le centre de traitement numérique via internet et adapté au logiciel C.O.S. spécifique, qui doit être installé sur l'ordinateur du laboratoire. Ces données à utiliser par le technicien étant identiques à celles qui avaient été enregistrées par le scanner, il n'y a pas de perte d'informations. Le maître modèle classique en plâtre nécessite un travail précis sur le modèle scié et sur le moignon en plâtre, ce qui comporte un risque d'accumulation d'erreurs dues aux matériaux. En cas d'erreur, il est nécessaire de confectionner un nouveau modèle, voire de reprendre une nouvelle empreinte.

Par contre, lorsque les informations sont disponibles sous forme de données numériques, le technicien peut concevoir l'armature à l'écran et répéter le processus aussi souvent que nécessaire (fig. 14). Sous agrandissement idéal, le technicien détermine tout d'abord à l'écran les différents segments du modèle. Il est alors possible de tracer pour chaque préparation, de manière entièrement virtuelle, la ligne de démarcation marginale, par points successifs; le résultat est précis sans avoir eu recours à un maître modèle (fig. 15 et 16). Pour finir, le technicien renvoie des données au centre de traitement numérique pour la fabrication du modèle. Dans l'intervalle jusqu'à la livraison de celui-ci, le technicien peut déjà réaliser l'armature tout céramique en zircone, sur la base du jeu de données livré



Fig. 14 Traitement numérique de la coiffe d'armature à l'écran. Le technicien utilise son propre logiciel.

dans un premier temps par le service central de traitement numérique.

Lors de cette étape également, le logiciel du laboratoire assiste le technicien de façon optimale, en lui proposant, à l'écran, l'épaisseur optimale de l'armature en zircone. Selon la situation clinique, il est possible de retravailler le design de l'armature (fig. 14). Pour éviter l'éclatement (*chipping*) de la céramique cosmétique, il est nécessaire de respecter une morphologie de l'armature assurant une épaisseur minimale de la céramique de revêtement de 1 à 1,5 mm, appliquée en couche régulière.

Lorsque tous les paramètres ont été enregistrés sur ordinateur, les données sont transmises à un centre de fraisage Lava pour

