HAL
open science

La CFAO au service de la prothèse amovible complète

Lola Jadoul

To cite this version:

Lola Jadoul. La CFAO au service de la prothèse amovible complète. Sciences du Vivant [q-bio]. 2020. hal-03298192

HAL Id: hal-03298192

https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03298192v1

Submitted on 23 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4
Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10
http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php
http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm

ACADÉMIE DE NANCY-METZ

UNIVERSITÉ DE LORRAINE

FACULTÉ D'ODONTOLOGIE DE LORRAINE

Année 2020 No 10997

THÈSE

POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 10 janvier 2020

par

Lola JADOUL
née le 21 mai 1993 à Bar le Duc (Meuse)

La CFAO au service de la prothèse amovible complète

Composition du jury :

Président : Pr. Pascal AMBROSINI

Membres : Dr. Claire JURAS

Dr. Sébastien CLERC

Directeur de thèse : Dr. Jacques SCHOUVER

Par délibération en date du 11 décembre 1972, la Faculté de Chirurgie Dentaire arrête que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

UNIVERSITÉ DE LORRAINE | FACULTÉ D'ODONTOLOGIE DE LORRAINE

Président : Professeur Pierre MUTZENHARDT *Doyen : Professeur Jean-Marc MARTRETTE*

Vice-Doyens : Dr Céline CLEMENT – Dr Rémy BALTHAZARD – Dr Anne-Sophie VAILLANT

Membres Honoraires : Dr L. BABEL – Pr. S. DURIVAUX – Pr A. FONTAINE – Pr G. JACQUART – Pr D. ROZENCWEIG - Pr ARTIS - Pr M. VIVIER

Doyens Honoraires : Pr J. VADOT, Pr J.P. LOUIS

Professeur émérite : Pr M-P FILLEUL

Département odontologie pédiatrique Sous-section 56-01	Mme	**DROZ Dominique**	Maître de conférences *
	Mme	JAGER Stéphanie	Maître de conférences *
	M.	PREVOST Jacques	Maître de conférences
	Mme	HERNANDEZ Magali	Maître de conférences *
	M.	LEFAURE Quentin	Assistant
	Mme	HOMBOURGER Morgane	Assistante
	Mme	FANGET Alexia	Assistante
Département orthopédie dento-faciale Sous-section 56-01	M.	**VANDE VANNET Bart**	Maître de conférences associé *
	Mme	SENG Marilyne	Assistante *
Département prévention, épidémiologie, économie de la santé, odontologie légale Sous-section 56-02	Mme	**CLÉMENT Céline**	Maître de conférences *
	M.	BAUDET Alexandre	Assistant *
	Mme	NASREDDINE Greyce	Assistante
Département parodontologie Sous-section 57-01	M.	**AMBROSINI Pascal**	Professeur des universités *
	Mme	BISSON Catherine	Maître de conférences *
	M.	JOSEPH David	Maître de conférences *
	M.	LACH Patrick	Assistant
	Mme	MAYER-COUPIN Florence	Assistante
	Mme	PAOLI Nathalie	Enseignante univ. – praticien attachée
Département chirurgie orale Sous-section 57-01	Mme	**GUILLET-THIBAULT Julie**	Maître de conférences *
	M.	BRAVETTI Pierre	Maître de conférences
	Mme	PHULPIN Bérengère	Maître de conférences *
	M.	CLERC Sébastien	Assistant*
	M.	VEYNACHTER Thomas	Assistant
	Mme	KICHENBRAND Charlène	Enseignante univ. – praticien attachée*
Département biologie orale Sous-section 57-01	M.	**YASUKAWA Kazutoyo**	Maître de conférences *
	M.	MARTRETTE Jean-Marc	Professeur des universités *
	Mme	EGLOFF-JURAS Claire	Maître de conférences *
Département dentisterie restauratrice, endodontie Sous-section 58-01	M.	**MORTIER Éric**	Professeur des universités *
	M.	AMORY Christophe	Maître de conférences
	M.	BALTHAZARD Rémy	Maître de conférences *
	M.	ENGELS-DEUTSCH Marc	Professeur des universités *
	M.	VINCENT Marin	Maître de conférences*
	Mme	GEBHARD Cécile	Assistante
	M.	GRABER Clément	Assistant
	M.	GIESS Renaud	Assistant *
Département prothèses Sous-section 58-01	M.	**DE MARCH Pascal**	Maître de conférences
	M.	SCHOUVER Jacques	Maître de conférences
	Mme	VAILLANT Anne-Sophie	Maître de conférences *
	Mme	CORNE Pascale	Maître de conférences *
	M.	CIESLAK Steve	Assistant
	M.	HIRTZ Pierre	Enseignant univ. – praticien attaché
	Mme	MOEHREL Bethsabée	Assistante
	M.	SYDA Paul-Marie	Assistant
	Mme	WILK Sabine	Assistante
Département fonction-dysfonction, imagerie, biomatériaux Sous-section 58-01	Mme	**STRAZIELLE Catherine**	Professeur des universités *
	Mme	MOBY (STUTZMANN) Vanessa	Maître de conférences *
	M.	SALOMON Jean-Pierre	Maître de conférences
	Mme	JANTZEN-OSSOLA Caroline	Assistante associée

Souligné : ***responsable de département*** * temps plein **Mis à jour le 18/11/2019**

Remerciements aux membres du jury

A NOTRE PRÉSIDENT DE JURY,

Monsieur le professeur Pascal AMBROSINI

Docteur en chirurgie dentaire

Vice-doyen au budget et aux affaires hospitalières

Habilité à diriger des recherches

Professeur des Universités – Praticien Hospitalier

Responsable de la sous-section : Parodontologie

Vous nous avez fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse, nous tenions à vous assurer ici de notre sincère gratitude.

Nous avons pu apprécier tout l'intérêt que vous avez porté à ce travail et votre disponibilité.

Veuillez trouver ici le témoignage de notre reconnaissance et de notre respect.

A NOTRE DIRECTEUR DE THÈSE,

Monsieur le Docteur Jacques SCHOUVER

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Sciences Odontologiques

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section : Prothèses

Vous nous avez fait le grand honneur de nous diriger dans ce travail.

Nous vous sommes infiniment reconnaissants pour votre implication, votre soutien et votre patience pour la rédaction de ce travail.

Nous vous remercions pour la qualité de votre enseignement et vos conseils tout au long de nos études. Merci de nous avoir transmis votre intérêt pour la prothèse.

Veuillez trouver ici le témoignage de notre profonde estime.

A NOTRE JUGE,

Madame le docteur Claire JURAS

Docteur en chirurgie dentaire

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section : Prothèses

Nous vous remercions d'avoir accepté de faire partie de ce jury.

Nous vous remercions pour vos conseils et votre aide lors de nos années d'études. Vous nous avez beaucoup apporté et beaucoup appris.

Veuillez trouver ici le témoignage de notre gratitude et de notre profond respect.

A NOTRE JUGE,

Monsieur le Docteur Sébastien CLERC

Docteur en chirurgie dentaire

Assistant hospitalo-universitaire

Sous-section : Chirurgie

Nous vous remercions chaleureusement d'avoir accepté de vous joindre à notre jury de thèse.

Nous vous remercions pour votre disponibilité, vos conseils et votre aide lors de nos années d'étude, vous nous avez beaucoup apporté.

Veuillez trouver ici le témoignage de notre estime et de notre profond respect.

Autres remerciements

A ma famille, merci pour l'amour et le soutien que vous m'apportez chaque jour. Merci aussi d'avoir toujours cru en moi, de m'avoir encouragée. Je vous aime profondément.

A mes amis, merci à vous pour toutes ces merveilleuses années d'étude que vous avez résolument rendues exceptionnelles et inoubliables.

Sommaire

Table des figures

Table des tableaux

Introduction

I. Généralités

1. Définitions

a. Prothèse amovible complète (PAC)

b. CFAO

2. Protocole conventionnel de conception d'une PAC : Rappels

a. Analyse clinique
- Questionnaire et examen exo buccal
  - Allergies
  - Psychologie et motivation
- Examen endo buccal
  - La salive
  - La langue
  - La résorption osseuse

b. Empreintes primaires

c. Empreintes secondaires

d. Enregistrement des relations intermaxillaires

e. Essayage

f. Pose de la prothèse

II. Descriptions de protocoles de réalisation de PAC intégrant le flux numérique

1. Le système Ivoclar : Wieland Digital Denture®

a. Première séance clinique

b. Première séance laboratoire

c. Deuxième séance clinique

d. Deuxième séance laboratoire

e. Troisième séance clinique

f. Troisième séance laboratoire

g. Quatrième séance clinique

2. Avadent® par le laboratoire Global Dental Science

a. La prise d'empreintes

b. Enregistrement des relations intermaxillaires

c. Enregistrement des différents repères

d. Au laboratoire

e. Insertion prothétique au second rendez-vous

3. Whole You Wexteeth® (Dentca)

4. Baltic Denture System® de Merz dental

5. Autres

6. Récapitulatif

III. Intérêts et limites du passage au numérique chez l'édenté

1. Pour le patient

a. Propriétés de surface et biocompatibilité
- Propriétés de surface
  - La rugosité
  - Le caractère hydrophile
  - La tension superficielle de la surface
- Biocompatibilité

b. Propriétés mécaniques et rhéologiques
- Dureté de surface et rigidité
- Résistance à la flexion
- Ténacité

c. Adaptation, stabilité, rétention

d. Occlusion

- Polymérisation
- Clé de montage
- Gabarit d'essayage en PMMA
- Technique du point d'appui central
- Pas aussi personnalisable que la méthode conventionnelle

d. Esthétique et autre

- Évaluation subjective du résultat final
- Le *smile design*
- La gravure

2. Pour le praticien

a. Satisfaction du patient

b. Nombre de séances, temps de travail et coûts

- Nombre de séances cliniques
- Temps au fauteuil
- Coûts

c. Communication et conservation des données

- Communication avec le patient
- Communication avec le prothésiste
- Conservation des données et duplication

d. Accessibilité et facilité de mise en pratique, courbe d'apprentissage

e. L'étape d'essayage

3. Pour le prothésiste

a. Temps de travail et coûts

b. Courbe d'apprentissage

c. Transformation du métier

d. Qualité constante

e. Réglementations nombreuses

4. Tableau récapitulatif pour y voir plus clair

Conclusion

Références bibliographiques

Table des figures :

Figure 1 : Rétracteur à empreinte.
Figure 2 : Rétracteur à empreinte mis en place afin de scanner la crête maxillaire.
Figure 3 : Image numérique obtenue après scannage intra-buccal à l'aide du rétracteur à empreinte.
Figure 4 : Centric Tray® avec les empreintes des crêtes édentées maxillaire et mandibulaire.
Figure 5 : Centric Tray assemblé à l'UTS-CAD®.
Figure 6 : Parallélisation de l'UTS-CAD® avec les plans bi-pupillaire et de camper du patient.
Figure 7 et 8 : Indicateurs de valeurs sur les deux échelles différentes.
Figure 9 : Porte-empreinte individuel dessiné numériquement par le prothésiste puis usiné.
Figure 10 et 11 : Mise en place du Gnathometer CAD® sur les PEI maxillaire et mandibulaire.
Figure 12 : Mise en place d'un colorant sur la plaque d'enregistrement mandibulaire pour recueillir le tracé.
Figure 13 : Tracé de l'arc gothique de Gysi obtenu.
Figure 14 : Mise ne place de la plaque de fixation.
Figure 15 : Enregistrement final obtenu au cours de la deuxième séance clinique.
Figure 16 : Proposition d'un montage des dents virtuel par le logiciel.
Figure 17 : Gabarits d'essayage bi-maxillaires en résine PMMA.
Figures 18 et 19 : Essayage des gabarits.
Figure 20 : Visualisation de la future clé d'aide au montage des dents.
Figure 21 : Mise en place de la colle dans les alvéoles.
Figure 22 : Mise en place des dents en résine dans leur alvéole respective.
Figure 23 : Apposition de la clé de montage pour empêcher tout déplacement au cours de la polymérisation.
Figure 24 à 27 : Vues externes et internes des prothèses amovibles complètes finies.
Figure 28 : Porte-empreintes fournis par le laboratoire Avadent.
Figure 29 : Porte-empreinte chauffé dans l'eau à 70°.
Figure 30 : Mis en place du porte-empreinte chauffé en bouche pour l'ajuster.

Figure 31 : Enregistrement au Putty de l'intrados de la prothèse existante du patient.
Figure 32 : Adaptation du porte-empreinte à l'enregistrement Putty.
Figure 33 : Empreinte fonctionnelle maxillaire.
Figure 34 : Éléments maxillaires et mandibulaire de l'AMD®.
Figure 35 : Mesure de la DVO.
Figures 36 : Mise en place du silicone sur l'élément maxillaire de l'AMD.
Figure 37 : Enregistrement des empreintes maxillaire et mandibulaire.
Figure 38 : Réglage de la tige de maintien à la DVO souhaitée.
Figures 39 à 41 : Parallélisation de la règle avec la ligne bi-pupillaire de la patiente.
Figure 42 : Réglage du soutien de lèvre avec le tournevis fourni par Avadent.
Figures 43 et 44 : Choix des futures dents.
Figure 45 : Enregistrement final obtenu à la fin de la première séance clinique.
Figure 46 : Gravure de la prothèse au niveau de l'extrados.
Figures 47 : Porte-empreintes avec parties postérieures détachables.
Figure 48 : Empreintes fonctionnelles avec découpe de la partie postérieure pour enregistrer les RIM.
Figure 49 : Ajustement du stylet à la DVO choisie.
Figure 50 : Enregistrement final obtenu au cours de la première séance clinique.
Figure 51 : Mesure de la longueur de la lèvre.
Figure 52 : Porte-empreintes supérieur et inférieur, BD Key®Plane et BD Key®Fin.
Figure 53 : Pâte thermoplastique mise en place dans le porte-empreinte maxillaire pour faciliter le repositionnement.
Figure 54 : Parallélisation du système au plan de Camper et à la ligne médiane du visage de la patiente.
Figure 55 : Mise en place de pâte thermoplastique dans le porte-empreinte mandibulaire.
Figure 56 : Fiche laboratoire à remplir pour le Baltic Denture système.
Figure 57 : Différentes surfaces finies des prothèses agrandies.
Figure 58 : Disque de résine conventionnelle observé au microscope.
Figure 59 : Disque pré-polymérisé puis fraisé par usineuse observé au microscope.
Figure 60 : Adaptation des bases des différentes techniques montrées par un code couleur.
Figure 61 : Mise en place de la clé d'aide au montage une fois les dents apposées et avant polymérisation.

Figure 62 : Gabarits d’essayage maxillaire et mandibulaire en résine PMMA.

Figure 63 : Prothèse amovible complète bi-maxillaire finie.

Figure 64 : Gabarits d’essai monochromes avec partie gingivale recouverte de cire rose pour un meilleur rendu esthétique.

Table des tableaux

Tableau 1 : Récapitulatif des étapes des 4 laboratoires CFAO comparées à la méthode conventionnelle.
Tableau 2 : Tableau rassemblant les études concernant la rugosité de surface des prothèses complètes.
Tableau 3 : Les études concernant la polymérisation des bases de prothèses complètes.
Tableau 4 : Les études concernant la dureté de surface des prothèses complètes.
Tableau 5 : Les études concernant le module d'élasticité des bases de prothèses complètes.
Tableau 6 : Les études concernant la résistance à la flexion des bases de prothèses complètes.
Tableau 7 : Les études concernant l'adaptation des bases prothétiques.
Tableau 8 : Les études concernant le rendu esthétique des prothèses complètes.
Tableau 9 : Comparaison des temps de travail entre les 2 méthodes.
Tableau 10 : Comparaison des coûts engendrés par les 2 méthodes.
Tableau 11 : Rendements horaires pour les deux techniques différentes.
Tableau 12 : Étude des équipements CFAO et effectifs dans les laboratoires en fonction de la croissance.
Tableau 13 : Récapitulatif des intérêts et limites de la méthode CFAO.

Introduction

Notre génération ne peut que constater le vieillissement de la population dû à une espérance de vie croissante. Ce phénomène se répercute au cabinet dentaire par une augmentation du nombre de personnes édentées. L'édentement total ayant d'importantes conséquences sur la qualité de vie d'un patient, il semble indispensable d'être capable de restaurer ces pertes dentaires au mieux.

Malgré les progrès en implantologie, certains facteurs contre-indiquent ou ne permettent pas la réalisation d'une Prothèse Amovible Complète Stabilisée par des Implants ou PACSI (pathologies générales, critères anatomiques non favorables, aspect financier).

La prothèse amovible complète « traditionnelle » reste donc une solution prothétique actuelle. Elle doit impérativement répondre au mieux aux attentes esthétiques et fonctionnelles des patients et des praticiens, tout en conservant la bonne santé de l'appareil manducateur (Primum Non Nocere).

Cependant cette discipline est exigeante et peut parfois sembler mise de côté. En effet les chirurgiens-dentistes peuvent se trouver frustrés devant des résultats insatisfaisants, malgré leur implication, en collaboration avec leur laboratoire. Les méthodes de réalisation d'une prothèse amovible complète peuvent sembler obsolètes car immuables depuis plus de cinquante ans.

