

UNIVERSITE JEAN MONNET

FACULTE DE MEDECINE

Jacques LISFRANC

LABORATOIRE D'ANATOMIE

15 rue Ambroise Paré

42 Saint Etienne.

Année 2014-2015

DIPLOME UNIVERSITAIRE

D'ANATOMIE APPLIQUEE

A L'IMPLANTOLOGIE

Mémoire Présenté par

Mme Le Docteur Anaïs BUREAU

Titre du mémoire

EMPREINTE OPTIQUE EN IMPLANTOLOGIE

Directeur du Mémoire

Mr Le Docteur Philippe BUREAU

Sommaire

Introduction

I. Les techniques d'empreintes conventionnelles en implantologie

- 1- L'empreinte en technique directe (à ciel ouvert)
- 2- L'empreinte en technique indirecte (à ciel fermé)

II. L'empreinte optique en implantologie

- 1- Principes de l'empreinte optique intra-orale
- 2- L'enregistrement des données
- 3- La numérisation des données
- 4- Cas clinique

III. Comparaison entre l'empreinte conventionnelle et l'empreinte optique en implantologie

- 1- Etude comparative sur la mise en œuvre des empreintes en implantologie
- 2- Etudes comparatives entre empreintes optiques et empreintes conventionnelles
- 3- Avantages de l'empreinte optique intra-orale
- 4- Limites de l'empreinte optique intra-orale

Conclusion

Bibliographie

Introduction

L’empreinte optique au cabinet dentaire est née des travaux du Professeur François Duret, commencés dans les années 1970 (1). Ce dentiste lyonnais a obtenu un brevet en 1984 et c’est à Chicago qu’il montre par une démonstration la fabrication d’une couronne en quatre heures pour sa femme.

En 1985, l’empreinte numérique fait l’objet d’une présentation en direct à l’ADF. C’est alors le début d’une nouvelle ère pour la dentisterie moderne avec l’ouverture au monde de la CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur) (2).

Durant la dernière décennie, les progrès technologiques en matière d’imagerie 3D, de scanners intra-oraux et de CFAO ont été considérables et orientent inévitablement notre pratique future vers une dentisterie de plus en plus informatisée.

En implantologie, une étape importante dans le processus de fabrication des prothèses implantaires fixes est l’empreinte précise des implants et de leur profil d’émergence. L’empreinte optique intra-orale est peut-être la solution pour éviter la perte d’informations entre l’empreinte et la fabrication de la prothèse.

Dans un premier temps nous verrons quelles sont les techniques d’empreintes conventionnelles utilisées en implantologie. Dans une seconde partie nous parlerons de l’empreinte optique et de son utilisation pour la prothèse sur implant. Enfin, dans une troisième partie nous nous intéresserons aux comparaisons qui ont été faites à ce jour entre les empreintes conventionnelles et les empreintes optiques pour l’implantologie.

I. Les techniques d'empreintes conventionnelles en implantologie

Actuellement, les chirurgiens dentistes ont recours le plus souvent à deux types d'empreintes pour réaliser les prothèses supra-implantaires.

Il s'agit de l'empreinte en technique directe, aussi appelée empreinte à ciel ouvert (Pick-up). On peut considérer cette technique comme la technique de référence en implantologie.

L'autre type d'empreinte est celle en technique indirecte, aussi appelée empreinte à ciel fermé. Celle-ci se rapproche beaucoup des empreintes conventionnelles utilisées pour la prothèse conjointe.

1- L'empreinte en technique directe (à ciel ouvert) (3)

La séquence de travail est constituée de sept étapes cliniques. Cependant, il est nécessaire de faire fabriquer par le laboratoire de prothèse un porte-empreinte individuel qui soit ajouré au niveau des implants. Cette méthode peut être utilisée pour prendre l'empreinte de plusieurs implants en même temps, même si les axes sont très différents.

1 - Dévissage des piliers de cicatrisation :

On commence par dévisser les piliers de cicatrisation, mis en place lors de la dernière étape chirurgicale. La gencive marginale est alors contrôlée notamment le profil d'émergence. Il est important de vérifier que rien ne peut gêner la mise en place du transfert d'empreinte. Il ne doit pas y avoir de rebord osseux recouvrant la base prothétique.

2 - Vissage des transferts d'empreinte :

Le vissage des transferts est réalisé manuellement (sans contrôle de couple) à l'aide d'un tournevis à tête hexagonale.

Le vissage des transferts doit avoir lieu le plus rapidement possible après dévissage des piliers pour éviter que la gencive marginale ne vienne recouvrir

l'implant et gêner l'insertion complète des transferts.