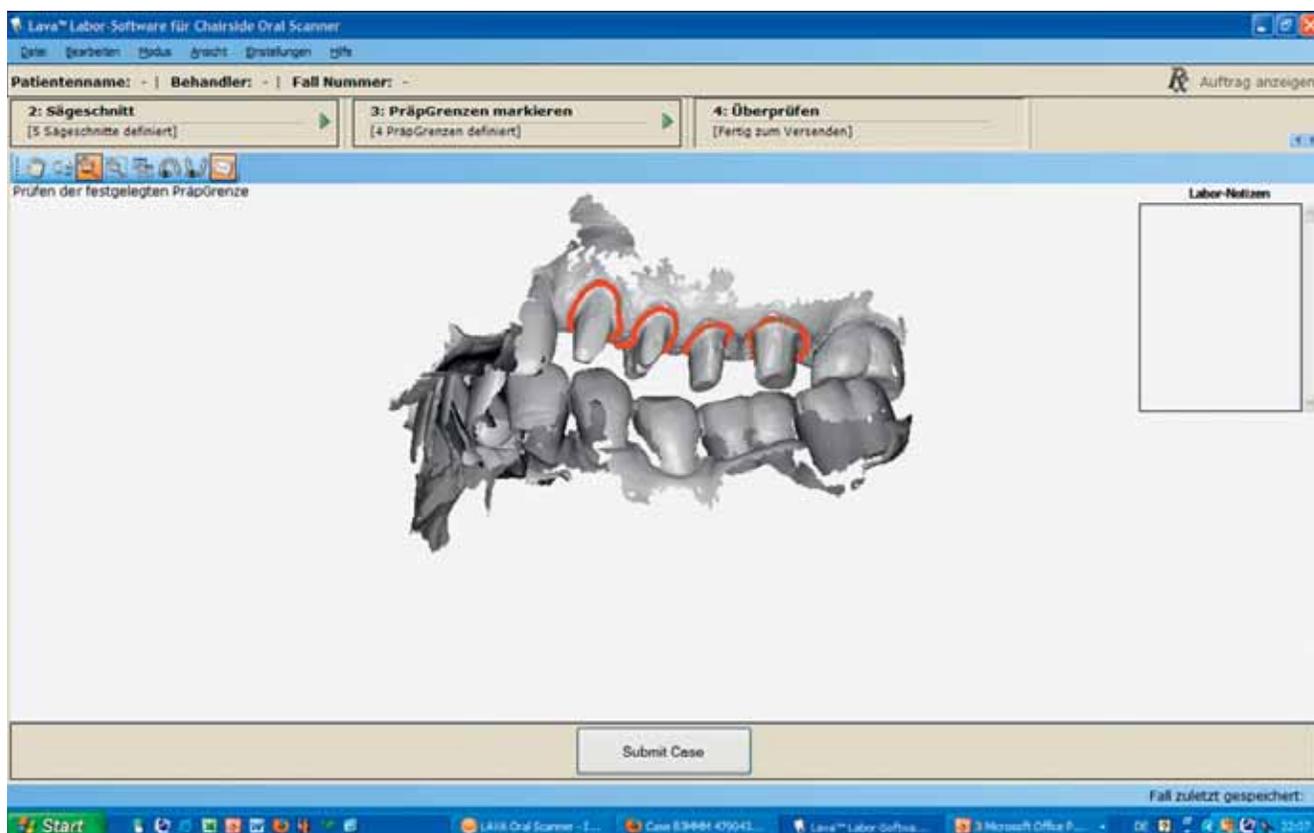


Fig. 15 Traçage des limites des préparations à l'écran au laboratoire dentaire

la fabrication de la coiffe de l'armature. La machine de fraisage est directement commandée par ordinateur. La méthode permet également de concevoir et de fraiser une couronne complète ou un bridge, y compris les contacts interdentaires et l'occlusion. Le technicien n'appliquera alors que des teintes de surface avant le polissage et glaçage final. Dans les segments postérieurs des arcades, il est ainsi possible de réaliser des économies considérables. Lorsque le cabinet dentaire n'est pas équipé de scanner, il est possible de scanner et de numériser un modèle conventionnel au laboratoire dentaire. Les données ainsi recueillies sont ensuite traitées selon les modalités évoquées plus haut.

L'utilisation des données numériques, avec la commande de la machine de fraisage, permet d'obtenir des coiffes d'armature que le technicien revêt ensuite de céramique cosmétique. Dans le cas de la technique Lava décrite dans cette contribution, les armatures sont fraisées de façon précise à partir d'un seul bloc de zircone, sur la base du jeu de données 3D adapté par le technicien. Selon le choix et la taille de la pièce brute (*frame*) de zircone, la technique permet de fraiser en bloc pratiquement toutes les armatures, de la couronne unitaire jusqu'au bridge de 12 éléments. Après le fraisage, les pièces brutes en zircone sont frittées dans un four spécial, atteignant alors leurs propriétés physiques définitives sur le plan de la dureté et de la stabilité. Les armatures terminées sont placées sur le modèle obtenu par stéréolithographie. Le technicien finalise alors la

reconstruction par application et cuisson classique de couches de céramique spécifique au système (fig. 17). Les reconstructions tout céramique fabriquées à l'aide du processus de travail numérique sont très précises et se caractérisent par les excellentes propriétés physiques (résistance à la compression, dureté) de la zircone (SYREK ET COLL. 2010). C'est l'une des raisons, et pas la moindre, pour laquelle la société 3M ESPE accorde une garantie de 15 ans sur les fractures d'armatures.