Grâce à de réelles avancées en technologies numériques, la prothèse amovible complète est maintenant inscrite dans les possibilités offertes par la CFAO. L'objectif de cette thèse est d'analyser si ces nouvelles techniques vont permettre d'améliorer, ou peut-être remplacer les protocoles conventionnels.

La réalisation de prothèses complètes par CFAO est-elle au point pour répondre au mieux aux attentes des patients édentés ; mais aussi à celles des praticiens et des prothésistes ?

Pour répondre à cette interrogation, nous avons opté pour une recherche d'articles sur PubMed entre les années 2016 et 2019 (incluses). Un tableau comparatif des deux techniques (la méthode conventionnelle et la méthode numérique) référençant différents critères de jugement sera alors dressé.

I. Généralités

1. Définitions

a. Prothèse amovible complète (PAC)

Une prothèse amovible complète est un dispositif médical conçu sur mesure afin de réhabiliter un patient édenté total. Celui-ci restaure ou améliore l'esthétique, et rétablit les fonctions de l'appareil manducateur (mastication, phonation). Il est composé d'une base en résine polyméthacrylate de méthyle avec des dents en résine ou céramique, montées selon un concept occlusal bien particulier : l'occlusion balancée.
Cette prothèse peut être transitoire ou définitive, et immédiate ou différée en fonction du temps de cicatrisation laissé. Elle peut également être retenue par des implants (PACSI), ce qui améliore nettement la rétention et stabilisation. [29]
Nous traiterons uniquement la prothèse amovible complète définitive, et non retenue par des implants dans ce travail.

b. CFAO

La CFAO est une méthode de conception et de fabrication assistées par ordinateur. Les domaines d'application sont nombreux, et notamment en odontologie, depuis le début des années 1980. Elle était particulièrement utilisée à l'origine pour la prothèse fixe telle que des couronnes ou bridges avec peu d'éléments ; mais s'étend aujourd'hui à la prothèse amovible, partielle comme complète. [47]
Une partie de la chaîne de production devient donc automatisée, avec l'aide d'outils numériques et informatiques.
On recense différentes méthodes à mettre en place au cabinet dentaire :

- La CFAO directe : Le praticien procède lui-même à la conception et fabrication du produit final, possédant le matériel au cabinet dentaire (scanner, logiciel, usineuse) ;
- La CFAO indirecte : Le praticien envoie au laboratoire les données enregistrées et le prothésiste intervient cette fois-ci pour la conception et l'usinage du travail demandé. [18]

Habituellement, le praticien enregistre une empreinte optique à l'aide d'un scanner directement en bouche, afin d'obtenir un fichier numérique (au format STL). Viennent ensuite la modélisation et la conception à l'aide d'un logiciel adjuvant. Plusieurs praticiens ont tenté cette méthode, dans l'optique de gagner du temps et en précision. Cependant, en PAC, une empreinte dynamique, très précise des fonds de vestibule et tissus mous est nécessaire. Ceci implique quelques modifications. Par exemple en Corée du Sud, un « rétracteur à empreinte » est fabriqué et utilisé à cet effet :

Figure 1 : Rétracteur à empreinte.

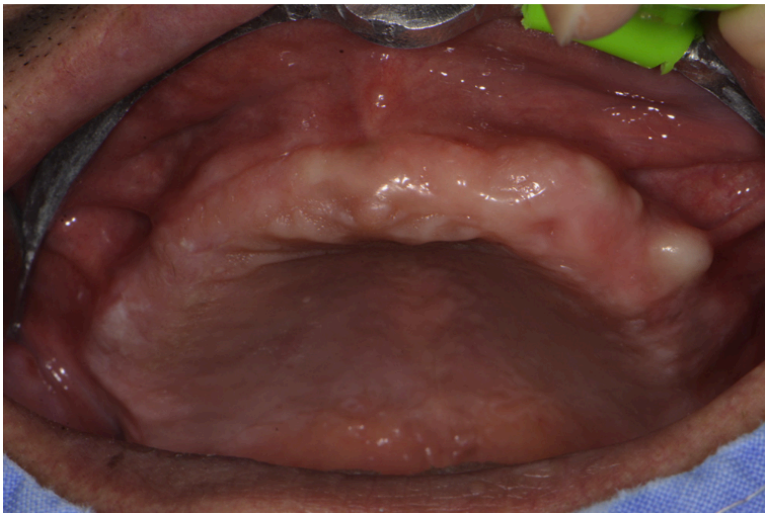


Figure 2 : Rétracteur à empreinte mis en place afin de scanner la crête maxillaire.

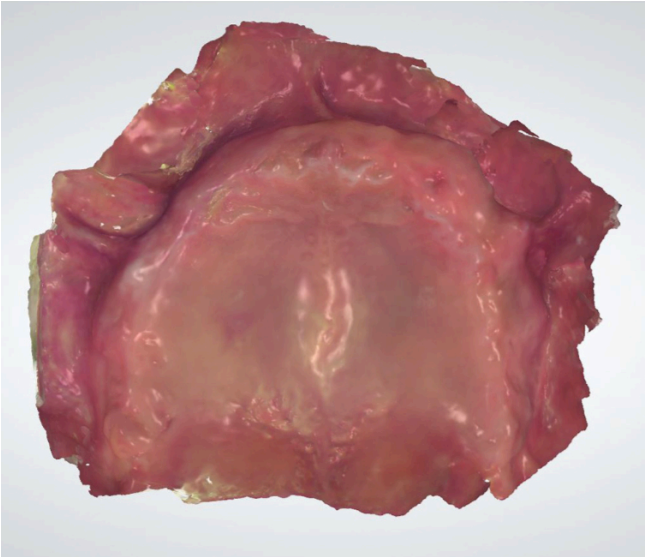


Figure 3 : Image numérique obtenue après scannage intra-buccal à l'aide du rétracteur à empreinte.

On enregistre une situation avec un étirement « manuel », à l'aide du rétracteur, ce qui peut fausser les limites de l'empreinte et donc de la future prothèse,
Les recherches sont constantes à ce sujet, et des perspectives d'avenir sont envisageables. Pour l'instant le protocole d'empreinte optique intra-buccale est très fastidieux et bien plus chronophage qu'une empreinte conventionnelle. [15]
Nous décrirons donc dans ce travail uniquement l'empreinte optique extra-buccale d'une empreinte physico-chimique réalisée de manière habituelle.

2. Protocole de conception d'une PAC conventionnelle : Rappels

a. L'analyse clinique

C'est une étape primordiale dans le traitement d'un édentement, comme dans chaque traitement prothétique. La supprimer reviendrait à prendre un énorme risque pour la réussite de la thérapeutique.
Le clinicien récolte les renseignements pour la réalisation du traitement (diagnostic, états initiaux anatomique et physiologique, radiographies et photographies, examen psychologique : doléances du patient, besoins, motivation). [39]

- Questionnaire et examen exobuccal :

  - Allergies :

Les composants provoquant ces réactions sont les colorants ou méthacrylates des résines. Ces situations sont rares, il faut bien distinguer l'intolérance de l'allergie vraie. Lors d'une intolérance, seules les muqueuses au contact de la surface d'appui de la prothèse seront inflammées. Les causes sont multiples et peuvent être supprimées :

- Surface prothétique irritante, non suffisamment polie.
- Hygiène non satisfaisante, qui provoque une stomatite.
- Relations intermaxillaires et occlusion inexactes, ce qui génère des blessures par pression.

L'allergie vraie, elle, est une réaction aux monomères libres si la polymérisation au laboratoire n'est pas suffisante. Cette fois ci, l'ensemble des muqueuses en contact avec le dispositif médical (la langue et les joues également) est concerné. [29]

Pour rappel : la polymérisation est la transformation des monomères libres en polymères. Si la polymérisation est incomplète, tous les monomères ne sont pas convertis en polymères et il subsiste des monomères libres, responsables de cette toxicité.

Le prothésiste doit donc impérativement respecter les temps et températures de polymérisation recommandés par les fabricants de résines.

  - Psychologie et motivation :

L'acceptation de l'édentement et du port d'une prothèse amovible complète est pénible car les dents ont psychologiquement une forte symbolique. Il est essentiel d'éclairer le patient sur les désagréments probables une fois la thérapeutique achevée. En effet, au mieux, le patient récupèrera un cinquième de l'efficacité masticatoire d'un sujet aux dents saines. [29]

- Examen endo buccal :

  - La salive :

Une hypo salivation est responsable de la diminution significative de la qualité de vie chez les sujets âgés. Elle est plus souvent la conséquence d'une poly médication que de l'âge des patients lui-même.

Cette sécrétion buccale, est tout d'abord nécessaire au maintien de l'hygiène de la cavité orale. Lorsque le patient est édenté, la présence de salive en quantité et de qualité devient d'autant plus indispensable. Elle joue en effet le rôle d'interface entre la muqueuse et la prothèse pour établir ce qu'on appelle : le joint périphérique, responsable de la rétention prothétique. [29]

Il est donc de notre devoir de détecter une hyposialie ou asialie lors de l'examen clinique grâce à un test simple : il suffit de passer le doigt sur la muqueuse :

- le doigt adhère aux tissus mous : trop peu de salive ;
- la salive s'étire entre deux doigts : qualité satisfaisante.

Si notre patient est victime d'une hyposalivation médicamenteuse, il faudra contacter le médecin traitant, qui pourra peut-être corriger ses prescriptions.

En cas d'impossibilité de modification du traitement, nous devrons prescrire un substitut salivaire, ainsi que des conseils d'hygiène. [20]

- <u>La langue :</u>

Au cours de l'examen clinique, il faudra examiner scrupuleusement la position et la dimension linguales. Elles sont déterminantes pour la stabilisation prothétique à la mandibule. La situation propice à la tenue et stabilité est la position basse de la langue, plutôt qu'une langue rétractée avec un emplacement plus postérieur. [20]

- <u>La résorption osseuse :</u>

Les tissus parodontaux sont présents par et pour les organes dentaires. Résulte donc d'une extraction dentaire une résorption osseuse : phénomène physiologique caractérisé par la diminution en épaisseur et en hauteur de la crête osseuse.

À la mandibule, la résorption est centripète en secteur antérieur, et centrifuge en secteurs postérieurs. Les crêtes seront donc de plus en plus fines au cours du vieillissement physiologique des tissus parodontaux. Ce résultat irréversible provoque une perte importante de la surface d'appui, et donc en rétention et stabilisation de la prothèse.

Par ailleurs, il faut évaluer la nécessité de chirurgie pré-prothétique en cas de crêtes flottantes, ou tori osseux par exemple.

Après l'examen clinique appliqué détaillé ci-dessus, l'enregistrement des données buccales pour les transmettre au prothésiste peut débuter.

b. Empreintes primaires

C'est un rendez-vous déterminant, il s'agit de recueillir l'ensemble des éléments anatomiques de la surface muqueuse, qui sera le lit de la prothèse.
On souhaite transcrire au laboratoire les crêtes osseuses, le fond de vestibule, les tubercules rétro-molaires et régions rétro-mylo-hyoïdiennes (pour la mandibule), les zones de Schroeder et tubérosités (pour le maxillaire).
Il convient d'utiliser un porte-empreinte de Schreinemaker choisi en fonction de la taille et de la forme de l'arcade du patient. Celui-ci pourra bien sûr être adapté si besoin à l'aide d'une pâte thermoplastique. Après avoir mis en place un adhésif, un matériau à empreinte de type alginate ou plâtre est disposé pour enregistrer en bouche toutes les données essentielles à la réalisation d'un porte-empreinte individualisé (PEI). Il est préférable de cartographier l'empreinte avant de l'envoyer au prothésiste, qui n'a pas vu la situation réelle.
Après réception des empreintes et coulée des modèles en plâtre, le prothésiste réalise le PEI selon des règles bien précises qu'il doit maîtriser.

c. Empreintes secondaires

Lors de cette visite, le praticien commence par observer l'adaptation des PEI sur les modèles en plâtre, puis les essaie en bouche. Il faut procéder aux retouches éventuelles si nécessaire.
Le marginage des bords peut alors débuter, à l'aide d'un matériau type pâte de Kerr, jusqu'à obtenir une rétention satisfaisante des PEI. Le surfaçage à l'aide d'un matériau à empreinte (Permlastic® par exemple) est ensuite réalisé en respectant bien les temps de prise. Le praticien veille à l'absence de bulle, tirage ou déchirure de ses empreintes avant de les envoyer à son laboratoire.

À réception des enregistrements, le prothésiste procède de nouveau à une coulée des modèles en plâtre, cette fois-ci plus précis et représentatifs de la situation clinique. Il réalise alors des maquettes en cire rose avec renfort et bourrelets pour obtenir les dernières informations nécessaires au montage des dents. Il est également possible d'utiliser des maquettes en base dure qui se déformeront moins.

d. Enregistrement des relations intermaxillaires

Le clinicien débute par l'essayage des maquettes, puis le réglage du bourrelet maxillaire en cire. Les critères esthétiques et fonctionnels sont respectés : hauteur des dents, milieu inter-incisif, soutien de lèvre, parallélisme avec la ligne bi-pupillaire et au plan de Camper. Viennent ensuite le réglage du bourrelet mandibulaire, puis l'enregistrement des relations intermaxillaires à l'aide de cire Aluwax, en respectant la bonne dimension verticale d'occlusion. Différents repères esthétiques sont marqués, et la couleur et forme des dents sont notifiées sur le bon de laboratoire. Grâce à tous ces éléments, le prothésiste va pouvoir exécuter le montage des dents sur les bases en cire selon les concepts occlusaux actuels. Cette tâche relève d'une vraie maîtrise et adresse manuelle.

e. Essayage

Le patient aura été préalablement prévenu de l'inconfort et l'encombrement provoqués par les maquettes d'essayage, qui ne sont pas représentatifs du résultat final.
Le praticien doit lors de cette séance valider le montage des dents, au niveau esthétique et fonctionnel avant la polymérisation de la prothèse. Les dents étant montées sur de la cire, elles sont déplaçables à volonté par le praticien, en cas d'erreur de montage ou de modifications nécessaires.
Cette étape d'essayage se fait bien évidemment avec la participation du patient, en récoltant ses impressions et ressentis.
Une fois le travail validé par praticien et patient, vient la phase de polymérisation de la prothèse. Le prothésiste va réaliser un moule pour ensuite appliquer une technique de résine injectée puis pressée avant polymérisation.

f. Pose de la prothèse

De nouveau le clinicien essaie en bouche les nouvelles prothèses afin d'observer la nécessité d'adaptation ou retouches pour accompagner au mieux le patient avec sa nouvelle dentition. Il est indispensable de bien lui expliquer qu'il y aura un suivi les premières semaines, et que le but de ces prochaines séances est d'ajuster le plus finement possible les prothèses.
Les conseils d'hygiène lui sont dispensés (nettoyer par un brossage après chaque repas, ne pas laisser tremper la nuit … etc).

II. Description de nouveaux protocoles de réalisation de PAC intégrant le flux numérique

Nous développerons ci-dessous les étapes cliniques et laboratoires pour réaliser des prothèses amovibles complètes CFAO. Chaque protocole sera décrit après l'étape de questionnaire médical et examen clinique qui restent essentiels dans cette méthode.

1. Le système Ivoclar : Wieland Digital Denture®

a. Première séance clinique

Il est question d'effectuer les empreintes primaires, qui ne diffèrent pas de la méthode classique (l'empreinte optique ne dépasse pour l'instant pas l'empreinte physico-chimique). Est utilisé un matériau à empreinte de type alginate ou plâtre avec un porte-empreinte de Schreinemaker pour arcade édentée. [10]
Une pré-relation maxillo-mandibulaire est ensuite définie à l'aide du *Centric Tray®*, ce qui permettra de monter les modèles virtuels sur un articulateur virtuel. Là encore, on utilise un matériau à empreinte, tel qu'un silicone, installé sur le *Centric Tray®*, en recouvrant les faces maxillaire et mandibulaire.

Figure 4 : Centric Tray® avec les empreintes des crêtes maxillaire et mandibulaire. [51]

Tout ceci est inséré en bouche, et le patient est placé en position de repos mandibulaire. Il suffit de marquer au préalable les points mentonnier et nasal pour pouvoir mesurer la dimension verticale approximative que l'on voudra retrouver et enregistrer sur le *Centric Tray®*.
L'UTS-CAD®, remplaçant du plan de Fox que nous connaissons, est ensuite fixé à cet enregistrement afin de le paralléliser avec les plans bi-pupillaire et de Camper.