Pick-up

Transferts d'empreinte pick-up

3 - Contrôle radiographique du positionnement du transfert d'empreinte :

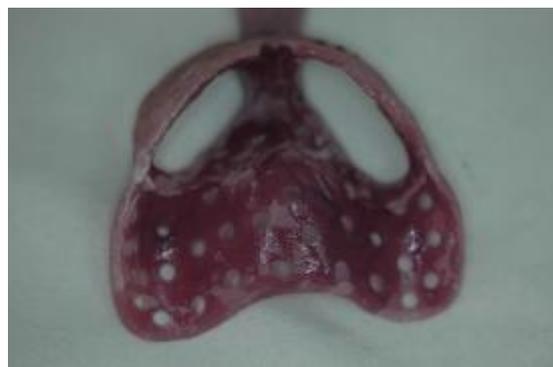
Une radiographie rétroalvéolaire est réalisée pour vérifier la mise en place du pilier d'empreinte par rapport à l'implant. Lorsque toutes les spires sont visibles sur la radiographie, cela signifie que l'angulation du film est correcte. Le contrôle est alors précis.

La connexion à hexagone interne diminue considérablement le risque de mauvais positionnement du transfert.

4 - Essayage du porte-empreinte individuel :

Le porte-empreinte individuel perforé préparé au laboratoire de prothèses est alors simplement inséré pour vérifier que rien ne vient gêner sa mise en place.

Le porte empreinte est inséré et désinséré plusieurs fois à vide pour mémoriser le trajet d'insertion.



Porte empreinte perforé

5 - Préparation du porte-empreinte individuel et réalisation de l'empreinte :

L'ouverture ménagée dans le porte-empreinte individuel est fermée par une épaisseur de cire à boxing chauffée. Le porte-empreinte individuel est alors réinséré en bouche, les vis des transferts génèrent des petites convexités au niveau de la cire encore molle.

L'empreinte est réalisée en un temps avec une ou deux viscosités en fonction du matériau choisi. On s'assure à l'insertion du porte-empreinte que chaque transfert vient perforer la cire pour avoir un accès direct à la vis de serrage du transfert.

6 - Désinsertion de l'empreinte :

Au terme de la prise du matériau, les vis des transferts sont dévissées puis désinsérées de leur logement sur quelques millimètres de hauteur de façon à s'assurer de leur dévissage complet.

Le porte-empreinte est désinséré d'un geste bref de manière à minimiser les déformations.

7 - Revissage des piliers de cicatrisation :

Dès la sortie de l'empreinte de la cavité buccale, les piliers de cicatrisation sont revissés le plus rapidement possible.

Les analogues d'implants peuvent être vissés au cabinet ou au laboratoire de prothèses. Le vissage se fait en douceur, en maintenant le transfert afin de ne pas arracher de matériau d'empreinte en le mobilisant et créer des sources d'erreurs.

2- L'empreinte en technique indirecte (à ciel fermé) (4)

Cette technique, réputée moins précise, permet de traiter des patients présentant une ouverture buccale limitée. Elle peut être également intéressante lors de la prise d'empreinte sous anesthésie générale ou sous sédation consciente (espace de travail limité par le packing ou la sonde d'intubation).

De plus, ce type d'empreinte permet d'utiliser un porte-empreinte classique et se rapproche beaucoup de l'empreinte conjointe dentaire. Cependant, sa moindre

précision limite son indication à l'enregistrement d'un faible nombre d'implants. Ici aussi il y a sept étapes cliniques.

1 - Dévissage des piliers de cicatrisation :

Les piliers de cicatrisation, mis en place lors de la dernière étape chirurgicale, sont dévissés. On procède aux mêmes vérifications au niveau de la gencive marginale et du rebord de l'implant.

2 - Vissage des transferts d'empreinte pop-up :

La fixation des transferts doit avoir lieu le plus rapidement possible après l'étape précédente. Le vissage est réalisé manuellement.



Pop-up + Plastic Cap

Transferts d'empreinte pop-up

3 - Contrôle radiographique du positionnement du transfert d'empreinte :

Une radiographie rétroalvéolaire est réalisée pour vérifier la mise en place correcte du pilier d'empreinte sur le col de l'implant. S'il existe un hiatus, il faut alors dévisser le transfert et déterminer l'origine de la gêne à l'insertion.

Dans la technique indirecte, il est peu conseillé de retoucher le transfert car cette retouche pourrait nuire à la précision de son repositionnement.

4 - Essayage du porte-empreinte :

Le porte-empreinte du commerce est essayé. Lors de l'essai, il ne doit interférer ni avec les tissus dentaires, ni avec les transferts.

5 - Réalisation de l'empreinte :

L'empreinte est réalisée à la manière d'une prothèse conventionnelle, en un temps, avec une ou deux viscosités en fonction du matériau choisi. Le matériau lourd est positionné dans le porte-empreinte, la cavité buccale est séchée et le matériau plus fluide est injecté autour des transferts d'empreinte. Le porte-empreinte garni est inséré en bouche. Une pression constante sur le porte-empreinte garantit son immobilité.

6 - Désinsertion de l'empreinte :

Au terme du temps de prise du matériau, le porte-empreinte est désinséré d'un geste bref de manière à minimiser les déformations.

7 - Dévissage des transferts d'empreinte et vissage des piliers de cicatrisation :

Les transferts d'empreinte sont dévissés. Les piliers de cicatrisation sont revissés, toujours le plus rapidement possible.

