snitem

Comi dent

DISPOSITIFS MÉDICAUX & PROGRÈS EN

SANTÉ BUCCO-DENTAIRE

ÉDITION **SEPTEMBRE 2018**

Sommaire

3 **PRÉFACE**

4 La dentisterie, une histoire ancienne

7 **HYGIÈNE**
Des dents saines dans un corps sain

11 **PARODONTIE**
La gencive au cœur des soins

13 **DÉTARTRAGE**
Pour des dents et des gencives en pleine santé

16 **CAPTEURS INTRA-ORAUX NUMÉRIQUES**
Vers une imagerie de précision

19 **CONE BEAM**
De la 2D à la 3D

22 **LOGICIELS D'IMAGERIE**
L'intelligence numérique au service du diagnostic et du soin

25 **SCANNERS INTRA-ORAUX**
Pour une prise d'empreinte optique rapide et confortable

28 **SOINS CONSERVATEURS**
De l'extraction à la préservation des dents

31 **IMPLANTOLOGIE**
Quand l'implant devient dent

34 **CFAO**
La réalisation de prothèses assistée par ordinateur

39 **TRAITEMENTS ORTHODONTIQUES**
Des techniques qui redonnent le sourire

43 **ÉCLAIRAGE**
Confort et efficacité de l'exercice

46 **INSTRUMENTATION DENTAIRE**
La précision et la fiabilité à portée de main

49 **FAUTEUIL DENTAIRE**
Le confort du patient et du professionnel

51 **COMPRESSEURS D'AIR**
Les poumons du cabinet dentaire

53 **GLOSSAIRE**
Les mots techniques ou scientifiques expliqués sont accompagnés dans le texte du symbole Ⓖ

56 **SOURCES ET REMERCIEMENTS**

SNITEM • Maison de la Mécanique - 39, rue Louis Blanc - CS30080 - 92038 La Défense Cedex • **COMIDENT** 31, Square Saint-Charles - 75012 Paris • *Directeur de la publication :* Éric Le Roy • *Responsables d'édition :* Nathalie Jarry, Céline Wurtz • *Rédacteurs :* Camille Grelle, Laure Martin, Nathalie Ratel, Grégoire Remund • *Édition déléguée :* Presse Infos Plus (www.presse-infosplus.fr) • *Maquette :* Didier Michon • Crédits photos, tous droits réservés : 3M, Actéon, Airel, Biotech Dental, Carestream Dental, Degré K, Dentsply Sirona, Dürr Dental, Fédération Française de la Brosserie, Ivoclar Vivadent, Komet, Kulzer, Phanie, Philips, Planmeca, Septodont, Straumann • *Impression :* Imprimerie de l'Étoile 61190 Tourouvre • Juin 2018 • ISBN : 979-10-93681-22-1

Préface

La santé bucco-dentaire, la science des multiples technologies

Pr Martine Bonnaure-Mallet
PU-PH en sciences biologiques, université Rennes 1 - Présidente de l'Institut français pour la Recherche odontologique (IFRO)

Rédiger un ouvrage sur l'innovation en santé bucco-dentaire est un défi de taille à plusieurs titres : ces dernières années des évolutions majeures dans toutes les disciplines dentaires ont vu le jour révolutionnant la filière « odontologie ». Ces évolutions évoluent au quotidien : comment mettre un point final ?

L'innovation en santé bucco-dentaire a ses caractéristiques propres : elle est pluridisciplinaire, multi-disciplinaire et multi-échelle. Elle embrasse un large éventail de technologies, alliant les plus nouvelles d'entre elles, notamment celles du numérique. L'innovation en santé bucco-dentaire est toujours au bénéfice du patient. Elle concerne tous les types d'innovations décrits dans le Manuel d'Oslo. Ainsi, l'innovation en matière de produits permet aujourd'hui de penser dentisterie micro-invasive, d'agir vers la régénération plutôt que la réparation. Les innovations de procédés sont en particulier marquées par la CAD-CAM, technologie digitale qui permet de concevoir et de fabriquer des prothèses de restauration dentaire précises et de la plus haute qualité. Elle se complète remarquablement avec les techniques d'empreinte dentaire numérique. L'innovation d'organisation est remarquable dans les cabinets de groupe où sont mutualisés les différents équipements de dernière génération (radiologie, chaîne d'asepsie) pour plus d'efficacité et de performances. Ces chaînes nouvelles font des cabinets dentaires des lieux où la médecine des 4P (prédictive, préventive, personnalisée et participative) est omniprésente. Les innovations dans notre profession contribuent à la mise en œuvre de la médecine de demain. Prédictive avec les nouveaux tests de diagnostics ; préventive avec les innovations dans les dentifrices, allant du dentifrice aux ingrédients naturels au dispositif médical ; personnalisée la médecine bucco-dentaire n'a jamais été une discipline où le semi-mesure a eu sa place ; participative car le patient reste maître de sa denture avec un praticien à son écoute. Il ne semble pas exister d'autres professions médicales où autant de technologies clés sont présentes et répondent déjà aux défis sociétaux de Hôpital 2020. Avec ses multi-interfaces, l'innovation en santé bucco-dentaire bouleversera encore la médecine de demain, le patient devant en être le cœur car rien ne saurait être conçu sans lui. Le tout doit être vu comme la résultante de partenariats forts entre des patients, des confrères, des scientifiques et des industriels. Cet ouvrage retrace avec brio les innovations en médecine bucco-dentaire et constitue une véritable bible de la culture scientifique, technique et industrielle. ■

La dentisterie, une histoire ancienne

Ancêtres des chirurgiens-dentistes, les barbiers officiaient souvent sur les foires et les marchés, parfois en boutique, pour arracher ou limer des dents, voire réaliser des plombages. Ils disparurent au XVIIe siècle. Progressivement, leurs successeurs, professionnels de santé diplômés d'État, exercèrent dans des cabinets dentaires ordonnés, aseptisés, équipés et médicalisés pour une dentisterie de qualité.