Figure 5 : Centric tray® assemblé à l'UTS-CAD®. [10]

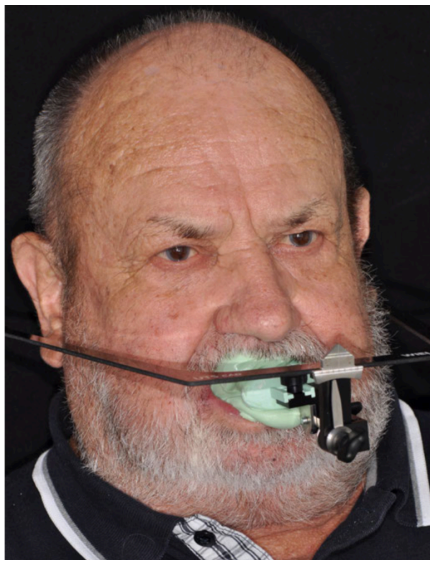
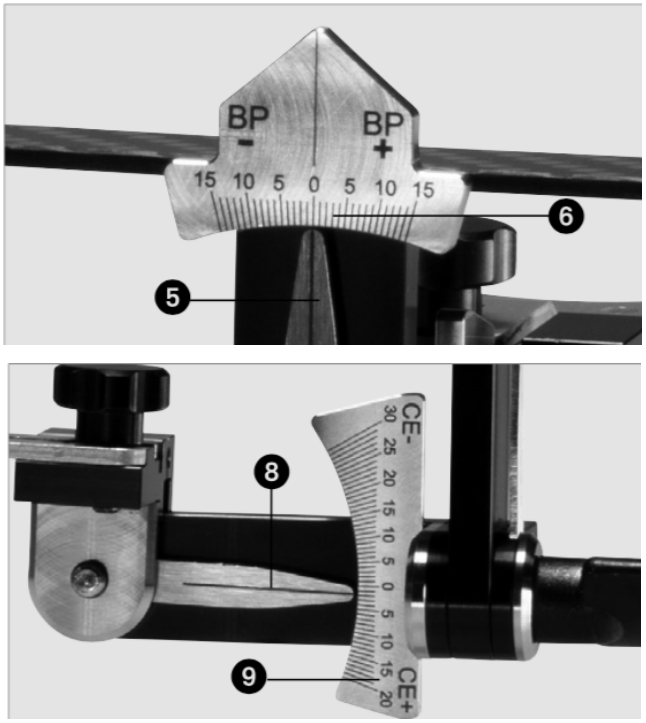


Figure 6 : Parallélisation de l'UTS-CAD® avec les plans bi-pupillaire et de Camper du patient. [10]

Sont alors relevées directement sur l'UTS-CAD les valeurs numériques de déviation par rapport aux plans de référence.

Pour les recueillir, après réglages, il faut repérer les différents indicateurs (5 et 8 sur les figures 7 et 8) sur l'échelle du plan de Camper (CE : 9) et sur l'échelle de la ligne bi-pupillaire (BP : 6) dont l'unité de mesure est le degré pour les 2.
Celles-ci seront reportées dans un logiciel, permettant d'obtenir le montage en articulateur virtuel. [10]



Figures 7 et 8 : Indicateurs de valeurs sur les deux échelles différentes. [53]

b. <u>Première séance laboratoire :</u>

Les empreintes primaires et le *Centric Tray®* sont scannés au laboratoire et importés dans le logiciel de numérisation, il n'est ici pas utile de couler les modèles en plâtre. Ces données sont superposées avec les valeurs relevées sur l'UTS-CAD dans le but d'obtenir une version numérique des modèles primaires, montés sur l'articulateur virtuel.
La conception des porte-empreintes individuels peut alors débuter. Grâce au pré-enregistrement des relations intermaxillaires, les bourrelets sont réduits en hauteur pour ne pas interférer avec l'enregistrement final, et ils présentent déjà une orientation correcte. Tout est évidemment validé par le prothésiste, puis l'usinage démarre.

Figure 9 : Porte-empreinte individuel dessiné numériquement par le prothésiste puis usiné. [22]

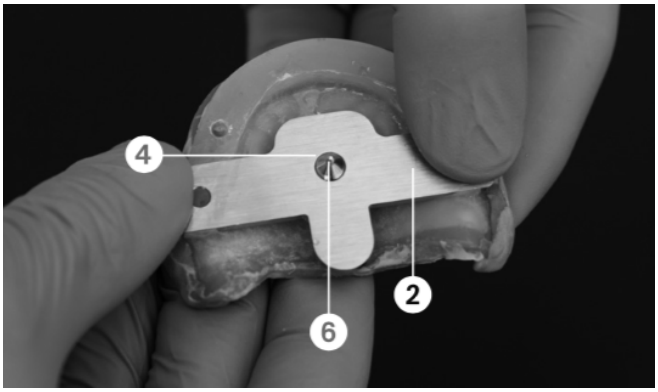
c. <u>Deuxième séance clinique :</u>

Le patient se présente à ce rendez-vous pour :

- Enregistrer les marginages,
- Enregistrer les empreintes secondaires, anatomo-fonctionnelles, avec les matériaux habituels du praticien (Silicone, Polysulfure, Polyéthers) ;
- Affiner la dimension verticale d'occlusion. [34]

Entre cette fois-ci en jeu le *Gnathometer CAD* ® pour appliquer la méthode du point d'appui central. Le praticien doit fixer les éléments d'enregistrement sur les PEI grâce à un mécanisme d'enclenchement simple :

- D'abord la partie maxillaire avec la tige d'enregistrement (point 6 sur la figure 10) ;
- Puis la partie mandibulaire avec une plaque d'enregistrement (point 1 sur la figure 11).



Figures 10 et 11 : Mise en place du Gnathometer CAD® sur les PEI maxillaire et mandibulaire. [22]

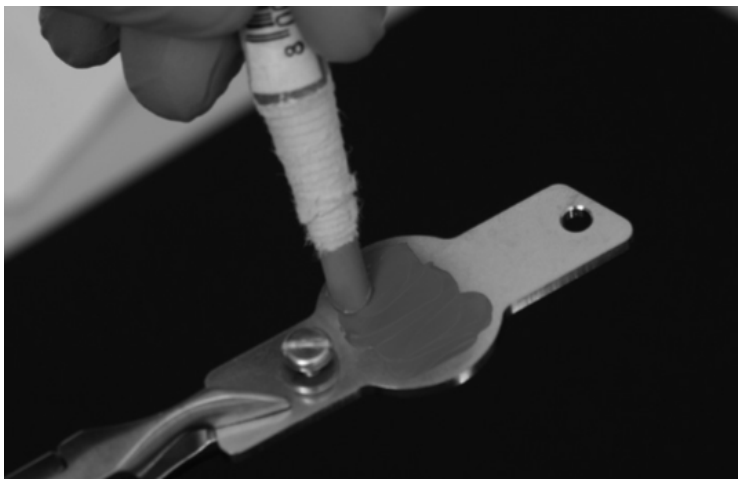


Figure 12 : Mise en place d'un colorant sur la plaque d'enregistrement mandibulaire pour recueillir le tracé. [22]

La plaque d'enregistrement mandibulaire est recouverte d'un colorant. Après insertion en bouche, le patient doit réaliser plusieurs mouvements pour obtenir ce qu'on appelle l'arc gothique de Gysi :

- Propulsion mandibulaire puis retour en position de repos ;
- Latéralité droite puis retour ;
- Latéralité gauche puis retour.

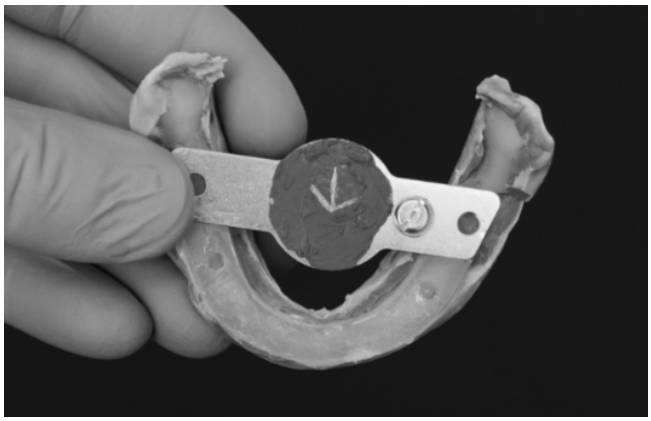


Figure 13 : Tracé de l'arc gothique de Gysi obtenu. [22]

La plaque de fixation (percée) est alors alignée au tracé, puis maintenue par une vis : l'orifice doit correspondre à la pointe de l'arc gothique (point 10 sur la figure 14).

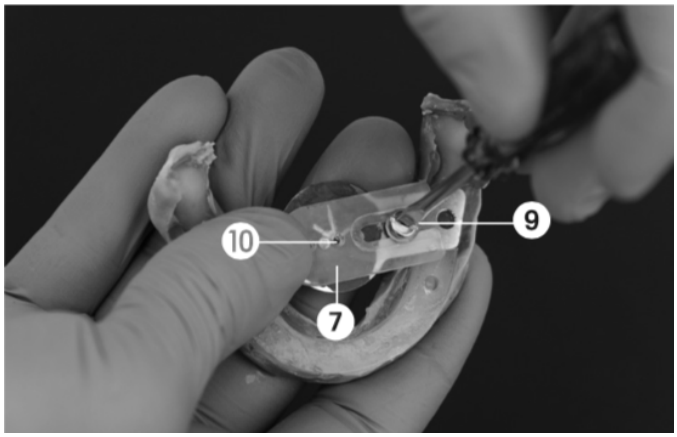


Figure 14 : Mise en place de la plaque de fixation. [22]

Les PEI haut et bas sont remis en bouche et la pointe d'enregistrement est maintenue en place dans la perforation de la plaque d'enregistrement fixée en mandibulaire. De cette façon, le patient maintient la position de relation centrée, et on verrouille le tout à l'aide d'un silicone à prise rapide. Il suffit pour finir de marquer les repères habituels : ligne du sourire, future ligne inter-incisive, futures canines. Une fois la totalité retirée de la cavité buccale, on obtient ceci :

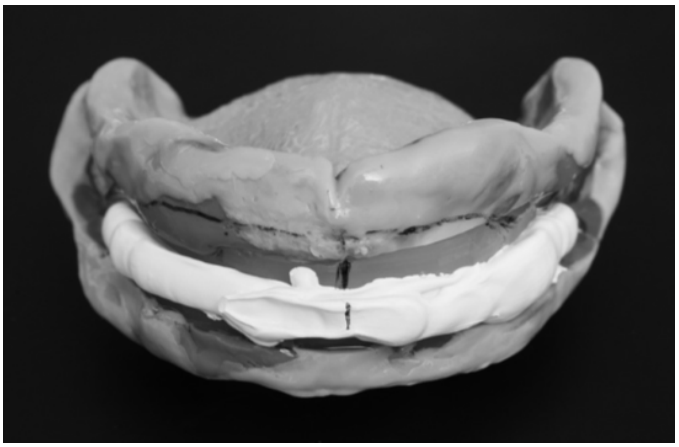


Figure 15 : Enregistrement final obtenu au cours de la deuxième séance clinique. [22]

Bien que la méthode du point d'appui central soit fiable, un praticien réfractaire à son apprentissage peut bien sûr demander à son laboratoire les cires d'occlusion habituelles. Elles seront dans ce cas élaborés par CFAO, et l'enregistrement se déroulera de manière conventionnelle.
Le praticien procède au choix de la forme et de la couleur des dents pour les transmettre au prothésiste. [52]

d. Deuxième séance laboratoire :

Les empreintes secondaires et le rapport maxillo-mandibulaire sont scannés au laboratoire (encore une fois sans couler de modèle en plâtre) ; puis les repères esthétiques sont ajoutés aux données informatiques.
Les modèles virtuels sont à nouveau « montés » en articulateur virtuel. Le prothésiste peut définir avec précision les limites de la future prothèse, puis choisir les dents prothétiques parmi la bibliothèque numérique de formes (grâce aux précisions du chirurgien-dentiste). Un exemple de montage des dents virtuel est mis en forme sur le principe de l'occlusion bilatéralement équilibrée, avec un aspect gingivo-muqueux adapté. À ce stade, tout peut encore être modifié, retouché par le prothésiste (taille des dents, courbes occlusales, semblant de récessions etc). [22]

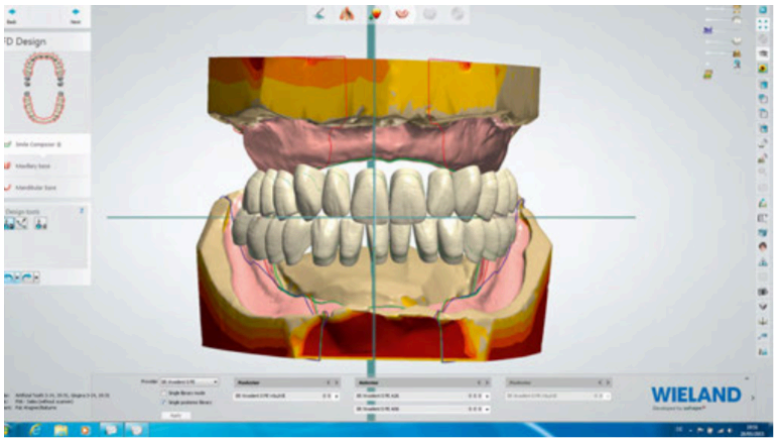


Figure 16 : Proposition d'un montage des dents virtuel par le logiciel. [22]

Est alors demandé au logiciel l'usinage de gabarits de validation esthétique et fonctionnelle dans un monobloc de résine PMMA.

Figure 17 : Gabarits d'essayage bi-maxillaires en résine PMMA. [22]

Figures 18 et 19 : Essayage des gabarits. [22]

e. Troisième séance clinique :

Cette séance est facultative puisqu'elle est occupée par l'essayage des gabarits en bouche afin de valider les propriétés esthétique et fonctionnelle des futures prothèses. Cependant, elle est fortement conseillée. Les tests habituels sont réalisés : esthétique, d'occlusions statique et dynamique, de phonation, tout ceci avec validation du patient. Si les gabarits ne sont pas satisfaisants et nécessitent de grosses corrections, il faudra prévoir une séance supplémentaire avec l'essayage de nouveaux gabarits. [22]

f. Troisième séance laboratoire :

Si besoin, le technicien dentaire peut apporter les modifications demandées par le praticien clinicien. Une fois le résultat escompté atteint, l'ensemble des données est importé vers la machine-outil. Le logiciel crée automatiquement une clé de montage des dents, qui sera usinée. Elle représentera une aide précieuse lors de la mise en place des dents sur la base prothétique. [22]

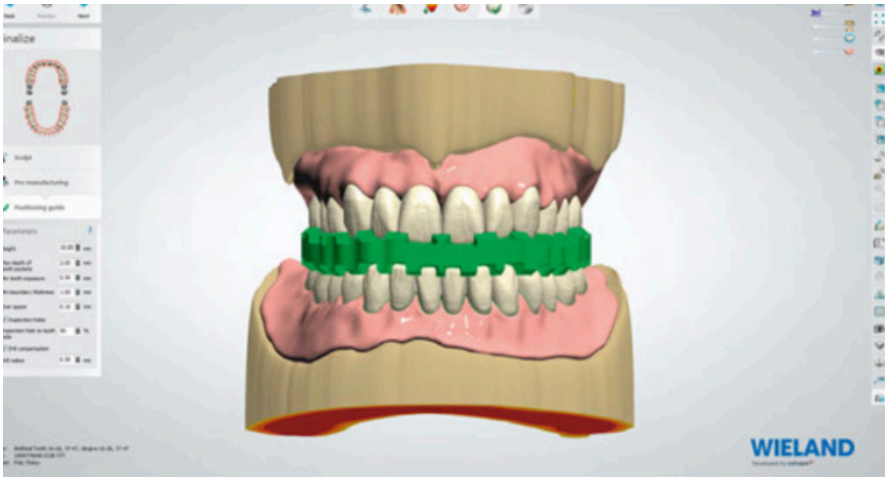


Figure 20 : Visualisation de la future clé d'aide au montage des dents en vert. [22]

L'usineuse démarre la fabrication des bases avec pour matière première des disques de poly méthacrylate de méthyle préfabriqués de couleur rose. La durée est estimée à environ 80 minutes de fraisage, mais est dépendante de la machine utilisée.
Les dents peuvent aussi être usinées, mais les dents du commerce restent une alternative plausible. Pour joindre les deux éléments, le prothésiste met en place une colle dans les alvéoles usinées. Puis les dents sont maintenues, lors de la

polymérisation de la colle, grâce à la clé de positionnement. Ainsi sont évités les modifications ou déplacements inopportuns. [22]

Figure 21 : Mise en place de la colle dans les alvéoles. [22]

Figure 22 : Mise en place des dents en résine dans leur alvéole respective. [22]

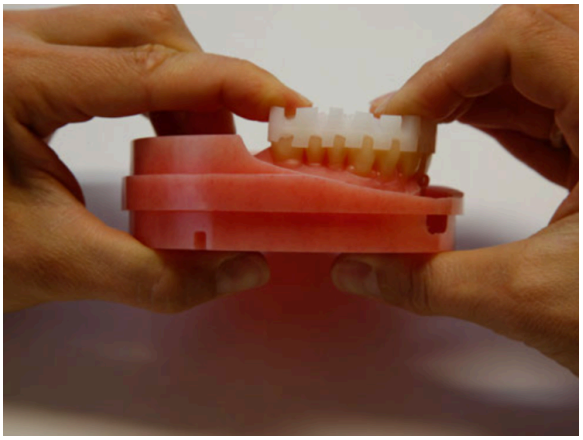


Figure 23 : Apposition de la clé de montage pour empêcher tout déplacement au cours de la polymérisation. [22]

g. Quatrième séance clinique :

Vient alors l'insertion prothétique, qui se fait dans les conditions habituelles, sous le contrôle et la validation du patient. Les conseils d'hygiène à transmettre sont équivalents au protocole conventionnel, et il faut aussi donner un rendez-vous de suivi. [22]

Figures 24 à 27 : Vues externes et internes des prothèses amovibles complètes finies. [22]

2. Avadent® par le laboratoire Global Dental Science

Ce système propose un protocole pour réaliser des prothèses amovibles complètes bi-maxillaires en 2 séances cliniques au minimum :

- Une première au cours de laquelle sont enregistrées les empreintes définitives des arcades édentées et les relations intermaxillaires avec repères esthétiques et de positionnement des dents.
- Puis une deuxième pour procéder à l'insertion prothétique qui se déroule de manière tout à fait similaire à la méthode connue.