8 - Assemblage des couples transfert-analogue

Chaque transfert est vissé sur l'analogue de diamètre correspondant. La mise en place des couples transfert-analogue dans l'empreinte peut se faire au cabinet ou au laboratoire. Il est préférable d'éviter les insertion-désinsertions répétées des transferts dans l'empreinte pour ne pas créer de déformation de l'empreinte ce qui est source d'erreur pour la prothèse.

Lors du transport, l'empreinte contenant les transferts devra être soigneusement protégée afin de ne pas l'endommager.

Ces deux techniques d'empreintes dites conventionnelles nécessitent d'enregistrer l'arcade antagoniste par une empreinte classique type alginate. Il faut aussi renseigner au prothésiste la relation intermaxillaire pour le guider pour l'occlusion dans la réalisation des prothèses.

II. L'empreinte optique en implantologie

1- Principes de l'empreinte optique intra-orale

L'empreinte optique intra orale sur implant a pour but la numérisation c'est-à-dire l'enregistrement en trois dimensions de la position de l'implant en bouche.

En effet, on obtient après modélisation (étape d'infographie tridimensionnelle qui consiste à modéliser dans un logiciel un objet en 3D), la situation sub-gingivale de l'implant au sein de l'arcade dentaire (5).

L'empreinte optique intra-orale, a été inventée par François DURET dans les années 70 (6). Cette technique d'empreinte restait, jusqu'il y a peu de temps, le maillon faible de la chaîne numérique dans les cabinets dentaires du fait de la courbe d'apprentissage pour la maîtrise des gestes techniques et du coup d'investissement initial nécessaire à l'achat du matériel numérique.

Pour la réalisation d'une empreinte optique nous avons besoin d'une caméra et d'un ordinateur doté d'un logiciel de numérisation.

L'empreinte optique utilise un procédé exploitant la lumière pour enregistrer l'arcade dentaire en trois dimensions.

L'empreinte optique comporte deux étapes avant l'étape d'usinage :

- L'enregistrement optique, c'est-à-dire le captage.
- La modélisation en 3D.

2- L'enregistrement des données

Tout système CFAO (Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur) en odontologie débute par l'acquisition des données topographiques de la zone de travail et de l'arcade antagoniste.

Ces données analogiques sont alors converties en données numériques : chaque point est alors mathématiquement défini par des coordonnées x, y et z.

a- Les différents types de caméras

Aujourd'hui, une quinzaine de caméras permettent de faire des empreintes optiques 3D en bouche. Ces caméras utilisent sensiblement le même principe d'empreinte optique, mais avec des fonctionnalités cliniques différentes. Elles permettent une technique de prise d'empreinte plus rapide, précise et confortable.

Les systèmes de prise d'empreinte intra-orale peuvent se présenter sur «chariot » ou être portatives.

Les caméras Bluecam®, Omnicam® et Apollo DI® de Sirona™, la E4D Dentist® de D4D Technologie™, l'iTero® d'Align™, la Lava C.O.S® de 3M ESPETM et la TRIOS® de 3Shape™, sont les systèmes principalement utilisés en cabinet dentaire en France. Ces caméras sont sur chariot.



Système Cerec Bluecam® avec chariot et caméra

Les caméras portatives sont plus compactes que les caméras sur « chariot » et sont connectables sur un ordinateur via un port USB, Firewire ou via une station. Nous pouvons citer, par exemple : la Cyrtina® de Cyrtina Oratio™, la Detection Eye® de Zirkonzahn™ ou la Trios® de 3Shape™.



*Cyrtina IntraOralscanner, Oracio
Caméra portative*

Pour la réalisation de l’empreinte optique, l’opérateur a besoin :

- D’une unité de prise d’empreinte : un scanner tridimensionnel ou une caméra optique et un capteur CCD photographique (charges-couple-divise),
- D’un ordinateur avec un logiciel de modélisation pour numériser les données captées.

b- Les principes généraux des caméras

Une lumière monochrome est émise sur l’objet par un type de balayage qui diffère selon les scanners (7).

Les photons de cette source de lumière sont réfléchis vers le capteur du scanner en passant par une lentille. Les informations sur l’objet sont ainsi captées et seront analysées par numérisation.

La lumière émise diffère selon les fabricants : elle se différencie par la longueur d’onde choisie par chaque constructeur. Plus elle est courte, plus l’image sera précise. Par exemple elle est bleue (ultra-violets) pour le constructeur Sirona, rouge (infra-rouges) pour Cadent.

Les objets brillants (comme l’émail), miroitants ou transparents sont difficiles à numérisés car peu de photons sont réfléchis vers la caméra, c’est pourquoi certains fabricants préconisent la mise en place préalable de poudre

antireflets blanche qui permettra à plus de photons d'être réfléchis vers le capteur de la caméra.

Aujourd'hui certaines marques ont conçu des caméras qui n'ont pas besoin de cette poudre (comme iTero de Cadent® ou Cerec Omnicam de Sirona®).