L'histoire de la médecine dentaire, étroitement liée à celle de l'histoire de la médecine, remonte à l'Antiquité. De fait, Hérodote, vers 450 av. J.-C., rapportait qu'en Égypte, *« chaque médecin soigne une maladie et une seule »* et que le pays est plein de médecins spécialistes des yeux, de la tête, du ventre ou encore des dents. *« Les Égyptiens remplaçaient des dents absentes par des systèmes en ivoire ou en sycomore maintenus par des fils d'or autour des autres dents*, détaille le Pr Pierre Colon, Professeur des universités et praticien hospitalier à l'hôpital Rothschild de Paris. *L'examen de bouche de momies a également révélé la présence de dents aurifiées. »* Puis les phéniciens, commerçants et grands voyageurs, répandirent les techniques égyptiennes de part et d'autre de la Méditerranée.

LE TOURNANT DU XVIe SIÈCLE

Après les *« arracheurs de dents »* du Moyen-Âge, *« vinrent les barbiers et ensuite les chirurgiens-dentistes,* poursuit le Dr Christine Lalanne dans son article *« L'art dentaire à travers les âges »*. Dès le XVIe siècle, le chirurgien et anatomiste français Ambroise Paré fit faire d'immenses progrès à la dentisterie : il permit l'apparition de nouvelles techniques, notamment celle de la prothèse amovible alors fabriquée à base de fémur de bœuf. Au XVIIIe siècle, le Dr Pierre Fauchard publia le premier traité de chirurgie dentaire. Il reconnut le sucre comme l'une des causes de la carie, précisa la technique de fraisage et de forage des dents et préconisa l'utilisation des plombages pour remplir les cavités dentaires. À la même époque, la

ÉGYPTE ANCIENNE

Les dents manquantes sont remplacées par de l'ivoire ou du sycomore maintenu par des fils d'or

XVIe SIÈCLE

Invention des prothèses amovibles, à base de fémur de bœuf

1728

Premier « Traité des dents », publié par le Dr Pierre Fauchard

technique de la prise d'empreinte dentaire fut décrite par le médecin allemand Mathias Geofroy Purman. Dès lors, les dents métalliques firent leur apparition.

DENTISTERIE MODERNE

« Au XIXe siècle furent créées les écoles dentaires, rappelle le Dr Lalanne. *Il se confirme alors que la dent est bien un organe vivant. »* Par ailleurs, les premiers cabinets dentaires dignes de ce nom apparurent, comprenant un fauteuil à accoudoirs, un crachoir et une armoire pour le rangement des instruments (roulettes, turbines, perceuses, sondes etc.), lesquels se développèrent considérablement à cette époque. Les progrès de l'anesthésie furent notables. *« Le gaz hilarant, utilisé depuis 1776, fut remplacé par l'éther et le chloroforme puis, en 1905, par la procaïne, anesthésique local mis au point par les chimistes allemands Alfred Einhorn et Emil Uhlfelder et, ultérieurement, par la lignocaïne »*, détaille le Pr Colon. En outre, la découverte des rayons X, en 1895, facilita l'exploration de la mâchoire. Ces trouvailles *« révolutionnèrent le diagnostic et la thérapeutique modernes »*, poursuit-il. En parallèle, les techniques et matériaux utilisés pour conserver, restaurer ou remplacer les dents, voire pour corriger leur malposition, se perfectionnèrent, notamment avec l'essor des dents en porcelaine (S.S. White), des amalgames dentaires (G.V. Black), des digues en caoutchouc (S.C. Barnum) ou encore, des appareils à porter la nuit (N.W. Kingsley). Dès lors, l'accent fut mis sur la biocompatibilité et la durabilité des matériaux posés en bouche, sur le confort pour le patient et sur l'esthétique. La conservation des tissus buccaux devint également une priorité, tandis que les praticiens apprirent que la dent était constituée d'émail à l'extérieur, de dentine et de pulpe à l'intérieur.

CHIFFRE CLÉ

60 à 90 %

Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), « 60 à 90 % des enfants scolarisés dans le monde ont des caries ».

(Source : Organisation mondiale de la santé, avril 2012)

CONSÉCRATION DE L'ODONTOLOGIE

Les XXe et XXIe siècles achevèrent d'asseoir l'odontologie comme une spécialité médicale à part entière, à la pointe de la technologie. D'une part, les diplômes d'odontologie furent reconnus comme diplômes d'État, en France comme à l'étranger, des doctorats furent créés et diverses disciplines dentaires acquirent leurs lettres de noblesse (parodontologie, implantologie, >>>

1973
Invention du concept de CFAO

DÉBUT DES ANNÉES 1980
L'instrumentation dentaire devient électrique

FIN DES ANNÉES 1980
Premier système de radiographie dentaire numérique intra-oral et premiers logiciels d'imagerie intra-orale

2007
Premiers appareils d'imagerie extra-orale à faisceau conique de rayons X (Cone Beam) combinant l'imagerie 2D et 3D

>>> chirurgie ou encore endodontie Ⓖ). D'autre part, les fauteuils motorisés ergonomiques, les appareils à air comprimé, les microscopes, les lasers, les localisateurs d'apex Ⓖ, les caméras extra et intra-buccales numériques (en deux et en trois dimensions) se généralisèrent dans les cabinets dentaires. Le développement de l'électricité et du numérique ne fut pas étranger à cette évolution. Parallèlement, les conditions d'hygiène et d'asepsie devinrent de plus en plus exigeantes pour les praticiens.