Une étape d'essayage entre les deux est encore ici grandement conseillée.
Ne sera donc développée que la première étape pour ce système, qui n'est autre qu'un regroupement des trois premières visites habituelles du patient édenté. [34]
Le laboratoire Avadent® fournit pour cette étape un kit contenant le matériel requis.

a. La prise d'empreintes : [47, 25]

Avadent® a conçu pour cette phase des porte-empreintes de différentes tailles et qui sont ajustables car en matériau thermoplastique.

Figure 28 : Porte-empreintes fournis par le laboratoire Avadent. [12]

Le porte-empreinte choisi est placé dans un bol d'eau chauffée à 80°C pendant environ 1 minute. Il est alors adapté à l'arcade du patient en intra-oral après refroidissement. Il s'agit d'un ajustement suivant les règles du porte-empreinte individuel ordinaire réalisé par le prothésiste.

Figure 29 : Porte-empreinte chauffé dans l'eau. [12]

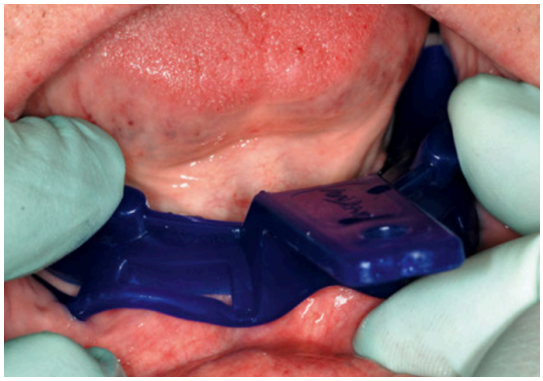


Figure 30 : Mise en place du porte-empreinte chauffé en bouche pour l'ajuster. [12]

Si le patient possède déjà des prothèses complètes, il est judicieux d'utiliser un putty pour former un moule de l'intrados. Ce dernier permettra d'adapter le porte-empreinte en extra-oral, avant de le valider dans la cavité buccale.

Figure 31 : Enregistrement au Putty de l'intrados de la prothèse existante du patient. [12]

Figure 32 : Adaptation du porte-empreinte à l'enregistrement Putty. [25]

Pour l'empreinte à proprement parler :

- Un adhésif est appliqué sur l'intrados du porte-empreinte ;
- Un polyvinylsiloxane de viscosité moyenne est apposé sur les contours de façon à obtenir un marginage des bords ;
- Subséquemment, un polyvinylsiloxane de viscosité fluide cette fois est disposé sur toute la face interne du porte-empreinte.

Si le praticien remarque un manque, il peut ajouter du matériau et renouveler la manœuvre.

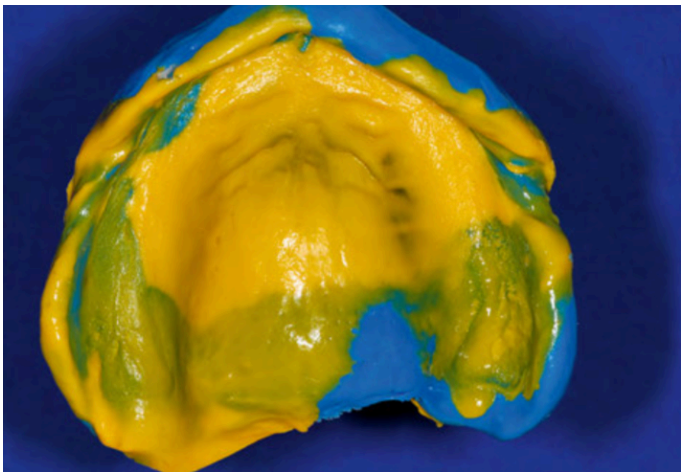


Figure 33 : Empreinte fonctionnelle maxillaire. [12]

b. <u>Enregistrement des relations intermaxillaires :</u>

Le système Avadent® propose d'utiliser *l'Anatomical Measuring Device* (AMD), qui fait partie du kit. L'élément maxillaire est composé d'une plaque de soutien de la lèvre, qui sera mobilisée, et d'une tige centrale d'appui. [47]

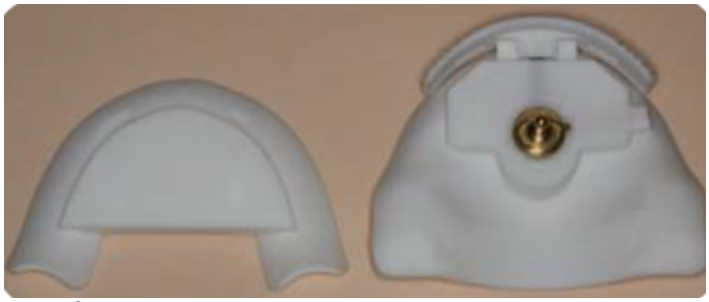


Figure 34 : Éléments maxillaire et mandibulaire de l'AMD®. [25]

La dimension verticale est évaluée selon les anciennes prothèses si elles existent, et en réalisant une mesure après marquage des points nasal et mentonnier. La tige centrale d'appui de la partie maxillaire est alors réglée à la hauteur souhaitée, à l'aide d'un tournevis.

Figure 35 : Mesure de la DVO. [25]

Les composants maxillaire et mandibulaire sont garnis avec le même matériau que lors de l'empreinte, pour enregistrer encore une fois les surfaces muqueuses. Ces deux éléments seront scannés pour réaliser ensuite ce qu'on appelle un *matching* (ou mise en concordance) avec les empreintes déjà enregistrées. C'est pourquoi il faut absolument être vigilant à ce qu'il n'y ait aucun contact entre la muqueuse et l'*AMD.* [25]

Figures 36 : Mise en place du silicone sur l'élément maxillaire de l'AMD. [25]

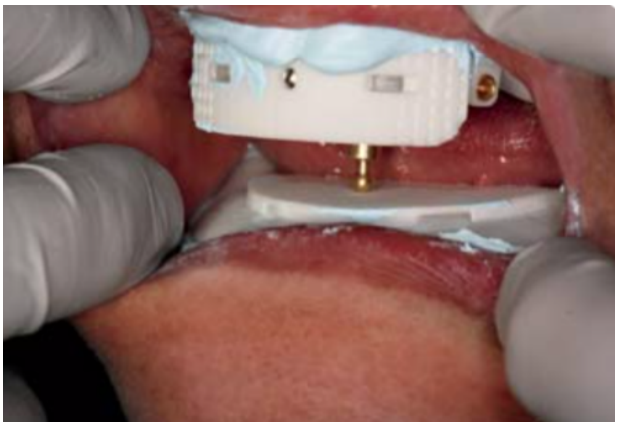


Figure 37 : Enregistrement des empreintes. [25]

Le réglage de la hauteur du tiers inférieur du visage est affiné (puisqu'on a ajouté du matériau). La tige centrale d'appui maintient le patient à la dimension verticale souhaitée (définie avant). [25]

Figure 38 : Réglage de la tige de maintien à la DVO souhaitée. [25]

Ainsi, la relation centrée peut être enregistrée au moyen de la méthode de l'enregistrement de l'arc gothique développée avant. À la mandibule, l'*AMD* présente une plaque d'enregistrement pour recueillir les informations de mouvements mandibulaires du patient, tout comme pour le protocole Ivoclar. À l'intersection du tracé, le clinicien peut creuser légèrement la surface à la fraise boule pour stabiliser le maxillaire inférieur en position de relation centrée. L'ensemble est là encore maintenu avec un silicone injecté par une seringue. [12]

c. <u>Enregistrement des différents repères</u> [25]

Pour que le logiciel propose un montage des dents convenable, Avandent® fournit dans son kit une règle de parallélisation que le praticien va fixer à l'*AMD*. Elle comprend deux parties :

- Une qui s'oriente comme la plaque d'enregistrement de l'*AMD*,
- L'autre qui doit être parallélisée avec la ligne bi-pupillaire au fauteuil.

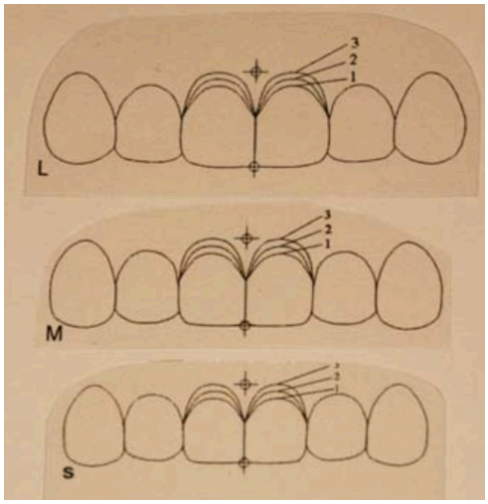
Il suffit de relever l'angle de déviation entre les deux plans pour le communiquer au prothésiste.

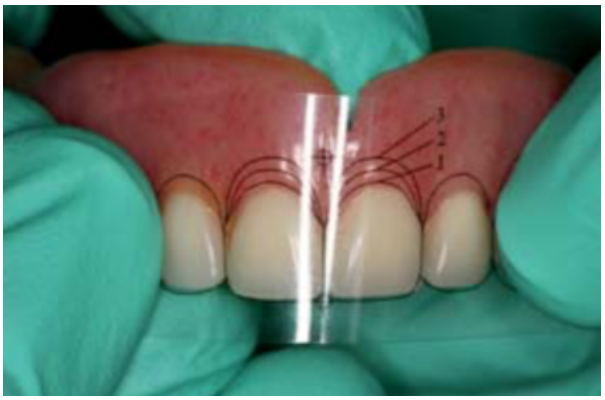
Figures 39 à 41 : Parallélisation de la règle avec la ligne bi-pupillaire de la patiente. [25, 21]

Ne subsiste plus que le réglage du soutien de lèvre et le choix des dents. Pour le premier élément, il convient d'utiliser un tournevis servant à mobiliser la plaque de soutien de la lèvre dans le plan sagittal. On observe le résultat sur le profil du patient et de face, jusqu'à obtenir un rendu esthétique satisfaisant.

Figure 42 : Réglage du soutien de lèvre avec le tournevis fourni par Avadent. [25]

Le choix des dents se fait parmi différentes tailles grâce à des tracés de dents antérieures sur plastique transparent (S, M et L). Le clinicien n'a qu'à plaquer ce dernier sur la partie qui soutient la lèvre. Il prend garde à faire correspondre la ligne inter-incisive à la droite passant par le milieu du visage. Le tout est fixé à l'aide de résine composite. Il devra pour finir marquer la ligne du sourire, et aussi préciser la ligne du collet déterminée pour que la dimension des dents soit optimale autant en largeur qu'en hauteur. Il s'aidera de l'ancienne prothèse du patient si celui-ci en possède une, en superposant le plastique à la partie antérieur du sourire prothétique.





Figures 43 et 44 : Choix des futures dents. [25]

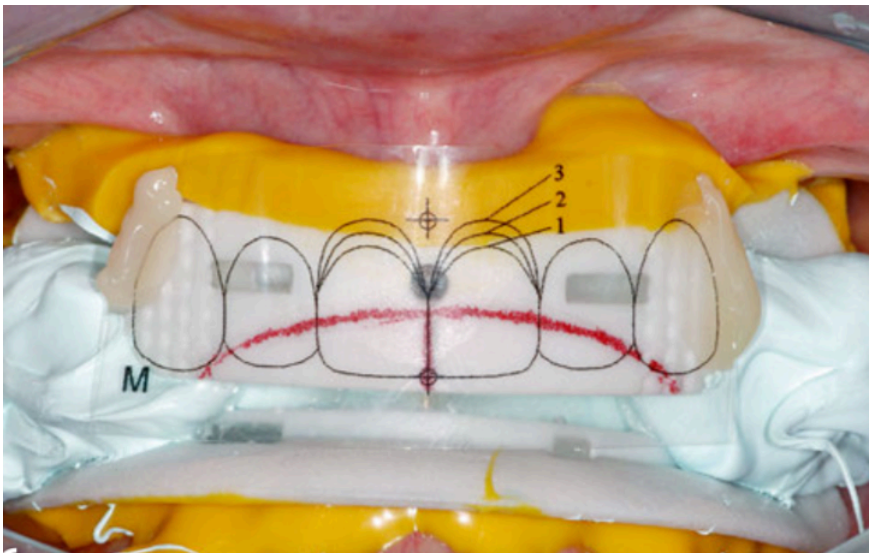


Figure 45 : Enregistrement final obtenu à la fin de la première séance clinique. [12]

Une photographie du patient peut être une aide précieuse pour optimiser le rendu esthétique final. Il faut bien sûr joindre le bon de commande méticuleusement rempli, afin de personnaliser encore la future prothèse, et mieux l'adapter à chaque patient. En effet il est possible de choisir un concept d'occlusion particulier, ou encore de préciser les caractéristiques des contours gingivaux attendus (élevés, moyens etc…). [12]

d. Au laboratoire

Toutes les informations récoltées sont transmises au laboratoire Avadent®, après avoir été soigneusement désinfectées au cabinet. Le prothésiste va s'occuper de scanner l'ensemble, et le logiciel spécifique à cette technique traite les données pour les assembler. On obtient un pré-montage virtuel des dents, qui sera envoyé par e-mail au clinicien pour sa validation. Le protocole est décrit en deux séances uniquement, mais il semble indispensable d'ajouter une séance d'essayage des gabarits en PMMA. [25]
Une fois le montage validé, l'usinage des bases et assemblage avec les dents artificielles se déroulent exactement de la même manière que pour Ivoclar®.
Avadent® propose en plus de graver les prothèses au nom du futur propriétaire.

Figure 46 : Gravure de la prothèse au niveau de l'extrados. [12]

e. Insertion prothétique au second ou troisième rendez-vous

Il s'agit de remettre au patient ses prothèses de façon tout à fait conventionnelle, avec tous les réglages et validations qui s'en suivent.

3. Whole You Nexteeth® (Dentca)

De façon similaire à la technique développée juste avant, Dentca® permet de réaliser des prothèses amovibles complètes à l'aide de la CFAO.
Le protocole comporte deux séances cliniques :
- La première consiste en la collecte des données : empreintes, dimension verticale, enregistrement des relations intermaxillaires, repères esthétiques et choix des dents.
- La deuxième séance concerne l'insertion et les ajustements prothétiques. [8]

Comme vu précédemment, une 3ème séance est incontournable, en vue de valider les caractères esthétique et fonctionnel par un essayage.
Le système Dentca® fournit lui aussi un kit comprenant des porte-empreintes, de quatre tailles différentes, et avec cette fois-ci une partie postérieure détachable.

Figure 47 : Porte-empreintes avec parties postérieures détachables. [25]

Une fois les porte-empreintes convenablement ajustés aux arcades édentées du patient, et l'adhésif appliqué, les empreintes définitives sont enregistrées (marginage des bords et surfaçage).

Les porte-empreintes sont, ici, utilisés non seulement pour les empreintes, mais également pour enregistrer les relations intermaxillaires. C'est pour cette raison qu'ils comportent une partie postérieure à désolidariser.

Il faut alors découper le matériau d'empreinte à l'aide d'une lame pour pouvoir dissocier la partie postérieure de chaque porte-empreinte. Il est essentiel de ne pas déformer le porte-empreinte au cours de cette étape, en ne réalisant que des mouvements prudents de traction. On utilisera ensuite uniquement la partie antérieure de chaque empreinte. [25]

Figure 48 : Empreintes fonctionnelles avec découpe de la partie postérieure pour enregistrer les RIM. [25]

La surface occlusale de la partie maxillaire est retirée pour laisser apparaître la plaque d'enregistrement. Un stylet ajustable est inséré au niveau de la face occlusale de l'élément mandibulaire.
L'ensemble est mis en place en bouche, la stabilité de chaque porte-empreinte est vérifiée, puis la DVO est déterminée de façon habituelle (tracé de points et mesure avec une règle). Pour finir, le stylet mandibulaire est ajusté afin qu'à la DVO choisie, il soit en contact avec la plaque d'enregistrement maxillaire.