3- La numérisation des données (8)

La numérisation des données acquises a pour but de reconstruire un objet en 3D qui représente un objet réel.

Ce procédé permet la conversion d'un signal lumineux en une suite de nombres. L'objet sera représenté par un ensemble de nombres réels. Ces nombres sont ensuite traités par un logiciel : c'est la modélisation.

Quelque ce soit la technique d'acquisition ou de numérisation tridimensionnelle utilisée, plusieurs captages sont réalisés pour permettre d'avoir un modèle volumique. Le logiciel utilisé superpose les parties communes de ces différents clichés et les met bout à bout.

Cette numérisation peut être faite par le praticien au cabinet dentaire s'il dispose de l'équipement dans sa totalité. Ou ce dernier peut l'adresser au prothésiste via un portail sécurisé sur internet. Les données sont alors transférées vers les logiciels de modélisation, sous un format de fichier STL.

Le traitement d'image est fait directement par un logiciel mathématique de CAO (Conception Assistée par Ordinateur), ce qui va permettre de réaliser la modélisation du modèle prothétique (9).

Avec ce système, les prothésistes n'ont plus l'utilité d'un scanner de table. Ainsi, les données issues de la numérisation 3D (caméras intra-orales ou scanners) sont exploitées directement.

Le praticien ou le prothésiste dessinent alors les contours de la future prothèse. La modélisation se fait à partir d'une bibliothèque d'images. Les

logiciels actuels permettent de reproduire tous les gestes effectués au laboratoire. Ils permettent, par exemple, de visualiser l'espace prothétique utilisable, de mettre en évidence les contre-dépouilles ou de tourner le modèle dans tous les sens de l'espace.

4- Cas clinique (10)

Pour illustrer ce propos voici un cas réalisé par le Dr Christian MOUSSALLY praticien à Paris pour réaliser la prothèse sur un implant unitaire posé au niveau de la 46 d'un de ses patients.

Nous allons nous intéresser uniquement aux étapes à partir de l'empreinte optique jusqu'à la pose de la restauration en bouche, le tout réalisé avec un système de Sirona.

Après un temps d'ostéointégration de l'implant de quatre mois, le pilier de cicatrisation est déposé et une première empreinte optique de la situation gingivale est alors réalisée.



Empreinte optique du profil gingival

Pour enregistrer la position de l'implant avec précision, l'empreinte à proprement dite, le Dr MOUSSALLY utilise un transfert spécifique aux empreintes optiques, composé d'une embase métallique longue (« ScanPost » - Sirona), et

d'un capuchon en plastique (« Scanbody ») présentant une forme de pyramide à base triangulaire.



ScanPost surmonté du Scanbody

Le « ScanPost » est transvissé sur l'implant. Sa bonne mise en place est contrôlée par un cliché radiographique rétroalvéolaire et le « Scanbody » est inséré sur le « ScanPost ». Un ergot détrompeur assure une seule position horaire du « Scanbody » sur le « ScanPost ».



ScanPost transvissé sur l'implant

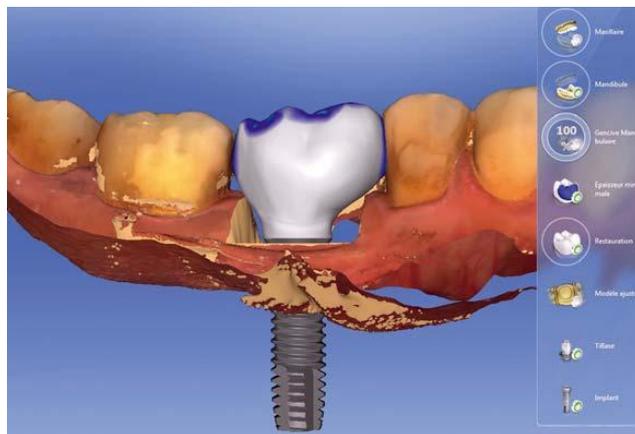
Surmonté du Scanbody

Une empreinte optique est alors réalisée avec ce dispositif en place. Le pilier de cicatrisation est ensuite remis en place et les empreintes optiques de l'antagoniste et de l'occlusion sont également réalisées.



Modélisation du modèle

La position exacte de l'implant est donnée par la référence du « ScanPost » et l'enregistrement de la forme pyramidale du « Scanbody ». Il est alors possible de modéliser la future restauration en tenant compte du profil d'émergence gingival.



Modélisation de la couronne en tenant compte du profil d'émergence.

Ici il a été possible de réaliser une couronne transviscée avec un puits d'accès à la vis de prothèse située en plein milieu de la face occlusale.

La couronne est réalisée en vitrocéramique à base de disilicate de lithium (« e.max CAD Abutment » Ivoclar Vivadent). La couronne est usinée dans un bloc déjà muni d'un puits central.

Après maquillage et glaçage, elle sera assemblée à une embase courte, en titane (« TiBase » Sirona).