Premiers résultats

Des mesures de la précision d'adaptation ont montré que l'empreinte numérique (Lava C.O.S.) permet d'obtenir des qualités d'adaptation marginale significativement plus favorables que celles atteintes par la technique d'empreinte conventionnelle. Force est toutefois de constater que les résultats tant des méthodes conventionnelles que ceux de la technique numérique se situaient dans une marge cliniquement acceptable (SYREK ET COLL. 2010). La même étude a montré que les contacts interproximaux des couronnes confectionnées en numérique étaient plus précis que ceux des travaux qui avaient été fabriqués sur des modèles en plâtre. En ce qui concerne l'occlusion, il n'y avait pas de différences de qualité. L'enregistrement de l'occlusion par scanner livre des résultats très favorables. Les auteurs de la présente contribution ont résumé leurs expériences avec le système numérique (Lava C.O.S.) dans le ta-

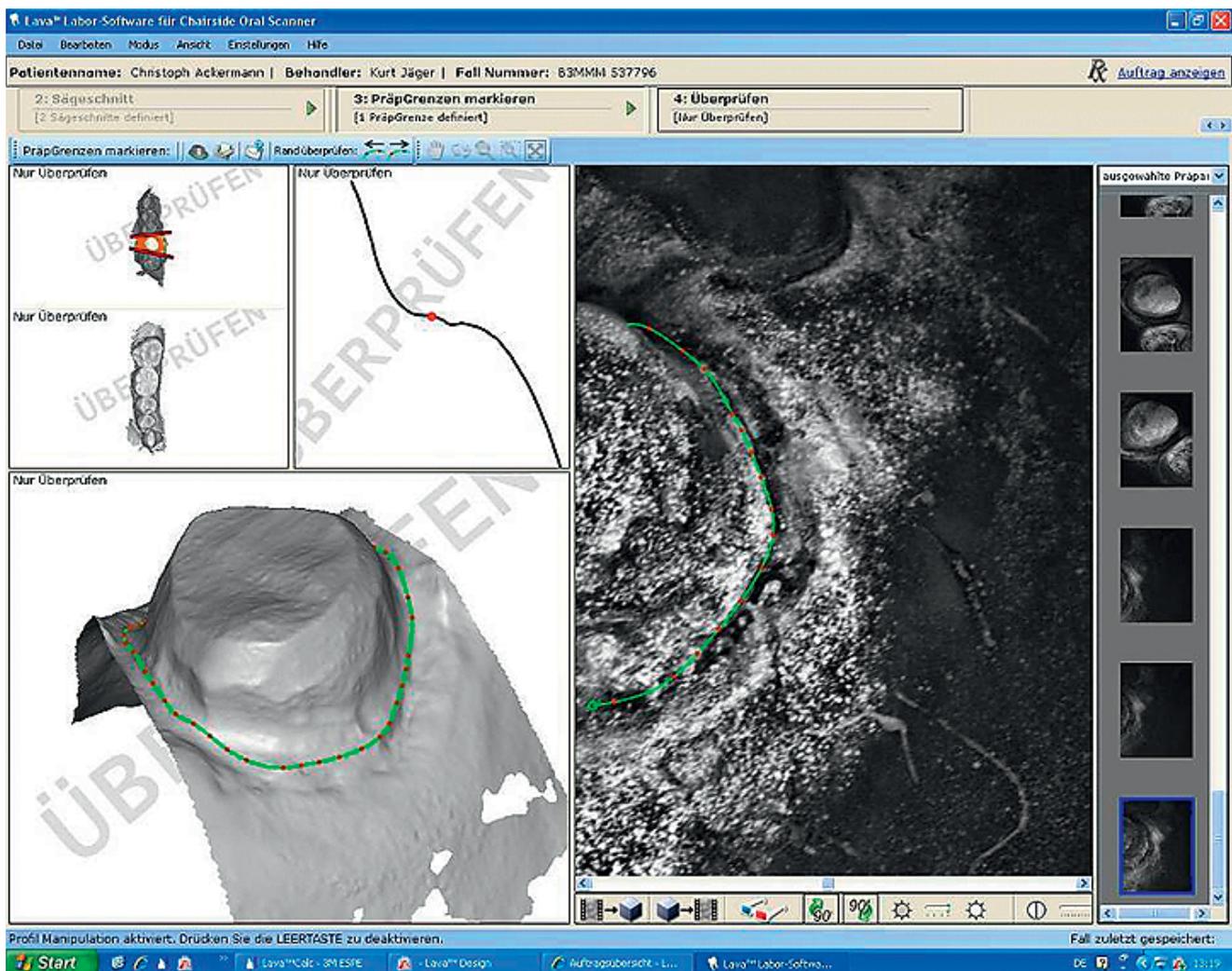


Fig. 16 Le logiciel spécial facilite la définition de la ligne de démarcation marginale.

bleau I. Les pièces prothétiques en zircone (couronnes, bridges, inlays, facettes, 50 unités au total chez 24 patients) ont été évaluées par des méthodes purement cliniques (contrôle radiographique, occlusion, adaptation marginale), à l'instar de l'évaluation habituelle des reconstructions avant le scellement définitif. Les résultats ont montré que la qualité des pièces prothétiques fabriquées en numérique était bonne à très bonne,

et pour le moins comparable à celle des unités confectionnées par la méthode conventionnelle (tab. I).

Discussion et conclusions

L'empreinte numérique à l'aide d'un scanner intraoral (Lava C.O.S.) comble l'une des dernières lacunes dans le processus