PERSPECTIVES D'AVENIR

Désormais, la conception et réalisation de couronnes, d'inlays Ⓖ ou encore de prothèses dentaires assistées par ordinateur, voire l'impression 3D bouleversent l'activité des chirurgiens-dentistes comme des prothésistes dentaires. Rapidité et précision sont les maîtres mots de ces techniques révolutionnaires qui devraient prendre encore plus d'ampleur dans les années à venir.
À terme, l'ingénierie tissulaire entrouvre des perspectives majeures pour l'odontologie, notamment la réparation de tissus et la dent *in vitro* implantée dans la bouche. L'essor du panel d'options thérapeutiques devra aller de pair avec le renforcement de la prévention et du dépistage des pathologies dentaires (caries, parodontites, lésions, cancers etc). Au-delà de l'hygiène bucco-dentaire classique (brossage des dents et bain de bouche) et de l'adaptation de l'alimentation, l'analyse génétique pourrait être envisagée. À partir de l'analyse *« des gènes codant pour les protéines de l'émail et de la dentine »*, par exemple, notamment pour des patients à risque (« 15 % des patients » environ), *« les mutations à l'origine des maladies carieuses et parodontales »* pourraient être identifiées et les patients concernés, faire *« l'objet d'attentions particulières »*, note le Pr Michel Goldberg dans l'ouvrage *« 40 ans de chirurgie dentaire »*. Ce dernier imagine également l'évaluation de la flore bactérienne *« à l'aide de sondes moléculaires adaptées »*. ■

LA CARIE, 3e FLÉAU MONDIAL

« La carie est apparue au Néolithique, lors de l'utilisation des céréales », selon le Dr Christine Lalanne. Ainsi, il n'y avait *« pas de carie chez l'homme de Néandertal »*. Diverses études *« réalisées sur des crânes d'époques variées »* révèlent qu'entre 2 000 et 1 000 ans avant notre ère, *« 1 individu sur 5 présentait au moins une carie »* et qu'à l'époque romaine, *« 1 individu sur 2 était atteint »*. De nos jours, *« 98 % de la population du globe est touchée, ce qui en fait le troisième fléau mondial derrière les maladies du cœur et des vaisseaux »*, insiste le Dr Lalanne.

SCANNERS INTRA-ORAUX

Pour une prise d'empreinte optique rapide et confortable

Dès le début des années 70, émerge l'idée de remplacer la prise d'empreinte dentaire à l'aide d'une pâte par une prise d'empreinte à l'aide d'une caméra numérique. Une révolution est en marche. Depuis, cette technique s'est enrichie des meilleures innovations en optique, électronique et informatique.

À QUOI ÇA SERT ?

Il est désormais possible d'enregistrer numériquement les reliefs bucco-dentaires, c'est-à-dire la surface des dents et des tissus muqueux, grâce à un scanner intra-oral ou caméra optique. On parle alors d'empreinte optique. Ce dispositif d'imagerie intra-orale en 3D, qui facilite la première étape de fabrication des prothèses personnalisées, évite l'inconfort de la pâte à empreinte dans la bouche qui pouvait provoquer des réflexes nauséeux. Il est par ailleurs devenu le complément indispensable du Cone Beam pour une planification chirurgicale – notamment implantaire – sécurisée.

COMMENT ÇA MARCHE ?

La caméra projette, à l'aide d'un embout inséré dans la bouche, un rayon lumineux sur la ou les dents souhaitée(s) puis analyse, à l'aide de capteurs, la déformation de la lumière ou de son intensité pour la plupart des équipements. Ceux-ci fournissent des signaux numériques à l'ordinateur qui reconstitue une surface 3D.

UNE HISTOIRE D'INNOVATIONS

L'empreinte optique vit le jour en France, dans l'esprit du Pr François Duret. *« J'avais 22 ans et j'étudiais à la faculté d'odontologie ainsi qu'à la faculté de sciences de Lyon,* se souvient-il. *À Noël, en 1970, après avoir discuté avec mes oncles, l'un chirurgien-dentiste et l'autre informaticien, j'ai eu l'idée du concept d'empreinte optique. Il m'a ensuite fallu de nombreux mois d'analyses et de recherches pour en faire quelque chose de construit et le décrire dans ma thèse, publiée en 1973. »*

ANALYSE DE LA LUMIÈRE

Le professeur imagina ainsi une caméra composée de quatre fibres optiques, deux pour projeter de la lumière monochromatique et deux pour capter les images. En 1980, il imagina un concept similaire avec de la lumière polychromatique, avant de revenir à la lumière monochromatique. *« L'objectif était de capter l'interférence de la lumière à l'aide de ces fibres »*, poursuit-il. Le système du Pr Duret mesurait ainsi la perturbation de la lumière sur la surface dentaire. *« L'analyse de cette perturbation permettait la modélisation numérique de la surface du volume dentaire »*, détaille-t-il. Cette empreinte était ensuite fixée sur un capteur numérique (capteur CCD) en quelques dixièmes de secondes.