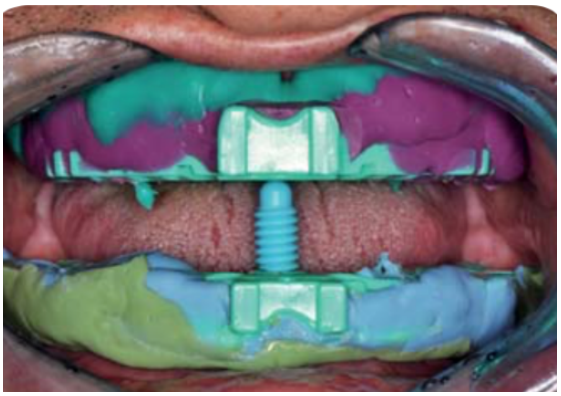


Figure 49 : Ajustement du stylet à la DVO choisie. [25]

Il faut, une fois encore, utiliser la technique intra-orale du point d'appui central pour enregistrer l'arc gothique de Gysi grâce aux mouvements mandibulaires du patient. Le praticien réalise une petite encoche sur la partie maxillaire avec une fraise boule au niveau du point d'équilibre de l'arc gothique. Ainsi, le patient maintient la position de relation centrée, puis le tout est fixé par un silicone (injecté dans l'espace inter-occlusal). [47]

Figure 50 : Enregistrement final obtenu au cours de la première séance clinique, maintenu par un silicone. [25]

Le clinicien évalue la longueur de la lèvre maxillaire à l'aide de la règle à lèvre fournie dans le kit. Pour cela il mesure la distance entre la papille incisive et le milieu du bord inférieur de la lèvre supérieure.

Figure 51 : Mesure de la longueur de la lèvre. [25]

Les repères esthétiques sont tracés, sans particularité par rapport au système Ivoclar®. Tous les enregistrements sont ici encore, désinfectés, puis envoyés au laboratoire Dentca®.

Le logiciel modélise les crêtes édentées du patient en question, et propose des bases prothétiques et un montage de dents, qui pourront être envoyés au praticien pour validation.

Nous ne décrirons pas l'essayage qui est tout à fait comparable à ce qui a été développé ci-dessus. Il en est de même pour l'usinage, puis la pose des prothèses. [25]

4. <u>Baltic Denture System® de Merz Dental :</u>

Pour démarrer le protocole, Merz dental propose, lui aussi un kit, qui comprend :

- Les porte-empreintes de tailles (S, M et L) et formes différentes (arcade en U et arcade en V). Ainsi, les 6 possibilités de configuration permettent de couvrir 70% de la population. Cette fois-ci les porte-empreintes présentent des arcades dentaires sur l'extrados (*UpperKey* et *LowerKey* pour clés supérieure et inférieure) ;

- Le *Baltic Denture Key Plane* (*BDKey®Plane*) et le *BDKey®Fin* servant à reporter le plan de Camper et la ligne sagittale médiane du visage. Y seront fixées les clés maxillaire et mandibulaire.

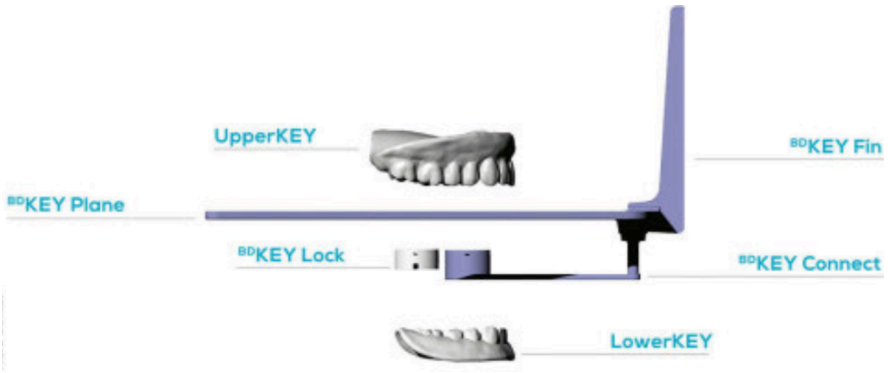


Figure 52 : Porte-empreintes supérieur et inférieur, BD Key®Plane et BD Key®Fin. [40]

Pour personnaliser les porte-empreintes, le praticien réalise des butées de centrage et d'espacement grâce à une pâte thermoplastique ramollie à 75-80°C. Le futur repositionnement se trouve ainsi aisé. L'analyseur de plan occlusal s'assemble à la clé supérieure et devient donc une aide à son positionnement correct. Le milieu inter-incisif de la clé doit correspondre à la ligne médiane du visage ; et le futur plan d'occlusion est défini. Il est indispensable de veiller aussi à ce que le soutien de lèvre respecte nos attentes pour positionner la clé supérieure.
Cette étape peut présenter des difficultés car il faut placer convenablement la clé dans les 3 plans de l'espace en même temps.

Figure 53 : Pâte thermoplastique mise en place dans le porte-empreinte maxillaire pour faciliter le repositionnement. [23]

Figure 54 : Parallélisation du système au plan de Camper et à la ligne médiane du visage de la patiente. [40]

Le clinicien peut également ajouter des extensions pour que les porte-empreintes couvrent absolument toute la surface muqueuse. L'empreinte doit être la plus fidèle possible dans la mesure où il n'y en aura qu'une seule.
Le marginage des bords et l'empreinte de surfaçage sont alors exécutés au maxillaire, en respectant les étapes et matériaux habituels. Nous pouvons ensuite régler la clé mandibulaire. [40]

Figure 55 : Mise en place de pâte thermoplastique dans le porte-empreinte mandibulaire. [23]

Le *BDKey®Lock* vient maintenant attacher celle-ci à l'ensemble préalablement centré. Le patient sera guidé dans la position de relation centrée, et à la DV définie. Ainsi les

butées de centrage mandibulaire seront mises en place tout comme au maxillaire. Ces dernières permettent le repositionnement optimal de la clé mandibulaire.
Le marginage et l'empreinte de surfaçage sont réalisés pour la mandibule après avoir appliqué l'adhésif sur l'intrados de la clé inférieure.
La couleur et la forme des dents sont désignées. Le visage de la patiente est photographié de face et de profil, avec lèvres au repos et en position de sourire pour aider le prothésiste à optimiser le rendu esthétique final.
Après le protocole de désinfection standard et après avoir soigneusement complété le bon, le tout est transmis au laboratoire. [23]

Les étapes laboratoires sont identiques aux 3 premiers protocoles décrits, tout comme l'insertion prothétique, et ne seront par conséquent pas développées ici.

Baltic Denture System Checklist

General data	Patient ❑ ♂ ❑ ♀ Name Surname BDLoad®tooth shade: ❑ A2 light ❑ A3 light ❑ B2 ❑* ..... used BDKEY®: ❑ S ❑ M ❑ L *Further classical A-D and BL1-BL4 tooth shades are available, but could require longer delivery times at the moment.	Dental practice (company stamp) Date Dental lab (company stamp) Date
Optional corrections of position	correction of centre of face (X) um ____,____ mm ❑ patient right ❑ patient left correction lip reline (Y) um ____,____ mm ❑ anterior ❑ posterior correction visibility of the teeth (Z) um ____,____ mm ❑ cranial ❑ caud 	
Denture design	❑ anatomically designed ❑ sublingual roll ❑ non-anatomical design with smooth surface ❑ distinct functional ridge ❑ other: _____	
Photos	Photo of patient with BDKEY®, front view Photo of patient with BDKEY®, side view ❑ photos sent via email / printed photos / USB stick/memory card	
Additional information	Delivery date: _____	

1092125 / 02-2017 / 01, en

www.baltic-denture-system.de

Merz Dental GmbH Eetzweg 20 · 24321 Lütjenburg, Germany · Tel +49 (0) 4381/403-0

MERZ DENTAL

Figure 56 : Fiche laboratoire à remplir pour le Baltic Denture système. [54]

5. Autres :

Nous ne ferons que citer les derniers systèmes tels que :

- Ceramill Full Denture System® (Amann Girrbach) qui respecte les étapes conventionnelles jusqu'à la mise en articulateur des modèles. Puis le prothésiste procède ensuite au scannage de l'ensemble ;
- Pala Digital Denture System® (Haraeus) qui s'approche très sensiblement du système Dentca®. [34]

6. Récapitulatif

Voici les différentes étapes pour les systèmes décrits, rangés par ordre décroissant du nombre de séances nécessaires au fauteuil [47]

Tableau 1 : Récapitulatif des étapes des 4 laboratoires CFAO comparées à la méthode conventionnelle.

Conventionnelle	Ivoclar	AvaDent	Dentca	Merz Dental
Empreintes primaires	Empreintes primaires ; Pré-enregistrement des RIM avec le *Centric Tray®* ; Détermination du plan d'occlusion avec l'UTS-CAD®.	Marginages + empreintes fonctionnelles ; Détermination de la DVO et enregistrement de l'arc gothique de Gysi avec *l'AMD®* ; Enregistrement du plan d'occlusion avec la règle Avadent®, et du soutien de lèvre ; Choix des dents avec les transparents.	Marginages + empreintes fonctionnelles ; Détermination de la DVO et enregistrement de l'arc gothique de Gysi avec les empreintes précédemment réalisées ; Détermination de la longueur des incisives grâce à la règle à lèvre ;	Ajustement des clés BD au plan occlusal, au soutient de lèvre et à la RC à l'aide du plan BD ; Marginages + empreintes fonctionnelles ; Essayage pour valider enregistrement.
Empreintes secondaires anatomo-fonctionnelles	Marginages + empreintes secondaires ; Enregistrement de l'arc gothique de Gysi avec le *Gnathometer-CAD®.*	**Optionnel : Essayage des gabarits en résine PMMA**	**Optionnel : Essayage des gabarits en résine PMMA**	**Insertion prothétique**
Réglage des cires, détermination de la DVO, du plan d'occlusion et du soutient de lèvre ; Enregistrement des RIM.	**Optionnel : Essayage des gabarits en résine PMMA**	**Insertion prothétique**	**Insertion prothétique**	
Optionnel : Essayage du montage des dents sur bases en cire	**Insertion prothétique**			
Insertion prothétique				

III. Intérêts et limites du passage au numérique chez l'édenté

1. Pour le patient

a. Propriétés de surface et biocompatibilité

- Propriétés de surface

La cavité orale est habitée par un vrai microbiote, composant la flore buccale, et qui varie continuellement au cours de la vie et de l'état dentaire. Chez un patient édenté les micro-organismes adhèrent aux muqueuses, et la prothèse amovible crée un nouveau terrain colonisable sur lequel se développer. Ces bactéries peuvent être à l'origine d'une inflammation locale des tissus muqueux, au même titre que lors de leur développement sur les surfaces dentaires. Il a même été démontré le lien entre la colonisation microbienne prothétique et la pneumonie chez certains sujets montrant une immunité affaiblie. Ceci peut donc dans les cas extrêmes représenter un risque vital. Il consiste alors en un réel défi d'obtenir une surface prothétique la moins opportune possible à cette prolifération. [15]
Voyons les différents facteurs influençant la capacité microbienne à se fixer à la surface prothétique.

- La rugosité

Le plus déterminant est la rugosité ou finition de la surface. Par exemple les imperfections à la surface de la prothèse contribuent à une augmentation de l'adhésion de Candida (espèce la plus fréquemment isolée dans ce cas). La prothèse agit alors comme un réservoir protecteur de ce biofilm bactérien. [38]
Il existe plusieurs dispositifs disponibles afin de mesurer la rugosité d'une surface. Parmi eux : la microscopie électronique à balayage, l'évaluation visuelle (moins précise), la profilométrie avec ou sans contact. [3]
Nous dresserons ci-dessous un tableau rassemblant les différentes études réalisées concernant la rugosité de surface des prothèses complètes conventionnelles ou CFAO. Dans la littérature, les études ne sont pas constantes.

Tableau 2 : Les études concernant la rugosité de surface des prothèses complètes. [3, 46, 2, 43, 5]

Critères	Dates des études	Technique utilisée	Total
Rugosité supérieure pour la PAC conventionnelle	2017 [3]	Profilométrie sans contact	**3 études en faveur de la PAC CFAO**
	2018 [46]	Profilométrie à contact	
	2019 [2]	Profilométrie à contact	
Rugosité supérieure pour la PAC CFAO	2018 [43]	Profilométrie sans contact	**1 étude**
Pas de différence significative	2018 [5]	Microscope électronique à balayage	**1 étude**

Dans les trois études favorables à la CFAO, la rugosité de surface plus faible serait d'abord due au meilleur taux de conversion lors de la polymérisation. Celle-ci se réalise effectivement sous contrôle du laboratoire qui produit les disques de résine (haute pression et haute température). Mais elle serait également causée par la surface de la fraise au sein de l'usineuse qui est très performante. Il faut évidemment noter que la rugosité de surface pour les méthodes CFAO varie en fonction de la fraise utilisée, de sa qualité, mais aussi de son usure. [46]

Le processus de fraisage laisse sur la future partie muqueuse des bases des rainures de fraisage régulières, plus ou moins profondes et larges. Voici les images agrandies des surfaces des prothèses CFAO réalisées par 5 laboratoires ainsi que celle d'une prothèse réalisée par méthode habituelle :

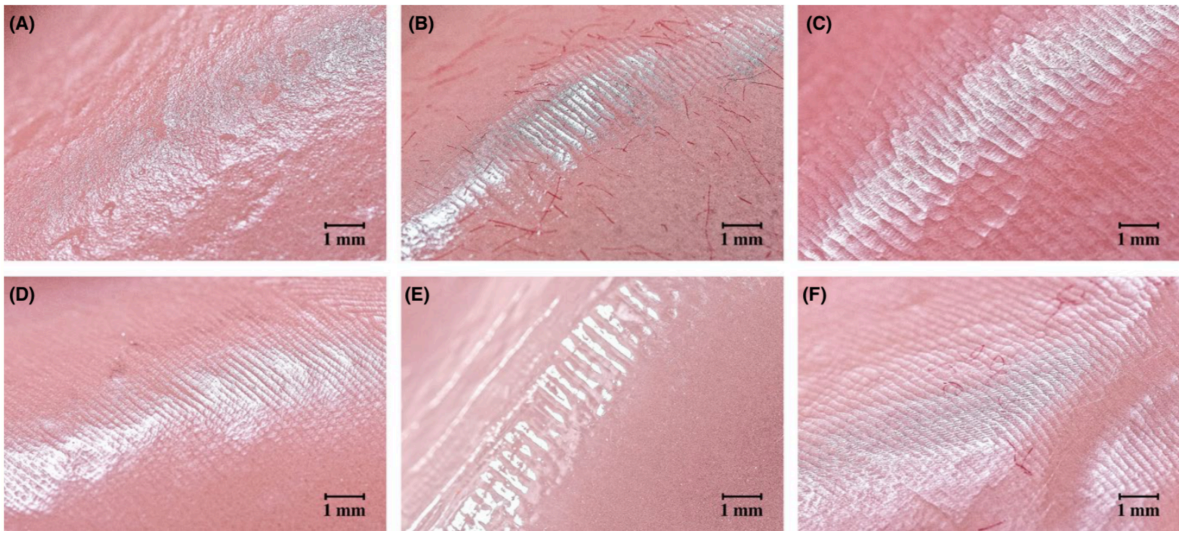


Figure 57 : Différentes surfaces finies des prothèses agrandies. [46]

A : PAC conventionnelle

B : AvaDent®

C : Baltic Denture System®

D : Vita Vionic

E : Dentca : Whole You Nexteeth®

F : Ivoclar Wieland Digital denture®

Il serait intéressant d'étudier l'impact de ces différentes rainures sur la facilité de nettoyage des surfaces muqueuses prothétiques.

- <u>Le caractère hydrophile</u>

Par ailleurs, le caractère hydrophile joue également un rôle puisqu'une surface plus hydrophobe favorisera la colonisation bactérienne. [28]

On ne trouve actuellement que deux études, de 2018, qui évaluent ce paramètre de manière comparative.

- Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I, Steinmassl P-A : Influence of CAD/CAM fabrication on denture surface properties → Différence hautement significative en faveur de la résine CFAO, donc une surface plus hydrophile pour celle-ci. Cette étude recense également une facilité supérieure de nettoyage par les patients pour les prothèses usinées. Ceci est un réel bénéfice pour des sujets souvent âgés, voire parfois dépendants, chez qui l'hygiène devient de plus en plus difficile. [46]

- Arslan M, Murat S, Alp G, Zaimoglu A : Evaluation of flexural strength and surface properties of prepolymerized CAD/CAM PMMA-based polymers used for digital 3D complete dentures → Résultats contradictoires en fonction des conditions de polymérisation de la « résine conventionnelle ». [5]

Il est par conséquent difficile d'établir une conclusion sur ce critère, même si les résultats pour la CFAO sont plus constants.