Le pilier de cicatrisation est retiré et le « TiBase » est mise en place. La couronne est alors essayée. À ce stade, il est encore possible de réaliser un maquillage de correction.

La couronne est ensuite assemblée au « TiBase » préalablement sablé à l'aide d'une colle composite (« Multilink Hybrid Abutment HO 0 » Ivoclar Vivadent).

Les finitions (polissage du col) sont réalisées avant la mise en place de la restauration, ce qui garantit un parfait état de surface de la partie transgingivale.

La restauration est mise en place et, après radiographie de contrôle, la vis de prothèse est serrée à 20 N.cm (couple préconisé par le fabricant).



Résultat final en bouche.

Cette caméra permet d'exécuter une empreinte de façon rapide et précise. La visualisation de l'objet numérisé se fait en direct sur l'écran d'ordinateur via un flux vidéo en couleur : le modèle 3D se construit au fur et à mesure. On peut s'arrêter et reprendre l'opération.

L'enregistrement des tissus dentaires et gingivaux ne nécessite pas de poudrage ; ce qui apporte un gain de temps et d'ergonomie non négligeable. La tête de la caméra a des dimensions réduites ce qui facilite l'empreinte des sites postérieurs. L'enregistrement est possible si le patient est assis ou allongé pour une posture plus ergonomique.

La réalisation de l'ensemble de ces maillons de la chaîne numérique impose l'utilisation de dispositifs interopérables (systèmes de Cfa0 directe et d'imagerie 3D).

Il n'y a qu'un seul fabricant qui propose cette solution intégrée. Malgré ces points de discussion, il semble intéressant de montrer qu'il est aujourd'hui possible de réaliser l'ensemble des étapes menant à la réalisation d'une couronne unitaire implanto-portée sans avoir à réaliser d'empreinte conventionnelle ni de modèle de travail.

Ici le Dr MOUSSALLY était équipé de l'ensemble de l'équipement nécessaire à toutes les étapes de réalisation, il n'a pas eu à faire appel au prothésiste dentaire à aucun moment.

III. Comparaison entre l’empreinte conventionnelle et l’empreinte optique en implantologie

Il est maintenant intéressant de comparer les méthodes d’empreintes conventionnelles utilisées en implantologie avec la technique d’empreinte optique intra-orale que nous avons pu observer.

1- Etude comparative sur la mise en œuvre des empreintes en implantologie

Une étude américaine menée en 2013 à l’université de Médecine de Harvard avait pour but de comparer deux techniques d’empreintes sur implants : l’une traditionnelle à ciel fermé avec du silicone de moyenne viscosité, l’autre réalisée avec un système d’empreinte optique (11).

Cette étude avait pour objectif de comparer la technique elle-même de l’empreinte et non pas la qualité et la précision de l’empreinte. Les chercheurs cherchaient à connaître la préférence (via un questionnaire) de chaque opérateur pour telle ou telle technique.

Pour rendre cette étude la plus objective possible, l’université de Boston a pris comme opérateurs tests des étudiants en deuxième année d’odontologie. En effet, ces étudiants n’ayant jamais pratiqué d’empreintes sur implants, que ce soit traditionnellement ou numériquement, ils n’étaient pas influencés par leur expérience.

Les deux techniques d’empreintes ont été montrées et expliquées via une vidéo. Les empreintes ont été réalisées sur un modèle maxillaire sur lequel avait été placé préalablement un implant Straumann® au niveau de la 25. Ces modèles ont été placés sur mannequin afin de simuler l’empreinte au fauteuil.

Pour l’empreinte conventionnelle, les étudiants avaient à leur disposition des porte-empreintes de différentes tailles, de l’Aquisil Ultra Monophase de

Densply® et des transferts d'empreintes. L'empreinte de l'arcade antagoniste se faisant avec de l'Alginate.

Pour l'empreinte optique, ils ont utilisé le scanner intra-oral Cadent iTero™, et un Scanbody Straumann® pour donner la position de l'implant. Dix sept captures d'écrans étaient demandées pour avoir toutes les informations nécessaires à la fabrication d'un maître-modèle avec l'analogue d'implant.

Les empreintes des deux différentes techniques ont été examinées soigneusement pour être validées. Elles devaient être précises, sans bulles au niveau des faces occlusales, palatine, vestibulaire et proximales, ainsi qu'au niveau des dents proximales et antagonistes.

Si l'empreinte était jugée non satisfaisante, il fallait soit refaire l'empreinte avec du silicone soit refaire un autre scan.

Le temps de la préparation de l'empreinte et de l'empreinte elle-même a été mesuré en minutes et secondes (m/s).

La difficulté du travail des deux techniques a été appréciée grâce l'échelle d'Osgood (12) allant de 0 à 100. Pas difficile : 0 ; très difficile : 100.

Les résultats ont montrés :

- Le temps total de la réalisation de l'empreinte conventionnelle est de 24 minutes et 42 secondes (24m : 42 m /s) et de 12 minutes et 29 secondes (m /s) pour l'empreinte numérique avec un p-value < 0,001.