Fig. 17 Couronnes terminées avec armatures en zircone et revêtement cosmétique par céramique Lava sur modèle stéréolithographique. Fabrication par processus de travail numérique



Fig. 18 Couronnes Lava sur 23, 24, 25, 26 en place

Tab. I Evaluation qualitative de 50 unités Lava C.O.S. chez 24 patients, pour les critères adaptation marginale, contrôle radiographique et occlusion. Les résultats sont prometteurs.

Cas	Restauration	Nombre d'unités	Rx	Occlusion	Adaptation marginale	Remarques
1	Inlays 26, 25, 25	3	3	1	2	Inlays en résine
2	Couronne 46	1	3	1	2	Bord vestibulaire un peu court
3	Couronne 37	1	2	1	1	En ordre
4	Couronne 37	1	1	1	1	Très bien
5	Couronne 45; inlay 47	2	1	1	2	En ordre
6	Inlays 17, 37; facette 22	3	1-2	1	1-2	Bien, 17 un peu court
7	Inlays 16, 15, 14	3	1	2	2	Bcp. d'ajustement occlusal
8	Couronne 16, inlay 14	2	1-2	1-2	1-2	34 parfait
9	Couronne 27	1	2	1	1	Remodelage complet
10	Couronnes 47, 46	2	1	2-3	1	Ajustement; modèle arrivé trop tard
11	Couronne 44	1	1	1	1	Bien
12	Couronne 25	1	1	1	1	Bien
13	Inlays 37, 36, 35, 34	4	2	2	2	Ajustement 37, bords 24, 25
14	Couronnes 26, 25, 24, 23	4	1-2	1-2	2	Un peu courtes
15	Maryland 33x	2	1	1	1	Très bien, rétention?
16	Couronnes 16, 15 14; inlay 17	4	1	1-2	1-2	En ordre
17	Couronne 16	1	2	2	2-3	Bord un peu court
18	Couronne 16	1	2	2-3	1-2	Surocclusion, bcp. d'ajustement
19	Couronnes 11, 21	2	2-3	1	3	Scellées comme provisoires à long terme
20	Couronnes 44, 45	2	1-2	1-2	1-2	En ordre
21	Couronne 34	1	1-2	1-2/2	1	Léger ajustement occ.
22	Couronne 35; inlay 36	2	1-2	1-2	1-2	Bords un peu courts, mais bien
23	Couronne 36; inlays 35, 34	3	1-2	1	1-2	En ordre
24	Couronne 24; inlays 26, 27	3	1-2	1	2	Inlays très bien, couronne un peu courte
	TOTAL	50	1,60	1,375	1,58	