- La tension superficielle de la surface

Enfin, une tension superficielle de la surface plus faible (énergie libre de surface) va permettre de contrarier cette fixation. Il semblerait que les deux groupes comparés ne présentent pas de différence significative. [46]

Pour finir, il est intéressant d'observer ces images enregistrées suite à une étude de 2017. Celle-ci consistait en l'application de cultures de Candida Albicans à la surface de disques de résine des deux types. Les disques étaient ensuite lavés puis colorés à l'Acridine orange. Lors de l'observation au microscope à fluorescence, Candida Albicans apparaît en vert fluorescent :

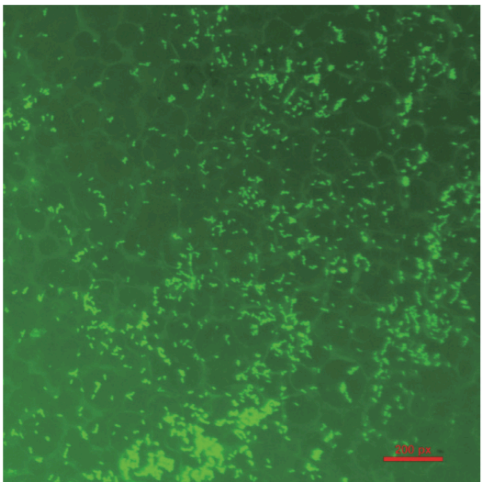


Figure 58 : Disque de résine conventionnelle observé au microscope. [3]

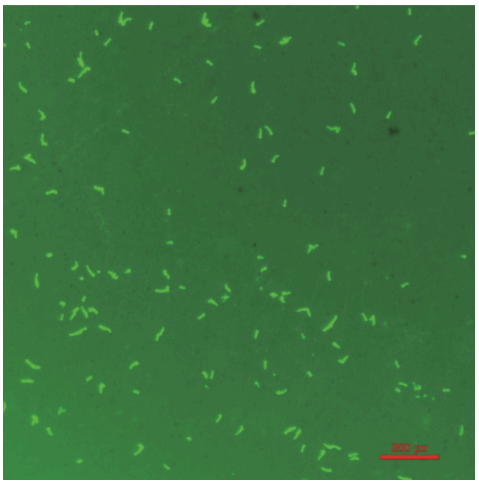


Figure 59 : Disque pré-polymérisé puis fraisé par usineuse observé au microscope.

[3]

La charge bactérienne semble plus importante à la surface du disque de résine polymérisé de manière traditionnelle.

- <u>Biocompatibilité</u>

La base prothétique CFAO est ici fraisée dans un disque de polyméthacrylate de méthyle, pré-polymérisé à pression et chaleur très élevées. Ce processus favorise la formation de chaines de polymères plus longues au cours de la polymérisation. [6]
En résulte donc un taux de conversion plus constant des monomères libres en polymères. Un nombre inférieur de monomères résiduels permettrait, comme expliqué avant, d'écarter le risque d'allergie au dispositif médical pour le patient. [47]

Il est possible d'étudier le taux de monomères résiduels par plusieurs méthodes :
- Spectroscopie à infrarouges ;
- Chromatographie en phase liquide à haute performance ;
- Chromatographie en phase gazeuse. [6]

Il faut savoir cependant qu'il reste difficile de faire une réelle comparaison puisque pour la méthode conventionnelle, la polymérisation est absolument dépendante du laboratoire et surtout du prothésiste en charge des travaux. Voici un tableau récapitulatif des études trouvées dans la littérature :

Tableau 3 : Les études concernant la polymérisation des bases de prothèses complètes.

	Année de l'étude	**Méthode**	**Total**
Plus de monomères pour la méthode conventionnelle	2017 [6]	- Chromatographie en phase gazeuse ; - PAC conventionnelle en résine autopolymérisable.	**1 étude**
Pas de différence significative	2017 [49]	- Chromatograhie en phase liquide haute performance ; - PAC conventionnelles en résine chémopolymérisable polymérisée selon un cycle long.	**1 étude**

On a donc une étude avec des résultats en faveur de la méthode CFAO, et une étude sans différence significative démontrée. Cependant, nous avons remarqué que 2 résines différentes avaient été utilisées pour les PAC conventionnelles des 2 études. La polymérisation par la chaleur et au cours d'un cycle long semble donc être un meilleur procédé lorsqu'il s'agit de polymérisation conventionnelle.
Il serait intéressant de réaliser d'autres études à l'avenir pour obtenir une réelle comparaison. Nous aurions pour cela besoin de savoir quel procédé de polymérisation est le plus utilisé en laboratoire dans la réalisation de prothèses amovibles complètes « traditionnelles ». [6, 49]

Pour ce qui est de biocompatibilité, une recherche a été effectuée en 2018. Des cellules ostéoblastiques humaines et des fibroblastes de rongeur ont été placés au contact des deux surfaces de résine afin d'observer leur développement. On a remarqué que les cellules ont proliféré régulièrement et progressivement de manière similaire sur les deux surfaces.
On peut donc en déduire qu'il n'existe pas de différence significative entre la résine pré-polymérisée puis fraisée par une usineuse et la résine polymérisée de manière

conventionnelle au niveau des interférences avec le milieu biologique. Bien sûr, une étude in vivo serait nécessaire pour confirmer cette idée. [43]

b. Propriétés mécaniques et rhéologiques

Les propriétés rhéologiques permettent d'évaluer la résistance des matériaux aux contraintes et aux déformations.

- Dureté de surface et rigidité

Attention à ne pas confondre dureté de surface et rigidité :
La dureté de surface qualifie la résistance de la surface d'un matériau qui s'oppose à une pression. Dans notre cas on va chercher à obtenir la dureté Vickers. Nous utiliserons la technique de la nano indentation suivie de mesures de la profondeur de l'empreinte laissée dans le matériau. Pour une prothèse amovible complète, une surface plus dure sera plus avantageuse puisqu'elle résistera mieux à l'usure ou aux rayures. Elle sera par conséquent moins favorable à l'adhérence du biofilm bactérien (la surface restant plus lisse). [6]
Voici les études trouvées dans la littérature à propos de ce critère :

Tableau 4 : Les études concernant la dureté de surface des prothèses complètes.

Dates des études	Résultats	Total
- 2017 [6]	Résultats en faveur de la méthode CFAO : dureté de surface significativement supérieure.	**2 études**
- 2019 [2]		
- 2018 [43]	Pas de différence significative.	**1 étude**

On remarque, là encore des contradictions dans les résultats, mais il semblerait que l'on ne trouve pas de résultat en défaveur de la technique CFAO pour la dureté de surface.

La rigidité, elle, définit la résistance aux déformations lorsqu'on applique à un matériau des forces de torsion, de flexion ou de cisaillement. La rigidité d'un matériau est observée dans son domaine élastique, c'est à dire que les déformations sont réversibles. Le matériau reprend sa forme initiale à l'arrêt de l'application des forces. Le domaine plastique, lui, ne nous intéresse pas puisque les déformations sont irréversibles, et que la prothèse serait alors inexploitable car plus du tout adaptée.
Dans la littérature, les études regroupées évaluent la rigidité du matériau en calculant le module d'élasticité de celui-ci :

Tableau 5 : Les études concernant le module d'élasticité des bases de prothèses complètes.

	Dates des études	Total
Module d'élasticité supérieur pour la CFAO	2017 [6]	**3 études**
	2018 [43]	
	2018 [48]	
Module d'élasticité supérieur pour la méthode conventionnelle	2018 [5]	**1 étude**

Le module d'élasticité est une propriété intrinsèque du matériau, donc pour des doses solide/liquide et pour des conditions de polymérisation égales, il sera le même. Par conséquent, pour la méthode CFAO, ce module sera constant pour un même fabricant. Un module d'élasticité supérieur signifie que le matériau est plus rigide, qu'il faudra plus de force pour le rompre. Les prothèses complètes doivent subir des forces de mastication sans se déformer. Il semble donc favorable pour notre cas bien précis que le matériau fasse preuve de plus de rigidité. Les dispositifs médicaux sur mesure pourront ainsi continuer à remplir leur cahier des charges pour l'alimentation, et pour le respect des tissus parodontaux sous-jacents.

- <u>Résistance à la flexion</u>

Il ne faut pas non plus confondre rigidité et résistance. La résistance mécanique d'un matériau traduit sa capacité à résister à une force avant de se rompre. C'est l'effort

supporté avant la fracture de la base prothétique dans notre cas. On étudiera ici la résistance à la flexion à l'aide d'une méthode d'essai de flexion en trois points. Voici les résultats des différentes études trouvées dans la littérature :

Tableau 6 : Les études concernant la résistance à la flexion des bases de prothèses complètes.

	Dates des études	Total
Résistance à la flexion supérieure pour la CFAO	2018 [43]	**3 études en faveur de la CFAO**
	2018 [5]	
	2018 [1]	
Pas de différence significative	2018 [48]	**1 étude**
Résistance à la flexion supérieure pour la prothèse conventionnelle	2017 [6]	**1 étude**

Il faut bien noter que dans l'étude favorable à la prothèse polymérisée de manière habituelle, la polymérisation a été effectuée au cours d'un traitement à très hautes température et pression (meilleure polymérisation). [6]

Ceci est pertinent dans la mesure où nous savons que les forces masticatoires peuvent être relativement élevées. La prothèse doit à tout prix y résister pour conserver son adaptation, et les relations occlusales. Toutes les prothèses CFAO ont montré une valeur de résistance à la flexion, et donc avant fracture, supérieure aux forces masticatoires transmises par un patient édenté.

- <u>Ténacité</u>

La ténacité est, par opposition à la fragilité, la capacité d'un matériau à résister à la propagation d'une fissure déjà présente. Pour notre discipline, cette propriété est précieuse puisqu'elle reflète la capacité d'une base prothétique à rester intacte, même avec une fissure, jusqu'à la réparation ou consolidation de celle-ci par le prothésiste. [48]

La supériorité des disques CFAO par rapport à la résine polymérisée de manière conventionnelle en matière de ténacité a été justifiée dans une étude de Srinivasan et al. en 2018. [43]
Cependant, ces affirmations devront être validées dans le cadre d'une étude clinique.

c. Adaptation, stabilité, rétention

En ce qui concerne l'adaptation de la base prothétique, les études trouvées dans la littérature (au nombre de quatre) sont en accord pour exprimer la supériorité de la technique CFAO. [33, 45, 17, 4]

Tableau 7 : Les études concernant l'adaptation des bases prothétiques.

Critère	Dates des études	Résultat
Adaptation de la base prothétique	2016 : Goodacre et al. [17]	**100% des études en faveur de la CFAO**
	2016 : Al Helal et al. [4]	
	2017 : McLaughlin et al. [33]	
	2018 : Steinmassl et al [45]	

Cette supériorité s'expliquerait par la suppression de toute contraction de prise de la résine. En effet, lorsque la base prothétique est fraisée, la résine a d'ores et déjà été polymérisée, et a donc déjà subi la rétraction éventuelle. Cette rétraction compromet l'adaptation, et ainsi provoque un inconfort voire des blessures chez le porteur de la prothèse. Ici, l'empreinte réalisée par le praticien en bouche est au mieux respectée et la base prothétique est alors la plus fidèle possible à la situation clinique. [47]
De plus, l'étape d'essayage des dents montées sur les bases en cire pouvait aussi inclure des erreurs, la cire étant un matériau malléable à chaleur ambiante et à point de fusion plutôt faible. Grâce aux gabarits d'essayage usinés en PMMA (matériau solide, non modifiable à température ambiante ou buccale) toute déformation des bases est empêchée.

Nous verrons en détail l'étude la plus récente des trois, plus précise puisqu'elle a également comparé l'adaptation des bases issues des différents laboratoires :

- La méthode conventionnelle ;
- Le système Avadent ;
- Le système de Merz Dental ;
- Le système Whole You Nexteeth ;
- Le système Wieland Digital denture d'Ivoclar Vivadent.

Il faut cependant bien noter qu'au cours de cette étude, seule l'adaptation des prothèses maxillaires a été évaluée.

Il s'agissait de donner une valeur à la congruence entre les bases prothétiques et les modèles maxillaires en plâtre. Nous utiliserons les empreintes provenant de 10 patients édentés, avec différentes situations anatomiques. Puis nous réaliserons 5 prothèses par modèle en plâtre. Les résultats sont regroupés pour calculer des moyennes.

Toutes les prothèses fabriquées par CFAO présentent des incongruences moyennes au modèle en plâtre inférieures à celles des prothèses fabriquées de manière conventionnelle.

Voici les méthodes classées de la plus satisfaisante (pour ce critère) à la moins satisfaisante, avec les valeurs pour donner un ordre d'idées :

- Le système Avadent a montré l'adaptation la plus fine avec une valeur moyenne de déviation de 0,058mm ;
- Le système Wieland Digital présente un écart moyen de 0,068mm ;
- Pour le système Whole You on a un écart moyen de 0,074mm ;
- 0,086mm d'écart pour Baltic Denture System ;
- Les prothèses fabriquées de manière conventionnelle présentent un écart moyen de 0,105mm ; [45]

Voici une figure illustrant de manière assez simple, avec un code couleur l'adaptation des bases avec les modèles en plâtre :

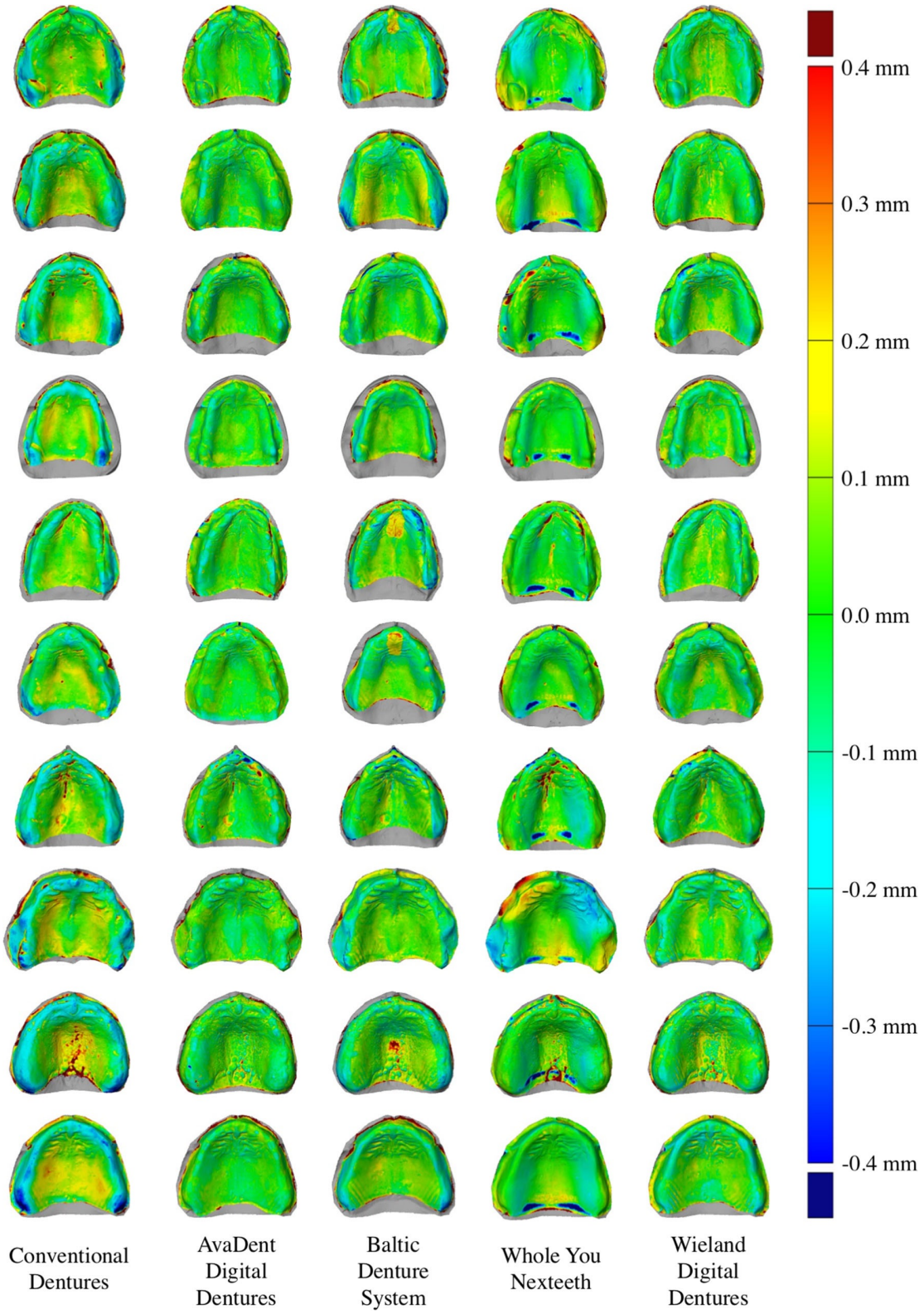


Figure 60 : Adaptation des bases des différentes techniques montrée par un code couleur. [45]

Les zones rouges marquent des zones de compression, qui provoqueront sûrement une blessure, et les zones bleu turquoise plutôt un manque de matériau. [45]