- Refaire l'empreinte à ciel fermé demandait 20 :00 m /s, contre 8 :54 m/s si on devait rescanner.

- 60% des étudiants préfèrent la technique d'empreinte numérique, 7% l'empreinte traditionnelle et 33% apprécient les deux techniques.

Pour conclure, cette étude a pu montrer un gain de temps et une préférence pour la technique d'empreinte optique. Reprendre une empreinte au silicone prends trois fois plus de temps que de refaire une prise d'image numérique. L'empreinte numérique est ressentie comme étant plus facile

d'utilisation par les opérateurs alors que l'empreinte conventionnelle requiert plus d'expérience.

Cependant, si une même étude était menée avec pour opérateurs des chirurgiens-dentistes qui pratiquent déjà depuis plusieurs années les résultats seraient certainement différents. L'expérience professionnelle du chirurgien-dentiste va influencer les résultats.

2- Etudes comparatives entre empreintes optiques et empreintes conventionnelles

On peut considérer que l'empreinte optique permet de supprimer un certain nombre de sources d'erreurs et d'imprécisions comparativement aux empreintes conventionnelles.

De nombreuses études ont déjà été menées pour essayer de comparer les résultats cliniques des prothèses produites après ces deux types d'empreintes. Il en ressort tout de même des résultats parfois contradictoires dans la littérature scientifique.

L'étude de Ender et Mehl menée en 2011 (13) a montré qu'il n'y avait pas de différence significative dans la précision des empreintes optiques réalisées avec le système CEREC Bluecam et des empreintes conventionnelles. Cette étude ayant été réalisée in-vitro.

Une autre étude menée par Syrek (14) et son équipe a elle mis en évidence que les limites marginales des couronnes réalisées à partir d'une empreinte optique étaient significativement plus précises que celles des couronnes produites après une empreinte conventionnelle.

Enfin, une étude intéressante menée par Michael McCracken (15) et son équipe en 2013 a cherché à comparer la facilité d'adaptation de couronnes produites après utilisation de l'empreinte optique ou d'une empreinte

conventionnelle en demandant à des praticiens de poser les couronnes sur les implants sans qu'ils sachent quelle technique d'empreinte avait été utilisée.

Pour cela ils ont comparé le temps mis pour l'insertion des couronnes en bouche, la quantité des retouches occlusales ou proximales et le ressenti clinique des praticiens.

L'étude a montré que le temps moyen mis pour insérer les couronnes produites après empreinte optique était entre 120 et 46 secondes. Pour les couronnes réalisées après empreinte conventionnelles ce temps est entre 243 et 130 secondes.

Sur le groupe de 9 patients ayant subi une empreinte conventionnelle 5 couronnes ont nécessitées des retouches occlusales avant la pose.

Sur le groupe de 9 patients ayant eu une empreinte optique, 1 couronne seulement a été retouchée avant d'être posée.

Pour ce qui est du ressenti clinique des praticiens les scores sont équivalents.

Quelque soit la technique d'empreinte utilisée le résultat final une fois la couronne posée est satisfaisant. Les auteurs concluent donc que la précision des deux méthodes est la même.

Cependant, les couronnes unitaires produites avec une empreinte optique au départ prennent significativement moins de temps lors de la pose que les couronnes fabriquées à partir d'empreinte classique.

3- Avantages de l'empreinte optique intra-orale (5,16)

Toutes les étapes d'empreintes conventionnelles dans le processus de fabrication des prothèses sur implants, présentent des risques d'erreurs

En plus des nombreuses distorsions dues aux matériaux eux mêmes, d'autres déformations de l'empreinte peuvent se produire par des erreurs commises lors du malaxage des matériaux, lors du vissage et dévissage des transferts, lors de la prise d'empreinte, lors de la désinsertion de l'empreinte, lors de la mise en place

des analogues d'implants, lors de son transport au laboratoire dentaire, et dans le laboratoire de prothèse lui-même où la gestion de l'humidité est compliquée. En effet, l'eau provoque ainsi une déformation du plâtre.

C'est pour pallier à tous ces inconvénients que l'empreinte optique va révolutionner l'étape d'enregistrement de l'implant. On peut parler de certains avantages à utiliser cette méthode.

- Précision

En évitant les problèmes de stabilité des matériaux par élimination de l'utilisation des matériaux à empreinte et du plâtre.

- Adaptation marginale des restaurations antérieures

Par la fabrication de piliers implantaires personnalisés (17).

- S'il manque une zone d'enregistrement

Lorsqu'une zone est mal enregistrée, en numérique, seule la zone mal définie est à nouveau enregistrée contrairement à l'empreinte classique, laquelle doit être refaite entièrement et prend au minimum 7 min.

- Gain de temps

Au fauteuil et au laboratoire (pas de coulée en plâtre et de technique de cire perdue). Le temps global est réduit d'environ 70%.

- Coût des composants

Aucun achat des transferts d'empreinte pour la technique utilisant les vis Encode, porte-empreinte, analogues d'implant et matériaux d'empreinte.