Cette technique fut publiquement présentée à la faculté dentaire de l'université Paris Diderot en 1983, puis au Congrès de l'Association dentaire française (ADF) en 1985. Toutefois, après de nombreuses années de recherches et de développement, faute de moyens, ce projet français fut interrompu.

>>>

>>> CAMÉRAS NUMÉRIQUES

Des travaux similaires virent le jour aux États-Unis, au Japon ou encore en Suisse. Ainsi, en 1985, les Drs W. Mörmann et M. Brandestini développèrent une caméra buccale 3D pour la prise d'empreinte optique, surnommée « Lemon » (du fait de sa couleur jaune citron). Elle incluait un petit disque d'usinage pour la fabrication assistée par ordinateur de l'intérieur des inlays.

Lorsque les brevets de ces caméras passèrent dans le domaine public, dans les années 2010, le nombre de caméras intra-orales s'accrut. Certaines requéraient une poudre à déposer sur la partie à enregistrer pour pallier la transparence de l'émail dentaire, d'autres non. En dehors de cette particularité, elles reposaient toutes sur le même principe : elles enregistraient un grand nombre d'images, lesquelles étaient en quelque sorte assemblées pour restituer en 3D la surface du volume scanné. Le résultat obtenu devait ensuite, à l'aide d'un logiciel informatique, être affiné et homogénéisé. C'est toujours le cas aujourd'hui, que les caméras requièrent de la poudre ou non.

En parallèle, dès les années 90, des systèmes de scanners par micro palpages, ou « scanners numériques tactiles », furent initiés. Ils consistaient à enregistrer le relief de la dent par contact et balayage d'un micro palpeur sur sa surface. Malgré leur précision très satisfaisante, ils restaient volumineux et nécessitaient que la surface à enregistrer soit parfaitement immobile. Les scanners non tactiles, et c'est-à-dire optiques, connurent donc un réel essor.

UNE VINGTAINE DE SYSTÈMES

Il existe, aujourd'hui, plus d'une vingtaine de systèmes d'empreinte optique commercialisés dans le monde. Ils reposent essentiellement sur trois méthodes d'acquisition de l'image : la triangulation Ⓖ, la stéréoscopie Ⓖ et la focalisation/défocalisation. Ils sont plus robustes tout en étant plus légers qu'auparavant (100 à 800 grammes, contre près d'un kilogramme dans les premiers temps). Ils fonctionnent en mode vue par vue ou en mode rafale (série de photos prises extrêmement rapidement), avec une grande précision (jusqu'à 30 micromètres) ou encore, en mode dynamique type film continu (environ 30 images secondes). Ils sont en mesure d'éliminer certains éléments indésirables entrés dans le champ, tel que le pouce du chirurgien-dentiste, avant tout traitement sur ordinateur.

2 minutes

En moyenne, 2 à 5 minutes, en fonction de la situation clinique du patient, suffisent pour prendre l'empreinte optique d'une ou plusieurs dent(s) d'une même arcade et reconstruire l'image en 3D sur l'écran d'un ordinateur.

1973 — Le Pr Duret décrit le concept de l'empreinte optique intra-buccale

1983 — Première présentation publique du concept d'empreinte optique par l'équipe du Pr Duret

2010 — Essor des caméras numériques

2012-2013 — Premières images en couleurs

2016 — Lancement d'une caméra de nouvelle génération capable de capter des images en 3D sans projeter de lumière

Depuis 2012-2013, certains assurent un rendu des images en couleur, remplaçant ainsi le traditionnel noir et blanc pour le diagnostic en 3D. Enfin, les scanners disposent d'un support ou d'une vitre chauffante qui maintiennent leur tête à 37°C avant numérisation intra-orale afin d'éliminer le phénomène de buée qui empêche la prise d'empreinte.

MINIATURISATION ET FLEXIBILITÉ

« Ma fille et moi avons récemment développé, en partenariat avec le Centre national d'études spatiales (Cnes), une caméra de nouvelle génération, complète le Pr Duret. *Nous avons utilisé la méthode des satellites, capables de capter des images en 3D sans projeter de lumière. Cette caméra, au lieu de mesurer la lumière déformée, mesure directement l'objet et ses grains, ses bosses, ses creux etc. Petite et légère, puisqu'elle pèse 110 grammes, elle mesure également les couleurs directement sur la dent pour un meilleur rendu. Elle a été mise sur le marché en 2016. »* Le choix est donc vaste pour les praticiens. *« À l'heure actuelle, il n'existe plus un seul type d'empreinte qui nécessite encore le recours à l'empreinte conventionnelle à l'aide d'une pâte y compris récemment en prothèse totale »,* détaille le Pr Duret. L'équipement des chirurgiens-dentistes est toutefois encore en cours.

À l'avenir, les technologies iront vers une plus grande facilité d'utilisation et une plus grande maniabilité pour le chirurgien-dentiste pour plus de confort pour le patient. Plus petites, elles seront également encore plus précises. Enfin, la combinaison des données de l'empreinte optique avec celles du Cone Beam se généralisera de plus en plus pour de meilleurs diagnostics et de meilleures programmations chirurgicales. ■

CFAO

La réalisation de prothèses assistée par ordinateur

Depuis les années 2000, ont été développés des systèmes, particulièrement novateurs, de conception et de fabrication de prothèses dentaires assistées par ordinateur.