La CFAO pour réaliser une prothèse amovible maxillaire fait donc preuve d'une adaptation plus fine que la méthode conventionnelle. Ainsi la fréquence des blessures traumatiques est moindre. Le patient ne devrait donc pas répéter les rendez-vous de doléances pour régler l'intrados prothétique et l'occlusion, et il gagne en confort. Évidemment l'adaptation d'une prothèse usinée dépendra de la résolution du scanner, ainsi que de la qualité de la fraise. [45]

De cette adaptation supérieure, résulte aussi une amélioration de la stabilité, et par conséquent de l'efficacité masticatoire. [47]

Nous savons que le joint prothétique, supérieur si l'adaptation est plus fine, est une des conditions permettant une rétention satisfaisante de la base prothétique. Le choix de cette méthode est alors une solution pour augmenter la tenue des prothèses complètes, qui relève parfois d'un réel défi pour le chirurgien-dentiste. [17]

d. Occlusion

- Polymérisation

Comme développé ci-dessus, la technique CFAO supprime les rétractions de prise de la résine. L'occlusion entre les dents antagonistes des prothèses complètes bi-maxillaires est alors meilleure. En effet, les dents du commerce sont mises en place dans les alvéoles usinées, après la polymérisation de la résine, leur position sera donc inchangée après leur collage. [39]

- Clé de montage

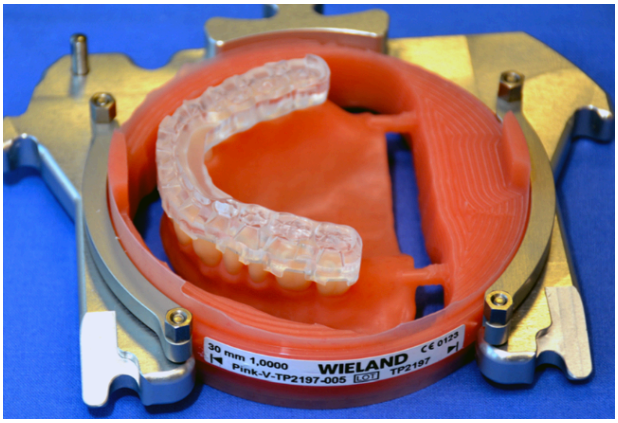


Figure 61 : Mise en place de la clé d'aide au montage une fois les dents apposées et avant polymérisation. [9]

Lors du montage des dents, la clé est une aide précieuse pour le prothésiste, qui rendra également plus précise la position des dents en occlusion bilatéralement équilibrée. Les erreurs et retouches occlusales devraient donc en principe être amoindries. La qualité du montage des dents, serait plus régulière puisqu'il n'est alors plus dépendant de l'expérience du prothésiste. [10]

- Gabarit d'essayage en PMMA

Figure 62 : Gabarits d'essayage maxillaire et mandibulaire en résine PMMA. [22]

De plus, nous avons vu que les protocoles incluent pour presque tous les laboratoires une étape d'essayage d'un gabarit usiné en PMMA. Comparé à l'habituelle base en cire, qui était très instable (matériau malléable à température ambiante, et à point de fusion plutôt faible), le polyméthacrylate de méthyle est lui, très stable, et ne subit aucune déformation à température ambiante. Ce dispositif permet donc une amélioration.

Cependant, certains praticiens sont réticents à cause de l'impossibilité de faire des modifications lors de l'essayage en bouche. En effet, la base en cire permettait de réaliser des déplacements dentaires jusqu'à obtenir le résultat escompté. Avec cette technique, en cas de conséquentes corrections nécessaires, un nouveau gabarit d'essayage devra être usiné et une nouvelle séance d'essayage sera fixée. [34]

- Technique du point d'appui central

Le tracé de l'arc gothique de Gysi pour enregistrer les relations intermaxillaires peut provoquer certaines réserves chez les cliniciens. En réalité cette technique n'est pas enseignée en faculté car elle nécessite une certaine expérience clinique. Elle peut donc paraître fastidieuse à mettre en place au cabinet de par la contrainte de son nouvel apprentissage. De plus, il faut un patient absolument coopérant pour que l'enregistrement soit fiable, or nos attentes et manipulations peuvent être délicates à comprendre pour certains. [10]

Par ailleurs, une fois la prise en main de cette méthode, il semblerait qu'elle permette un enregistrement bien plus précis, plus fin et totalement personnalisé de la situation inter arcade du patient. Les erreurs sont minimisées puisque le patient enregistre sans l'aide manuelle du praticien la position haute de ses condyles. Il trace lui-même ses mouvements mandibulaires, contrairement à la technique bi-manuelle où il est délicat d'accompagner la mandibule du patient sans fausser l'enregistrement (en poussant la mandibule vers l'arrière). [29]

- Pas aussi personnalisable que la méthode conventionnelle

Dans cette technique, les logiciels contiennent une bibliothèque de dents du commerce de taille et forme différentes. Cependant, l'opérateur ne peut pas modifier les paramètres relatifs à l'éventuel retrait d'une dent. Actuellement, seule la deuxième molaire peut être supprimée en cas d'arcade courte. Ceci peut représenter un inconvénient comparé à un montage traditionnel au cours duquel le prothésiste personnalise à souhait la denture de la prothèse complète en supprimant plutôt une prémolaire par exemple. En découle le fait que ce logiciel n'est adapté qu'à des rapports inter-arcades de classe I, puisque pour un patient présentant des rapports de classe II, nous ne pourrons pas choisir la dent à supprimer. Par exemple la possibilité de supprimer une prémolaire ou deux représenterait un vrai progrès, permettant alors de traiter des rapports de classe II et III. [9]

Il y a encore peu, les logiciels ne pouvaient être appliqués qu'à des patients victimes d'un édentement total, ce qui représentait une réduction des indications ; mais depuis une avancée récente ils proposent pour certains de réaliser une prothèse uni maxillaire, avec des dents naturelles ou prothèse amovible partielle antagonistes. [39]

e. Esthétique et autre

- Évaluation subjective du résultat final

Il faut bien différencier ici l'appréciation du patient lui-même à propos du rendu esthétique de sa prothèse, de l'avis du chirurgien-dentiste.

Tout d'abord il semble important de garder à l'idée le fait que l'évaluation de ce critère reste très subjective puisque d'un patient à l'autre les attentes diffèrent grandement.

De plus, lorsqu'un patient doit comparer ses 2 jeux de prothèses, il est évident qu'il puisse être fortement influencé par la connaissance de la technique de fabrication. Le protocole informatisé est perçu soit comme une nouveauté technologique attrayante, soit l'inverse en fonction des différents points de vue des patients.

Voici les études trouvées dans la littérature qui comparent ce critère :

Tableau 8 : Les études concernant le rendu esthétique des prothèses complètes.

Pas de différence significative entre les 2 méthodes	Kattadiyil et Al. 2015 [26]		**1 étude**
Avis favorable pour la CFAO	Saponaro et Al. 2016 [41]	78,57% jugent que la CFAO est meilleure que la méthode conventionnelle. Mais quand même 3 patients sur 48 avec de mauvais résultats esthétiques.	**3 études**
	Schwindling et Stober 2016 [42]	Esthétique jugée très bonne mais quelques modifications mineures (supprimées par l'étape d'essayage).	
	Reichelt et Al. 2017 [40]	Esthétique jugée extrêmement satisfaisante par la patiente : après 3 mois d'utilisation, choisit de conserver la prothèse CFAO.	

Les quelques complications esthétiques recensées ont pu être éradiquées grâce à l'étape d'essayage clinique des gabarits, qui reste donc indispensable. [40, 24, 26, 41] Comme expliqué ci-dessus, ces informations sont à prendre avec des pincettes, d'autres études avec moins de biais seraient nécessaires afin d'affirmer la supériorité d'une des deux méthodes.

Figure 63 : Prothèse amovible complète bi-maxillaire finie. [40]

- <u>Le *smile design*</u>

Pour une prothèse complète, les facteurs qui entrent en jeu dans le résultat esthétique sont les points de repère esthétiques tels que le milieu inter-incisif, la ligne du sourire, la position des canines etc …

Par ailleurs, le choix des dents du commerce qui seront montées sur la base pour un patient en particulier est primordial, ainsi que leur couleur. En effet, il existe des principes bien définis permettant une aide précieuse au choix de la forme, en observant attentivement :

- La personnalité et la psychologie ;
- L'âge ;
- Le sexe ;
- La géométrie et les traits du visage.

Les outils modernes informatisés permettraient actuellement d'obtenir une simulation du visage du patient prothèses en bouche. Ce résultat est obtenu à partir d'une banque de données des dents du commerce, d'une photo de face du patient souriant, ainsi que de quelques mesures. Cette démarche, serait à exploiter non pas en substitution, mais en complément des indices répertoriés ci-dessus. Le patient bénéficie alors d'une

prévisualisation du résultat esthétique et d'une pleine participation dans le résultat final de sa future prothèse.
Cette approche améliore la prévisibilité du résultat et donc la satisfaction du patient.
La démarche exacte qui requiert des connaissances et une maitrise en informatique ne sera pas développée ici. Il serait d'un grand intérêt de la faire évoluer afin de la simplifier pour rendre le système plus accessible. Il serait alors éventuellement possible de combiner ce procédé avec les protocoles des différents laboratoires réalisant de la prothèse complète CFAO. [14]

- La gravure

Nous avons vu précédemment que certains des laboratoires CFAO proposaient d'ajouter la gravure du nom du patient (voir figure 46). Ceci semble être un détail mais peut se révéler utile dans un contexte particulier.
Par exemple pour :

- Les patients âgés dépendants,
- Vivant en maison de retraite,
- Dans toute autre structure (hôpital psychiatrique, EHPAD),
- Ou encore étant hospitalisés.

Il arrive que ces patients égarent ou échangent (volontairement ou non) leurs prothèses. Cette particularité facilitera alors le travail du personnel soignant et accompagnant. [12]

2. Pour le praticien

a. Satisfaction du patient

De nombreux critères d'évaluation se confondent entre la partie précédente et celle-ci. En effet la satisfaction du patient et celle du praticien vont de pair :

- Tout d'abord parce qu'un patient satisfait du travail de son praticien est réellement gratifiant et encourageant pour ce dernier.
- Mais aussi parce que certains objectifs comme : une bonne tenue de la prothèse, une esthétique satisfaisante, une prothèse qui ne fracture pas et d'autres ; sont des attentes communes aux deux protagonistes.

Il a même été suggéré dans certains articles que le secret du succès dans la pratique dentaire consisterait à faire de la satisfaction du patient l'objectif principal du praticien. [11]

b. Nombre de séances, temps de travail et coûts

- Nombre de séances cliniques

Le protocole conventionnel de fabrication des PAC exige de nombreuses visites pour le patient, avec beaucoup de temps passé au fauteuil, et également beaucoup de temps de travail au laboratoire. En général, le prothésiste demande un délai d'une semaine pour réaliser les travaux demandés. L'ensemble de la thérapeutique prothétique peut donc prendre 1 mois et demi sans compter les rendez-vous de doléances pour les retouches et réglages éventuels.

Nous avons vu dans la partie II.3.e (tableau récapitulatif des différents protocoles) que quel que soit le laboratoire avec lequel on choisit de travailler en CFAO, le nombre de séances était toujours inférieur à celui imposé par la technique habituelle. En effet, l'enregistrement des données est condensé en une séance ou deux contre trois pour un travail sans l'aide de l'informatique. [40, 10, 47]

- Temps au fauteuil

De plus, Srinivasan et Al. En 2018 ont procédé à une analyse puis comparaison des temps de travail au fauteuil pour des étudiants en odontologie qui ont respecté un protocole conventionnel et un protocole CFAO.

Les étapes cliniques conventionnelles engendraient une période clinique significativement plus longue que pour la version numérique. Pour donner un ordre d'idée, voici un résumé des valeurs calculées de temps de travail au fauteuil en minutes :

Tableau 9 : Comparaison des temps de travail entre les 2 méthodes. [44]

Travail réalisé	Conventionnelle	CFAO	Temps gagné avec CFAO
Prothèse uni-maxillaire	436 minutes	328 minutes	**1,8 heures**
Prothèses bi-maxillaires	644 minutes	411 minutes	**3,7 heures**

- Coûts

Devrait découler logiquement de ces constatations une diminution des coûts pour le praticien, et par conséquent une plus grande rentabilité.

Il est intéressant de prendre en compte le coût des matériaux utilisés, ainsi que les coûts laboratoires. Cependant, dans l'étude citée précédemment, il était trop fastidieux de faire entrer en jeu les coûts horaires de la structure puisqu'il ne s'agit pas d'un cabinet libéral mais d'un service hospitalier avec de nombreux étudiants.

Voici les conclusions :

Tableau 10 : Comparaison des coûts engendrés par les 2 méthodes.

	Coûts du matériel clinique	Coûts laboratoires	Coûts globaux
Conventionnel	--	+	+
CFAO	+	--	--

Le matériel utilisé dans le procédé le plus récent est le plus couteux, ce qui s'explique par le plateau technique impératif (différent pour chaque laboratoire) et les matériaux à empreinte.

Après addition avec la facture laboratoire finale, les coûts globaux sont nettement plus avantageux pour le protocole numérisé.

Cependant, ces deux alternatives n'ont pas été comparées en termes de coût de maintenance et de visite de suivi. [44]

Ces aspects du numérique sont également de vrais atouts concernant le patient, pour qui la thérapeutique conventionnelle peut sembler interminable et coûteuse.

D'après cette étude, le clinicien devient plus rentable et il serait alors envisageable que les tarifs appliqués aux patients en ce qui concerne la prothèse amovible complète diminuent. L'accès à cette thérapeutique s'en trouverait alors facilité.

Voici le calcul rapide du rendement horaire d'un étudiant pour la réalisation de prothèses complètes bi-maxillaires au tarif CCAM pour un patient CMU (= 1456,1€ = le tarif minimum) :

Tableau 11 : Rendements horaires pour les deux techniques différentes.

	Nombre de séances	**Temps au fauteuil en heures (pour des étudiant)**	**Rendement en €/heures**
Conventionnel	5	11	132
CFAO : Avadent	3	7	208

La population concernée par l'édentement complet se compose plutôt de personnes âgées, vulnérables et fragiles, avec peu de moyens financiers. Être capable de réaliser des soins rigoureux, en :
- maintenant la qualité déjà assurée par la méthode conventionnelle ;
- demandant le moins de visites possibles ;
- minimisant les coûts ;
semble être une réelle avancée. [25]

c. Communication et conservation des données

- Communication avec le patient

Les nouveaux outils numériques et informatiques permettent une facilitation des échanges avec le patient. Ils peuvent en effet lui être d'une aide précieuse pour la compréhension de son traitement. Il est évident qu'une explication par une image de simulation du patient avec son futur sourire (*smile design*) est bien plus claire et explicite que des mots. La qualité du résultat esthétique est totalement prédictible puisque le patient valide les travaux en connaissant parfaite'ment le rendu de ses

prothèses. De plus le patient fera preuve d'une vraie participation à son plan de traitement, et sera par définition plus satisfait le jour de la pose. [19]
Plusieurs études affirment que la qualité du résultat et la satisfaction du patient sont directement liées à la communication entre le praticien et le patient. [37]
Par ailleurs, nous avons vu dans les étapes cliniques décrites dans la partie précédente que l'essayage d'une base en cire avec un montage de dents conventionnel était remplacé par celui d'un gabarit en PMMA. Le patient peut donc déjà à la séance d'essayage apprécier le volume en bouche des futures prothèses, et les gênes éventuelles de l'élocution (ce qui n'était pas vrai avec la cire). Cette avancée permet en plus au patient de rentrer à son domicile avec les gabarits pour demander l'avis de ses proches, les tester en situation réelle pour évaluer les modifications masticatoires et phonatoires, ce qui améliore encore la qualité du résultat final. [34]

- Communication avec le prothésiste

La communication visuelle avec le laboratoire de prothèse est aussi un vrai atout puisqu'elle permet de transmettre beaucoup plus de données esthétiques, d'être encore plus précis, et surtout d'éviter tout malentendu. [19]
Nous pouvons aussi noter un gain de temps puisque la transmission des informations est bien plus rapide : par exemple lorsque le prothésiste veut faire valider son montage virtuel des dents, il n'a qu'à envoyer le fichier au clinicien par mail, avant de lancer l'usinage des prototypes d'essayage. [10]
L'échange des informations se trouve optimisé, et joue un rôle indéniable dans la réduction du nombre de visites du patient. Certains logiciels commencent à proposer une connexion de type Messenger ou Skype pour assurer une communication directe et en temps réel entre les deux professionnels. Les outils informatiques sont donc de plus en plus efficaces, les interactions entre laboratoire et clinicien sont alors multipliées pour que le prothésiste fasse partie intégrante du cabinet. Ces nouvelles méthodes peuvent donc valoriser le technicien dentaire et le rapprocher du chirurgien-dentiste. [7]

- Conservation des données et duplication

Les outils informatiques apportent la possibilité de conserver beaucoup plus d'informations et de données, il serait inenvisageable de conserver tous les modèles en plâtre de chacun de nos patients, faute d'espace.