1 = excellent; 2 = très bien; 3 = cliniquement suffisant, acceptable pour scellement; 4 = insuffisant, la reconstruction doit être refaite.

de travail numérique pour la fabrication de restaurations dentaires au cabinet et au laboratoire dentaire. Comme c'est le cas pour toute nouvelle technique, l'utilisateur doit parcourir une courbe d'apprentissage pour se familiariser avec la méthode. La préparation des tissus mous avant l'empreinte au scanner est plus exigeante que pour une empreinte conventionnelle. De même, il convient de noter que les indications pour la technique numérique sont encore limitées. Pour les implants, par exemple, les méthodes d'empreinte par scanner se trouvent pour l'instant dans une phase de mise au point. Seul le système d'implants 3i (Biomet 3i, USA) permet d'utiliser des scans à l'aide de pièces de transfert spéciales – identifiables par des codes – qui sont vissées sur les implants avant l'empreinte numérique. Un logiciel spécifique intègre virtuellement les informations relatives à l'implant dans le jeu de données, voire physiquement dans le maître modèle. Cependant, il est actuellement nécessaire de prendre une empreinte conventionnelle pour la plupart des travaux comprenant des implants.

L'acceptation par les patients de l'empreinte par scanner est excellente comparativement aux empreintes classiques. Ils apprécient le fait qu'il n'est alors plus nécessaire d'insérer une masse de matériau dans la cavité buccale. Le jeu de données numériques généré est un autre avantage de la méthode. Il peut être réutilisé en tout temps, transmis à des tiers et conservé de manière peu encombrante. Les restaurations se caractérisent par une excellente qualité d'adaptation marginale, même s'il faut encore attendre des études et des résultats complémentaires. Les investissements pour les appareils, le service, l'entretien (mise à jour des logiciels) et le suivi technique doivent être mis en rapport avec les économies de frais de laboratoire (modèle d'étude, porte-empreinte individuel) et de matériaux (produits d'empreinte) et de temps de travail. Il convient de

noter d'autre part qu'il y a des redevances par cas individuel pour les transferts des données. Le système illustré dans le présent travail (Lava C.O.S. 3M ESPE) permet de réaliser, pour chaque unité réalisée par la technique entièrement numérique, une économie de frais de fabrication de l'ordre de 20%.

Parmi les inconvénients sur le plan clinique, il y a lieu d'évoquer un investissement de temps supplémentaire pour la préparation des tissus mous. La limite de préparation doit être clairement visible et sèche sur tout le pourtour pour être reconstruite par le système d'enregistrement optique. Pour l'instant, les zones de rentrants ou de contre-dépouille, ainsi que les préparations profondes sont plus faciles à reproduire par les empreintes conventionnelles. Bien que l'application de la poudre augmente le contraste de l'image, son utilisation n'est pas non plus sans problèmes. L'agglutination (formation de grumeaux) ou l'application excessive de poudre entraînent des scans inutilisables, qui doivent alors être répétés. Il est donc nécessaire de prévoir un temps suffisant pour la prise d'empreintes par scanner. Il est cependant possible de déléguer le scan à des personnes spécialement formées de l'équipe du cabinet. Il y a également lieu d'évoquer la question de la protection des données. L'utilisation des scanners intraoraux au cabinet dentaire – mis à part le système Cerec – n'est actuellement qu'à ses débuts. L'évolution des appareils et des logiciels est fulgurante. De ce fait, il se pose la question du moment propice pour l'acquisition d'un tel système. Pour les médecins-dentistes ayant en majorité recours à des systèmes tout céramique, l'investissement pourrait bien être d'actualité dès à présent. L'avenir de la médecine dentaire sera de plus en plus influencé par les méthodes numériques!

Bibliographie voir texte allemand, page 315.