À QUOI ÇA SERT ?

En odontologie, la conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO) est une méthode numérique de réalisation des prothèses dentaires. Elle comprend trois étapes :
- l'empreinte optique de la bouche du patient ou, à défaut, la numérisation d'une empreinte conventionnelle ou d'un modèle en plâtre de la bouche du patient ;
- la modélisation informatique de la prothèse ;
- l'usinage de ladite prothèse par une machine-outil à commande numérique.

Celles-ci s'effectuent soit au cabinet dentaire, soit au cabinet dentaire puis au laboratoire du prothésiste dentaire, soit uniquement au laboratoire (lire encadré p.36). Certains logiciels permettent de modéliser non pas des prothèses mais des guides chirurgicaux sur mesure en implantologie. À noter que la prise d'empreinte, qu'elle soit optique ou conventionnelle, reste du ressort du cabinet dentaire.

COMMENT ÇA MARCHE ?

La phase d'empreinte optique, à l'aide d'une caméra optique, correspond à la phase d'acquisition des données. Elle s'effectue soit directement dans la bouche du patient soit à partir d'une empreinte de la bouche du patient réalisée à l'aide d'une pâte puis scannée dans un scanner de table. Les données numérisées (le format standard de fichier est le format STL) sont traitées, analysées et structurées *via* un logiciel informatique dédié. La prothèse, totale ou partielle, fixe ou amovible, est ensuite confectionnée à l'aide d'une usineuse ou d'une imprimante 3D, conformément au modèle numérique élaboré.

Cette confection se fait par soustraction de matière (en partant d'un bloc de matériau) ou par addition de matière (en fusionnant des particules de céramique, de métal ou de polymères par microfusion laser ou en superposant, couche par couche, des biomatériaux grâce à une imprimante 3D).

1973 — Le Pr Duret décrit le concept de l'empreinte optique intra-buccale

1983 — Première présentation publique du concept d'empreinte optique

1985 — Réalisation de la première couronne complète par CFAO en bouche et en congrès par l'équipe du Pr Duret

1985 — Première présentation du « Lemon »

UNE HISTOIRE D'INNOVATIONS

En 1973, le Pr François Duret, alors étudiant, n'envisagea pas seulement le concept d'empreinte optique. Il décrivit un système complet de fabrication de prothèse dentaire, impliquant la prise d'empreinte numérique des dents à restaurer, la modélisation desdites dents et de la prothèse sur l'écran d'ordinateur *via* un logiciel adéquat puis l'usinage de la prothèse selon les paramètres et les mesures définies sur l'ordinateur. *« Il posa ainsi les bases de ce qui allait devenir la CFAO en chirurgie-dentaire »,* détaille le Dr Christian Moussaly, chirurgien-dentiste. Le Pr Duret et son équipe réussirent d'ailleurs l'exploit de réaliser et sceller en direct une couronne une heure après l'empreinte optique, en novembre 1985.

« Le chirurgien-dentiste suisse, W. Mörmann, et l'ingénieur italien, M. Brandestini, mirent au point le "Lemon", commercialisé en Allemagne avant de l'être dans toute l'Europe puis dans le monde, poursuit le praticien. *Ce système de CFAO, à la différence de celui du Pr Duret, n'était, au début, pas axé sur la réalisation de couronnes, c'est-à-dire des restaurations complètes, mais sur la réalisation d'inlays, c'est-à-dire des restaurations partielles. »*

ESSOR DU « LEMON »

Pour diverses raisons dont l'absence de moyens, le système du Pr Duret ne put prospérer. *« Les modèles de W. Mörmann et de M. Brandestini,* >>>

2010

Essor des caméras numériques

DEPUIS LES ANNÉES 2010

Les caméras intra-orales se perfectionnent et facilitent la première étape de la CFAO ; de nouveaux matériaux plus adaptés à la CFAO apparaissent

2012-2013

Premières images en couleurs

>>> *eux, se répandirent et, dès 1994, permirent de réaliser un plus grand nombre de restaurations : des inlays mais aussi des onlays et des facettes puis, en 2000, des couronnes »,* explique le Dr Jean-François Chouraqui, chirurgien-dentiste. Le centre d'acquisition des images (caméra intra-buccale et ordinateur) fut par ailleurs séparé de l'unité d'usinage et le système informatique devint évolutif (comme l'était à l'origine le système du Pr Duret) : il permit ainsi d'incorporer, au fur et à mesure, des mises à jour fréquentes de logiciels. Parmi les plus marquantes, l'introduction, en 2003, de l'affichage de données en 3D pour la conception de la prothèse sur ordinateur ! *« Au départ, nous n'avions qu'une représentation plane des images que nous enregistrions. À partir de cette date, nous bénéficiions d'une représentation réelle en trois dimensions »*, insiste le Dr Moussally.

CFAO DIRECTE, CFAO SEMI-DIRECTE

Il existe trois types de CFAO en dentaire :

- la CFAO directe : l'ensemble des étapes est réalisé au cabinet dentaire, le plus souvent en une séance.
- La CFAO semi-directe : l'empreinte optique est réalisée au cabinet à l'aide d'une caméra intra-buccale et les données sont envoyées numériquement au laboratoire de prothèses, lequel se charge des deux dernières étapes.
- La CFAO indirecte : le chirurgien-dentiste prend une empreinte traditionnelle à l'aide d'une pâte à empreinte, le résultat est enregistré par un scanner de table au laboratoire de prothèses et le laboratoire confectionne numériquement la prothèse.