- Confort des patients

On évite les désagréments habituels qui accompagnent la prise d'empreinte (goût, odeur, réflexe nauséux, durée, rester la bouche ouverte longtemps...)

- Nombre de séances cliniques réduit

Deux rendez-vous suffisent. Un pour le balayage, l'autre pour la pose des prothèses définitives.

- Respect des tissus mous

Pour la technique utilisant la vis de cicatrisation Encode. Cette dernière n'est déposée que lors de la pose des prothèses évitant toutes déchirures des cellules gingivales créées lors de la cicatrisation. La technique utilisant les scanbodies demande une étape supplémentaire de dévissage des prothèses pour la mise en place des corps de scannage, comme pour la technique conventionnelle.

- Fabrication d'un pilier implantaire personnalisé

Celui-ci est adapté anatomiquement à la plateforme de l'implant contrairement au pilier implantaire usinés ou coulés.

- La correction d'angle par le logiciel

La supra-structure implantaire peut être situé jusqu'à 30 degrés par rapport à l'implant. Cette correction peut se faire directement par le logiciel sans passer par une étape de laboratoire.

- La diversité des matériaux

Le pilier implantaire personnalisé peut être fourni en zircone ou en titane.

4- Limites de l'empreinte optique intra-orale (5,16)

Même si la technique d'empreinte optique pour l'implantologie semble présenter de nombreux avantages il faut tout de même mettre en évidence certains facteurs qui peuvent faire pencher le choix du praticien en faveur des méthodes conventionnelles d'empreintes.

-L'expérience

Cette technique demande une certaine expérience en CFAO pour pouvoir entreprendre l'empreinte dans des brefs délais.

-Le coût

Les coûts d'investissement sont élevés au départ pour l'achat du matériel. Certaines caméras intra-orales peuvent coûter jusqu'à 36 000 euros ce qui peut constituer un frein à l'utilisation de cette méthode.

- Accès aux secteurs postérieurs

Dans certaines situation le balayage des parties postérieures sont difficiles voire impossibles comme pour les patients ayant une ouverture buccale limitée. Cependant on va se retrouver avec le même problème avec une technique d'empreinte conventionnelle.

- La présence de salive

Celle-ci peut perturber la précision de l'empreinte optique. Mais on retrouve ce problème également pour les techniques d'empreintes conventionnelles (18).

- L'utilisation de la poudre

Pour certaines caméras, l'épaisseur de la poudre peut compromettre la précision des empreintes (19). Cependant, une étude a montré qu'il n'y avait pas d'écart de précision entre l'empreinte utilisant de la poudre et l'empreinte extra-orale non poudrée sur un modèle en plâtre d'un même patient.

- Système fermé à une seule marque d'implant

Pour la technique utilisant la vis Encode® car l'utilisation de ce système est limitée à la mise en place exclusive d'implants Biomet 3i.

Conclusion

Nous ne pouvons pas affirmer aujourd'hui que l'empreinte optique intra-orale offre plus de précision que l'empreinte conventionnelle. Particulièrement l'empreinte à ciel ouvert (pick up), qui reste pour l'instant la référence en implantologie. En effet, à ce jour, encore très peu d'études cliniques ont été publiées et réalisées à ce sujet. De plus, nous ne pouvons pas estimer la durée de vie d'une réalisation prothétique supra-implantaire réalisée à partir d'une empreinte optique et son adaptation à long terme reste à prouver.

On peut prédire cependant que les techniques numériques vont s'imposer de plus en plus dans notre activité et vont considérablement évoluer dans les années à venir dans tous les domaines de la dentisterie. La CFAO est capable de répondre à la quasi-totalité des prothèses que désire réaliser le chirurgien-dentiste, du simple inlay aux reconstitutions implantaire les plus complexes.

De plus, compte tenu du coup actuel d'un équipement pour une chaîne complète de CFAO le seuil de rentabilité est encore difficile à atteindre, sans oublier la courbe d'apprentissage nécessaire à la maîtrise de la technique d'empreinte optique pour le chirurgien-dentiste non formé.

Même si la CFAO est aujourd'hui une technique fiable et éprouvée, elle reste encore perfectible et de nombreuses évolutions sont à venir. Si l'investissement semble encore lourd et que le coût n'a pas encore vraiment évolué à la baisse depuis une dizaine d'années, on sent que les possibilités qu'offre la CFAO vont rendre celle-ci incontournable dans les années à venir dans nos cabinets dentaires (20).