12

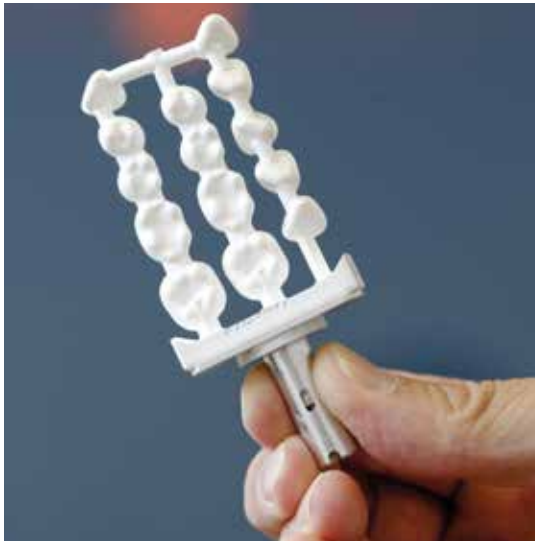
***« À l'heure actuelle, la CFAO dentaire représente un marché de 12 milliards d'euros dans le monde »,* précise le Pr François Duret.**

SYSTÈMES OUVERTS, SYSTÈMES FERMÉS

Par ailleurs, les premiers systèmes étaient fermés au sens informatique du terme. En clair, il fallait avoir la même marque depuis la caméra jusqu'à la machine à usiner pour que ces derniers soient compatibles. En 2005, apparurent les premiers systèmes ouverts grâce au langage de communication universel STL. Il fut, dès lors, possible d'acheter des appareils et des logiciels de fournisseurs différents. Ainsi, certains cabinets dentaires s'équipèrent de même que certains laboratoires de prothésistes, lesquels souhaitaient être en mesure de prendre en charge une partie des étapes de la CFAO. Cette technique avait pour avantage d'assurer la reproductibilité de certains paramètres pour une meilleure qualité des résultats et un meilleur confort des chirurgiens-dentistes, qui pouvaient retrouver certains de leurs réglages au dixième de micromètre près. Avec la CFAO, le caractère aléatoire et empirique du travail artisanal disparaissait.

CONFORT DU PATIENT

Elle avait également pour avantage d'être rapide et d'être réalisable en une seule séance au cabinet dentaire au lieu de deux séances espacées de sept jours au moins. *« Cela n'impliquait qu'un seul rendez-vous, qu'une seule anesthésie et beau-*



Prothèse assistée par ordinateur

LA CFAO POUR TRAITER L'APNÉE DU SOMMEIL

Couronnes, bridges, inlays, brackets orthodontiques… les applications de la CFAO dentaire sont nombreuses. Depuis 2008, les orthèses d'avancée mandibulaire peuvent également être conçues et fabriquées selon cette technique. Ces dispositifs sont indiqués dans le traitement des ronflements et de l'apnée du sommeil : elles gardent la mâchoire inférieure et la langue légèrement vers l'avant pour maintenir les voies aériennes ouvertes. Mises en place par un chirurgien-dentiste, elles sont prescrites par un médecin spécialiste du sommeil. Elles se présentent sous la forme de gouttières réalisées à la mesure du patient à l'aide d'une imprimante 3D et d'un matériau biocompatible, le polyamide 12, et ce, à partir d'une empreinte dentaire (empreinte physique ou empreinte numérique). Traditionnellement, ces orthèses étaient conçues à l'aide d'une plaque thermoformable, chauffée et moulée sur un modèle en plâtre. Cette nouvelle technique de conception par CFAO est plus précise et plus ajustable à la morphologie dentaire des patients, ce qui limite l'encombrement en bouche et favorise le confort des patients. Depuis début 2017, le procédé de fabrication de cette orthèse va au-delà de la CFAO : elle peut être désormais fabriquée selon un procédé 100 % numérique grâce à l'intégration des empreintes optiques, la conception des gouttières assistée par ordinateur, jusqu'à l'impression 3D de l'orthèse. Une étude européenne, menée auprès de plus de 70 patients, a démontré les bénéfices de ce procédé : moins d'ajustement pour le praticien et plus de confort pour les patients.

coup moins de risques, résume le Dr Chouraqui. *En effet, plus on obture rapidement une dent vivante, plus ses capacités cicatrisantes sont importantes. La CFAO facilite donc la récupération et réduit le risque de réactions post-opératoires. En comparaison, la technique traditionnelle implique la préparation de la dent, la prise d'empreinte, la pose d'un pansement puis, à la réception de la prothèse, de nouveau une anesthésie et, enfin, la pose de la prothèse. En attendant cette deuxième séance, le pansement provisoire peut tomber et la plaie dentaire s'infecter. La CFAO est donc plus conservatrice des dents vivantes. »* Certes, *« dans les premiers temps, la qualité des prothèses fabriquées par CFAO était décriée car peu esthétique. Par ailleurs, cette technique, bien qu'efficace, était très praticien-dépendant »,* reconnaît le praticien. Toutefois, *« dès les années 2000, les chirurgiens-dentistes, très soucieux de la qualité de leurs soins prothétiques, se sont perfectionnés à l'usage de la CFAO, ce qui a amélioré considérablement l'image de cette dernière ».* L'essor de l'empreinte numérique, grâce à l'essor des caméras intra-orales, renforça l'attrait pour la CFAO dans les années 2010. *« En 2012, apparurent les premières caméras permettant d'enregistrer les volumes bucco-dentaires en couleur et sans poudre à appliquer sur les dents »,* se remémore le Dr Moussally.

NOUVEAUX MATÉRIAUX

« Dans le même temps, les matériaux disponibles pour la fabrication d'inlays, d'onlays et de couronnes ont considérablement évolué », ajoute le Dr Chouraqui. Effectivement, il était souvent >>>

>>> reproché à la CFAO dentaire d'obliger à utiliser des matériaux conventionnels peu esthétiques car trop opaques (titane ou composites) ainsi que des céramiques fragilisées par l'usinage (microfractures). De nouvelles céramiques virent donc le jour, plus esthétiques et plus solides, ainsi que d'autres matériaux utilisables en CFAO : céramiques feldspathiques, vitrocéramiques renforcées à la leucite ou au disilicate de lithium, céramiques infiltrées de verre et céramiques polycristallines de type alumine et surtout zircone. Certaines résines furent également développées, notamment pour les inlays-onlays, renforcées avec de microcharges céramiques. Des recherches sont toujours en cours pour identifier de nouvelles solutions durables et biocompatibles afin d'élargir le choix des praticiens.

CFAO ET IMPRESSION 3D ?

« La CFAO, qui s'appuie sur une technologie numérique, révolutionne le processus prothétique », conclut le Pr Duret, inventeur du concept. Elle remplacera vraisemblablement, à terme, le *« schéma classique »* de réalisation des prothèses : prise d'empreinte à l'aide d'une pâte – élaboration d'un modèle en plâtre – coulage de la prothèse. Elle a en outre vocation, un jour, à fonctionner avec des imprimantes 3D à commande numérique dont le secteur dentaire, depuis plusieurs années, entrevoit le considérable potentiel. Cela nécessite, toutefois, que les laboratoires des prothésistes dentaires et les cabinets des chirurgiens-dentistes s'équipent. *« À l'heure actuelle, moins de 5 % des 35 000 chirurgiens-dentistes de France sont équipés de la chaîne complète de CFAO »*, évalue le Dr Chouraqui. ■

>>> la bouche (improprement appelé scialytique du nom d'une marque devenu un nom commun).
- L'éclairage sur chacun des instruments rotatifs, destiné à effacer les ombres portées de l'instrument à l'endroit où le dentiste est en train de travailler.
- Un éclairage fixé frontalement aux loupes dont se servent un très grand nombre de praticiens.

Chacun des dispositifs médicaux (DM) utilisent une ou plusieurs diodes électroluminescentes (LED), des systèmes optiques (miroirs, lentilles, réflecteurs) ainsi que des composants mécaniques permettant leur positionnement et leur manipulation. Ils doivent pouvoir être facilement nettoyés, désinfectés ou stérilisés de façon à préserver un environnement adéquat aux opérations et soins qui se succèdent afin d'éviter la contamination croisée d'un patient à un autre et de contingenter les risques nosocomiaux.

Aujourd'hui, tous ces dispositifs fonctionnent avec des LED blanches énergétiquement très performantes puisqu'il y a beaucoup de lumière pour peu de consommation électrique. Mais si elles ne sont pas choisies avec soin, elles peuvent générer du stress oxydant susceptible d'accélérer le vieillissement des yeux des praticiens et des assistantes dentaires.

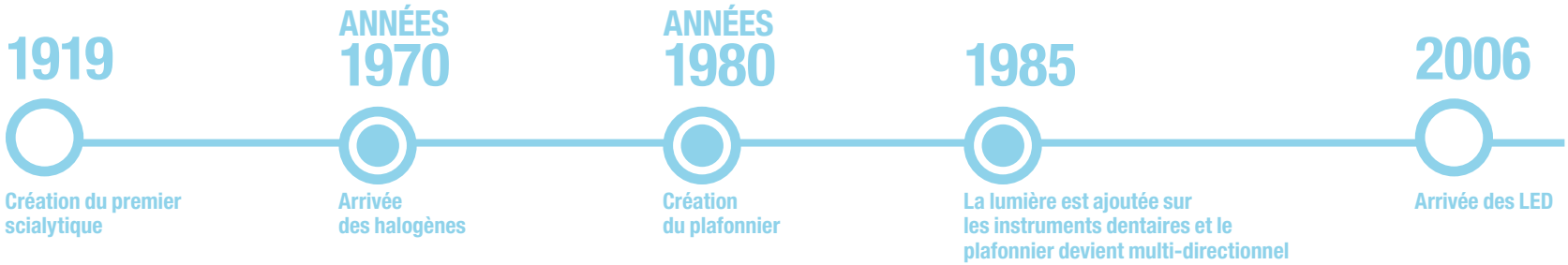
UNE HISTOIRE D'INNOVATIONS

Dès le début du XXe siècle, les chirurgiens ont cherché à s'équiper d'éclairages ne provoquant aucune ombre portée. Le Pr Louis Verain, de la faculté de médecine d'Alger, a déposé la marque « scialytique » en 1919. Sa « lampe opératoire buccale » était destinée – et l'est toujours – à éclairer le champ chirurgical, c'est-à-dire la bouche, sans ombre et à faire la liaison avec la zone de travail autour. Cette double fonction est importante car la vision centrale ne fonctionne bien que si la vision périphérique est bonne. À noter que le nom scialytique a été repris par une entreprise française à Lille.