Bibliographie

1. JORDAN, Fabienne. L'empreinte optique. Le fil dentaire N°100 fev 2015, p36.
2. NATHAN S. BIMBAUM, HEIDI B. AARONSON. Dental Impressions using 3D Digital scanners: Virtual Becomes Reality. Compendium of continuing education in dentistry, 2008, pp. 28(8): 494, 496, 498-505.
3. DAVARPANAH, Mithridade. Empreinte implantaire : technique directe. <http://www.les-implants-dentaires.com/prothese/empreinte-indirecte.htm>
4. DAVARPANAH, Mithridade. Empreinte implantaire : technique indirecte. <http://www.les-implants-dentaires.com/prothese/empreinte-directe.htm>
5. ROQUES, Caroline. La CFAO dans la pratique quotidienne en cabinet dentaire et en laboratoire dans la région Midi-Pyrénées en 2013, étude épidémiologique. Université de Toulouse. Thèse 2014. <http://thesesante.ups-tlse.fr/336/1/2014TOU33002.pdf>
6. DURET, François. Histoire et résumé sur ma thèse" empreinte optique.". 2010.
7. DURET, François. Conférence sur la CFAO à Annecy. 2008.
8. Sirona., Operator's Manuel of. in Lab for Abitments V3.6X.
9. Manuel utilisateur Cerec 3. 228-232 : s.n., 2011.
10. MOUSSALLY, Christian. Cas clinique : <http://dento-reseau.com/blog/quand-limplantologie-rencontre-la-cfao>

11. SANG J Lee, GERMAN O Galluci. Digital vs conventional implant impressions : efficiency outcomes. *Clinical Oral Implant.* 2013, 24: 111-115.
12. OSGOOD Charles E. *Method and Theory in Experimental Psychology.* Oxford University Press, 1956.
13. ENDER A, MEHL A. Full arch scans: conventional versus digital impressions: an in vitro study. *Int. J. Comput. Dent.* 2011, pp. 14: 11-21.
14. SYREK A, REICH G, RANFTL D, KLEIN C, CERNY B. Clinical evaluation of all ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *Journal of Dentistry.* 2010, pp. 38: 553-9.
15. McCracken Michael. Comparison of optical and conventional impression techniques for implant crown fabrication. *The journal of implant and advanced clinical dentistry.* Vol. 5, No. 12. December 2013, p25-32.
16. ROLLAND, Nausicaa. Empreinte optique intra-oral pour la réalisation d'un pilier implantaire personnalisé. Université de Toulouse. Thèse 2014. <http://thesesante.ups-tlse.fr/379/1/2014TOU33008.pdf>
17. GROSSMANN Y, PASCIUTA M, FINGER IM. A novel technique using a coded healing abutment for the fabrication of a CAD/CAM titanium abutment for an implant supported restoration. *The journal of prosthetic Dentistry.* 2006, pp. 95: 258-61.
18. CARDELLI P, SCOTTI R, MONACO C. Clinical fitting of CAD/CAM zirconia single crowns generated from digital intraoral impressions based on active wave front sampling. *The Journal of Dentistry.* 2011.

19. DA COSTA JB, PELOGIA F, HAGEDORN B, FERRACANE JL. Evaluation of different methods of optical impression making 47 on the marginal gap of onlays created with CEREC 3D. Oper Dent. 2010, pp. 35: 324-9.

20. LANDWERLIN Olivier. Apports de la CFAO dentaire. Le fil dentaire N°100. Février 2015, p 40-41.

Table des matières

Introduction	3
I. Les techniques d’empreintes conventionnelles en implantologie... 4	4
1.L’empreinte en technique directe (à ciel ouvert).....	4
2.L’empreinte en technique indirecte (à ciel fermé).....	6
II. L’empreinte optique en implantologie.....	9
1.Principes de l’empreinte optique intra-orale.....	9
2.L’enregistrement des données	9
a.Les différents types de caméras	10
b.Les principes généraux des caméras	11
3.La numérisation des données	12
4.Cas clinique.....	13
III. Comparaison entre l’empreinte conventionnelle et l’empreinte optique en implantologie.....	18
1.Etude comparative sur la mise en œuvre des empreintes en implantologie.....	18
2.Etudes comparatives entre empreintes optiques et empreintes conventionnelles	20
3.Avantages de l’empreinte optique intra-orale.....	21
4.Limites de l’empreinte optique intra-orale	23
Conclusion	25
Bibliographie	26

Titre du mémoire :

Empreinte optique en implantologie

Résumé :

Les techniques d'empreintes conventionnelles en implantologie ont largement fait la preuve de leur efficacité et sont utilisées quotidiennement pour la réalisation des prothèses supra-implantaires. Les progrès des nouvelles technologies numériques, telles que la CFAO et l'empreinte optique, depuis les dix dernières années ouvrent maintenant la voie à des applications en implantologie. Cependant les études sur leur efficacité réelle sont encore peu nombreuses. De plus le recul clinique et les avantages comparativement à l'investissement que ces technologies nécessitent peuvent créer un frein à leur utilisation même si la révolution numérique est en marche.

Rubrique de classement :

Anatomie et chirurgie implantaire

Mots-clés : Implantologie, Empreinte numérique, CFAO

Enseignants : Mr le Professeur Jean-Michel PRADES

Mr le Professeur André MORIN

Mr le Docteur Robert GAUTHIER

Mr le Docteur Thomas JUERY

Mr le Docteur Philippe BUREAU

Adresse de l'auteur : 35 rue Denuzière
69002 LYON