Dans les années 70, l'arrivée des halogènes a permis la construction de lampes très petites et puissantes. Les scialytiques ont donc évolué dans ce sens mais les ingénieurs n'ont pas tenu compte de l'éclairage environnant, se contentant d'exploiter la puissance.

ÉCLAIRAGE « LUMIÈRE DU JOUR »

Dans les années 70, un éclairagiste, Charles Gamain, s'est intéressé à la physiologie de l'œil, à la physique de la lumière et à la colorimétrie. A l'origine, il fabriquait des éclairages pour les restaurateurs de tableaux au Louvre. Il s'est penché sur la problématique des chirurgiens-dentistes, ne comprenant pas qu'ils se servent uniquement d'une lampe unidirectionnelle pour soigner les dents. Il a donc créé un plafonnier professionnel recréant un « éclairage lumière du jour », lequel a considérablement modifié la pratique des chirurgiens-dentistes en France. D'un appareil éclairant la bouche et pas autour, les professionnels ont eu à leur disposition deux appareils pour éclairer le



champ opératoire et le champ périphérique : le scialytique et le plafonnier. Néanmoins, ils étaient toujours confrontés au problème des ombres portées des instruments dans le champ opératoire. Dans les années 80, la lumière a donc été directement rajoutée sur les instruments dont se sert le praticien pour dispenser ses soins. A la même période, le plafonnier a évolué pour devenir multidirectionnel afin d'éclairer uniformément toute la salle de soin. L'uniformité de l'éclairage offert par dispositif a permis de reproduire un éclairage dans la pièce de soins proche de l'éclairage extérieur.

ARRIVÉE DES LED

La dernière grande évolution date du milieu des années 2000, avec l'apparition des LED et la création du premier scialytique à LED et non plus à halogène. Les plafonniers en ont été dotés en 2010. Outre la longue durée de vie d'une LED, cela permet de produire de la lumière avec 5 fois moins d'électricité.

Cependant tous les éclairages dentaires LED entre 2006 et 2010 étaient équipés de LED froides à spectre irrégulier comportant une pointe de bleu toxique. L'Anses (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) a d'ailleurs lancé une alerte sur ce sujet fin 2010. Au même moment, un premier scialytique traitait cette problématique en émettant une lumière blanc neutre. Pour autant, la qualité spectrale des LED n'était pas aboutie. Ce n'est qu'en 2014 que les évolutions technologiques ont permis le développement d'un plafonnier conforme au D65, (étalon normatif de la lumière du jour), et en 2017 que quelques scialytiques ont été mis sur le marché avec des spectres se rapprochant suffisamment de la lumière naturelle.

Le chirurgien-dentiste peut dorénavant disposer d'une vision exacte des formes et des couleurs, son œil fonctionne au mieux de ses possibilités, il est moins fatigué. Il y a également moins de réflexion sur les dents et donc moins d'éblouissement. Aujourd'hui, les chirurgiens-dentistes n'ont plus besoin de tenir compte de la météo et de l'éclairage extérieur pour fixer les rendez-vous de prise de teinte pour les prothèses, par exemple.

La prochaine étape repose sur la généralisation de ces LED et leur application à tous les dispositifs utilisés par le chirurgien-dentiste. Cette technologie devrait déboucher sur une révolution extraordinaire : intégrer les LED à la peinture. La création de l'ambiance des cabinets pourrait donc se faire directement depuis les murs. ■

TÉMOIGNAGE

René Serfaty, chirurgien-dentiste, Maître de conférence des universités, praticien hospitalier, responsable du diplôme universitaire d'esthétique du sourire à la faculté de chirurgie dentaire de Strasbourg.

« En tant que chirurgien-dentiste, je pose des prothèses dentaires en céramique et pendant toute ma carrière, le choix de la couleur s'est fait plein nord, entre 11h00 et 15h00. Ce qui m'obligeait parfois à demander à mes patients de revenir. Depuis un an et demi, j'ai un nouveau plafonnier à LED D65 qui me permet de travailler comme si j'étais en pleine lumière du jour, quelle que soit l'heure et directement au fauteuil. Je bénéficie d'une stabilité et d'une reproductibilité de la couleur aussi proche que si le choix était effectué à la lumière du jour. C'est vraiment important car je fais beaucoup d'esthétique. Même le soir, lorsqu'on rentre dans la pièce de soins, j'ai toujours l'impression qu'elle est très bien illuminée. Cette belle lumière joue sur mon psychisme car je travaille dans des conditions plus agréables et en fin de journée, j'ai moins de fatigue au niveau des yeux. C'est un grand changement dans ma carrière. »

Quand l'épopée de l'innovation des dispositifs médicaux se confond avec l'extraordinaire histoire de la santé bucco-dentaire.

SNITEM
Maison de la Mécanique
39, rue Louis Blanc
CS30080
92038 La Défense Cedex

Tél. : 01 47 17 63 88

www.snitem.fr
info@snitem.fr

COMIDENT
31, Square Saint-Charles
75012 Paris

Tél. : 01 48 74 11 08

www.comident.fr
contact@comident.fr