En cas de fracture irréparable ou de perte, si les prothèses étaient satisfaisantes il suffit, grâce à la CFAO de demander une duplication au laboratoire. Le patient obtient ses nouvelles prothèses le lendemain, voire le jour même.
Ce critère se montre extrêmement avantageux dans la mesure où sans cette duplication informatisée, il faut réaliser de nouvelles prothèses et le traitement peut donc prendre à nouveau 1 mois et demi. Le délai est excessif si le patient ne possède pas de prothèses de secours (transitoires par exemple). Les matériaux à empreintes doivent de nouveau être utilisés, et toutes les étapes cliniques doivent être répétées. [27]
La duplication est un avantage de taille pour le praticien, mais aussi pour le patient, puisqu'il peut retrouver des prothèses tout à fait identiques à ce qu'il possédait avant. Ce n'est pas possible si le chirurgien-dentiste réalise de nouvelles empreintes, et un nouvel enregistrement des relations intermaxillaires et des repères esthétiques. Le résultat se rapproche alors approximativement des anciens travaux, mais n'est pas exactement identique. [24]

d. Accessibilité et facilité de mise en pratique, courbe d'apprentissage

Le protocole clinique étant quelque peu modifié, certains chirurgiens-dentistes peuvent se montrer réticents à la mise en place de cette technique dans leur cabinet. Nous avons vu que le matériel et la méthode sont légèrement différents d'un laboratoire à l'autre ; Il faut alors recommencer une phase d'apprentissage. Ceci peut repousser des praticiens expérimentés et installés depuis longtemps, faisant preuve d'une difficulté d'adaptation à une nouvelle technique.
Effectivement, l'utilisation du tracé de l'arc gothique pour enregistrer les relations inter maxillaires peut rendre moins accessibles ces techniques puisque ceci n'est pas systématiquement enseigné en faculté de chirurgie dentaire, et demande une certaine expérience clinique. [25]
Prenons par exemple le protocole de Merz dental (*Baltic Denture System*®) dans lequel il faut ajuster la clé supérieure en bouche, et dans les 3 plans de l'espace, tout ceci en intégrant l'esthétique du sourire antérieur à notre enregistrement. Cette tâche peut se révéler techniquement complexe pour un praticien inexpérimenté, pour lequel la séance clinique sera alors plus chronophage.

Toutefois, dans certaines études, cette difficulté est palliée par l'implantation des butées en silicones dans l'intrados de la clé supérieure afin de la stabiliser dans la position optimale. [40]

Au cours d'une étude de 2015, Kattadiyil et al ; mettent en situation des étudiants de l'Université de Loma Linda (États-Unis) afin qu'ils réalisent des prothèses complètes en utilisant simultanément les 2 méthodes. Des étudiants avec très peu voire aucune expérience clinique ont volontairement été choisi pour que l'habitude n'entre pas en compte.

Voici les résultats ressortant de cet essai :

- Les étudiants remarquent une difficulté supérieure à analyser et interpréter les images d'aperçus numériques par rapport à une maquette en cire avec dents montées. Ce désavantage est supprimé par l'étape d'essayage de gabarits en PMMA ;
- Technique choisie comme la plus facile avec supervision des professeurs = CFAO ;
- Technique en laquelle ils ont le plus confiance pour la réaliser sans supervision = Pas de différence significative ;
- Les étudiants estiment que les 2 méthodes imposent une courbe d'apprentissage. [26]

e. <u>L'étape d'essayage</u>

Elle reste, même pour cette nouvelle méthode numérique, cruciale et ne devra en aucun cas être supprimée.

Comme expliqué avant, l'essayage se passe de la traditionnelle base en cire et permet donc une meilleure stabilité, une meilleure rétention et évaluation de l'esthétique et de l'occlusion.

Le praticien peut également apposer une fine couche de cire rose (ou le demander au laboratoire) au niveau du futur emplacement des fausses gencives pour un rendu esthétique optimal. [31]

Figure 64 : Gabarits d'essai monochromes avec partie gingivale recouverte de cire rose pour un meilleur rendu esthétique. [30]

Dans le cas où le patient souffre de troubles articulaires, ces gabarits semblent être une solution de rééducation très abordable financièrement pour le patient. [10]
Lorsqu'une prothèse amovible complète supra implantaire (PACSI) ou une prothèse implanto-portée (all-on-4) est planifiée, ils servent de guide radiologique ou même chirurgical. Il suffira de bien conserver l'élément après l'étape d'essayage, et jusqu'à la pose des implants. [39]
Pour un patient chez qui les implants sont posés avant la réalisation de la prothèse (PACSI mandibulaire avec implants symphysaires), au cours de l'étape d'essayage, le praticien met en place un silicone de rétention dans l'intrados du gabarit. Ainsi, le patient repart à son domicile avec un système de rétention s'approchant du résultat définitif final. [10]
Cependant, le praticien ne peut réaliser aucune modification au fauteuil en la présence de son patient, puisque le gabarit est un monobloc et que les dents ne sont pas déplaçables. Le dentiste devra communiquer une évaluation chiffrée à son laboratoire (décalage en mm du milieu inter-incisif par exemple). Le technicien de laboratoire modifie les paramètres directement sur le logiciel pour corriger au mieux le montage.
Si les erreurs de montage sont conséquentes, il sera nécessaire de demander un autre montage, et d'usiner un nouveau prototype afin d'effectuer une séance d'essayage supplémentaire. C'est au clinicien d'apporter de nouveaux automatismes à ses habitudes pour s'approprier au mieux le protocole. [34]

3. Pour le prothésiste

a. Temps de travail et coûts

S'équiper en matériel CFAO pour un laboratoire de prothèse représente encore de très lourds coûts pour l'instant. Les fabricants proposent des alternatives qui permettent d'optimiser les investissements. Par exemple, il existe une machine hybride qui permet d'usiner la résine (usinage à sec), mais également les blocs de céramique (usinage irrigué) : Zenotec Select Hybrid, qui supporte l'usinage des prothèses amovibles complètes Wieland Digital Denture®. [34]
D'autre part, le coût de la main d'œuvre est moindre car même si la numérisation des empreintes par caméra optique est plus longue qu'un traitement habituel des empreintes, l'usinage n'implique aucune intervention extérieure. [9]
L'usinage d'une base de prothèse amovible complète nécessite 80 à 130 minutes, et cette étape peut être réalisée sans la présence de personne, au cours des heures de fermeture. Le prothésiste pourrait même éventuellement programmer pour la nuit l'usinage de plusieurs prothèses pour optimiser encore son investissement. [31]
De plus, certaines étapes sont supprimées, comme la coulée des modèles, la polymérisation, le montage des dents, donc les salariés peuvent occuper ce temps précieux gagné en se concentrant sur d'autres tâches. [10]
Les prothésistes doivent s'atteler à l'étape d'estimation des coûts de production afin d'adapter leurs tarifs pour les praticiens, puisqu'on obtient un bon rapport qualité/prix. [32]
Au cours d'une étude au plus proche des laboratoires de prothèse de France sur l'année 2018, il ressort que :

- Pour les laboratoires équipés en outils numériques, ces derniers participent à 52% de leur chiffre d'affaire, c'est-à-dire environ 70 millions d'euros.
- Pour 40% des laboratoires équipés, plus de la moitié du chiffre d'affaire est liée au flux numérique. [36]
- 80% des laboratoires équipés rapportent au moins un impact positif parmi les critères : Gain sur le temps de travail du patron et des salariés, et meilleure rentabilité.

- 50% rapportent, en plus, un des autres critères suivants : fiabilité, qualité régulière, meilleure image du laboratoire. [35]

Il faut bien sûr préciser que cette étude ne différencie pas les travaux prothétiques, on ne sait donc pas quel taux représente la prothèse complète en particulier.

b. Courbe d'apprentissage

Pour la prothèse amovible complète, on remarque que la formation initiale a tendance à être délaissée. En effet, sont favorisés d'autres arts tels que l'implantologie ou les travaux esthétiques, qui sont jugées plus nobles et plus rentables. Il devient donc délicat de trouver un laboratoire qui sache maîtriser chaque étape de cette discipline, et en particulier le montage des dents et la polymérisation de la résine. [34]

Tous les progrès informatiques et numériques pallient ces difficultés, mais imposent en contrepartie une courbe d'apprentissage très importante, tout comme pour le chirurgien-dentiste.

Il faut tout d'abord prendre en main le nouveau mode de communication et les outils informatiques. Il devient alors indispensable de réorganiser son emploi du temps pour aménager des plages de conception, d'analyse, de communication avec le praticien etc .. [8]

De nouvelles compétences sont indispensables, il faut maintenant être capable de numériser correctement des empreintes et enregistrements d'informations, pour ensuite dessiner les bords de chaque porte-empreinte individuel par ordinateur. Le prothésiste doit pouvoir monter les modèles virtuels en articulateur virtuel et identifier les points de références le plus précisément possible. [9]

La modélisation sur ordinateur implique une formation et plusieurs heures d'entrainement puisque la visualisation en 3 dimensions complique grandement l'interprétation et l'extrapolation du résultat final. Les images à l'écran sont bien plus grandes qu'en réalité et la perception des détails s'en trouve bouleversée. [10]

Afin de maîtriser ce flux numérique, 90% des laboratoires équipés suivent un enseignement bien spécifique. Pour la majorité des cas, celui-ci est dispensé par le fournisseur (autres stages pour ceux restants). Seuls 10% sont donc des autodidactes. [35]

c. Transformation du métier

À l'ère du numérique et de l'informatique, nos techniciens dentaires deviennent des info-prothésistes, pour qui la réalisation manuelle ne sera plus qu'une infime partie de l'activité. [13]
La machine ne remplacera pas pour autant l'Homme, puisque chaque étape est impérativement contrôlée et validée. Ceci est crucial afin d'éviter des impossibilités d'usinage ou même un résultat final avec des erreurs. [10] L'humain fait preuve d'une grande capacité d'adaptation à chaque situation clinique et d'apprentissage. Il conserve donc son rôle central au cours de la réalisation d'une prothèse amovible complète par CFAO. [39]

La part de prothèses importées représente actuellement 30% des prothèses posées en France. Ce chiffre semble élevé et peut effrayer les laboratoires de prothèse français. De plus le règlement arbitral risque d'empirer encore ce mouvement. Effectivement, les tarifs prothétiques des praticiens sont plafonnés sans faire de discernement en fonction de la qualité du travail.
La CFAO intéresse grandement les cliniciens, se tenant informés des derniers progrès, et obligeant en quelque sorte les prothésistes à se « mettre à la page ».
Certains laboratoires pensent que la facilité de transfert des données peut accentuer encore la délocalisation et l'importation de travaux prothétiques étrangers. [13]
Or, ce sont les écarts salariaux entre la France et les pays voisins qui favorisent l'importation. La CFAO permet au contraire de resserrer les écarts avec les pays à bas coûts, puisque plus de tâches sont automatisées et mécanisées. Les coûts de production étant diminués et la qualité conservée, ce phénomène pourrait être à l'origine d'un rapatriement en France des produits importés. Les laboratoires étrangers ne concurrenceront plus les laboratoires de prothèse de proximité qui sont innovants. [32]

Par ailleurs, certains laboratoires sont réticents au développement des méthodes informatisées, et de la possibilité de s'approprier une méthode de CFAO directe au cabinet. Ils ont donc peur que certains cabinets se passent d'un laboratoire externe.

Une étude calcule rapidement l'écart des coûts horaires entre :

- un prothésiste : estimés entre 50 et 70€ ;
- et un chirurgien-dentiste : estimés entre 200 et 250€ mais avec de grandes variabilités en fonction de l'activité.

Les coûts d'investissement ramenés à l'élément usiné (les refaits, le matériel comme les fraises et les blocs à usiner) sont estimés entre 120 et 150€.
Celle-ci montre donc que le prothésiste a toujours sa place, dans la mesure ou les praticiens n'ont pas tous le temps de réaliser les travaux de laboratoire. En effet, ceux-ci leur reviendraient plus cher, et seraient probablement à rendu esthétique médiocre. Les laboratoires étant les plus proches de ces nouvelles technologies, ils pourraient être les initiateurs de l'évolution vers le numérique des protocoles cliniques. [32]

Voici quelques chiffres représentatifs du développement du numérique dans les laboratoires de prothèse :

- 60,5% des laboratoires de prothèse sont équipés en scanners et logiciels, et 66% sont équipés en usineuses ou imprimantes.
- Les laboratoires non équipés présentent un effectif bien inférieur (moins de 2 personnes) à celui des laboratoires équipés.
- Parmi les non équipés, 35% souhaitent investir. Ceux qui ne le souhaitent pas présentent un effectif de 1,7 en moyenne et la moitié du personnel est proche de la retraite. [36]

Voici un tableau récapitulatif de l'enquête de Mondon C, Guillaume J [36], qui classe les laboratoires en 3 groupes en fonction de leur taux de croissance :

Tableau 12 : Étude des équipements CFAO et effectifs dans les laboratoires en fonction de la croissance.

Croissance	Proportions de laboratoires	Effectifs moyens des équipes	**% de laboratoires équipés en CFAO**
< ou = -5%	27%	2,5	**51**
Stable entre -5% et +5%	45%	3,3	**47**
> ou = +5%	28%	4,7	**75**

On remarque que les laboratoires en baisse présentent un taux supérieur d'équipement en CFAO que ceux qui sont stables. Il a été vérifié que dans les laboratoires en baisse, les laboratoires équipés et non équipés suivaient « la même baisse ».

Nous pouvons conclure que les laboratoires à petits effectifs s'en sortent difficilement, il est préférable pour cette profession de s'associer et d'élaborer une structure plus grosse avec une équipe en conséquence.

De plus, on se rend compte qu'il est possible que la CFAO constitue un désavantage pour les laboratoires à petits effectifs. [36]

d. Qualité constante

La mécanisation d'étapes anciennement réalisées par l'Homme à pour répercussions une meilleure prédictibilité du résultat et une qualité du produit final plus constante. La standardisation absolue est bien sûr impossible tant que les Hommes continueront à intervenir. On observe donc toujours une certaine variabilité, mais à un degré hautement atténué. [49]

En effet, la nouvelle méthode supprime les étapes potentielles d'erreurs :

- Le traitement des empreintes et la coulée des modèles en plâtre (modifications volumétriques qui pouvaient se répercuter sur l'adaptation et la rétention finales de la base prothétique). [31]
- Le montage des dents manuel demandait des compétences très spécifiques. Il fallait une vraie connaissance des concepts occlusaux, une maîtrise des règles

de montage de la prothèse complète, et une rigueur particulière. Grâce à la CFAO, la future occlusion du patient édenté réhabilité n'est plus liée à l'adresse du technicien de laboratoire ; [9]

- La polymérisation des prothèses dépendait également de la qualité du travail du laboratoire. Il était impératif de respecter les températures et pressions indiquées par les fabricants de résine. De la méthode numérique découle une standardisation de la polymérisation des blocs de résine ;
- La finition et le polissage sont toujours réalisés par l'Homme et de manière traditionnelle. Cette étape est toutefois amplement simplifiée puisque les surfaces post-usinage sont déjà satisfaisantes. [10]

Pour finir, les fichiers numériques étant par définition inaltérables, on obtient la garantie de la pérennité des données transmises. Les modifications liées au transport ne peuvent plus entrer dans la chaine de travail. [7]

Cette chaine de réalisation est donc plus précise et prédictible, elle apporte de la cohérence pour la prothèse amovible complète.

e. Réglementations nombreuses [16]

Un prothèse amovible complète entre dans la catégorie des dispositifs médicaux sur mesure. Ce dernier est défini par tout dispositif médical fabriqué spécifiquement suivant la prescription écrite d'un praticien dûment qualifié à n'être utilisé que pour un patient déterminé). En Europe et notamment en France, les fabricants et délivreurs de dispositifs médicaux sur mesure sont soumis à une réglementation pointue.
Actuellement, un praticien qui fournit une prothèse CFAO fabriquée par son laboratoire à un patient doit :

- S'assurer que son laboratoire de prothèse fait partie de la liste mise à disposition par les autorités sanitaires des fabricants identifiés comme tel ;
- Rédiger une prescription écrite précisant les informations de conception de la prothèse ;
- S'assurer que la prothèse soit livrée avec sa déclaration de conformité aux « exigences essentielles » par le laboratoire ;

- Remettre ladite déclaration à son patient après en avoir inséré une copie dans le dossier médical.

Le chirurgien-dentiste possédant l'usineuse au cabinet, devenant cette fois ci fabricant de ce dispositif médical sur mesure en plus de le délivrer, se soumet à une autre réglementation encore plus exigeante :

- Contrôler et certifier la bonne conformité de la prothèse ;
- Estimer, évaluer les risques et attester d'un rapport bénéfice/risque convenable ;
- Sélectionner des matières premières comportant le marquage CE ;
- Être capable de décrire les matériaux utilisés, les procédés de production etc … ;
- Réaliser une documentation spécifique pour chaque prothèse ;
- Se déclarer auprès de l'ANSM en tant que fabricant pour faire partie de la liste ;
- Désigner un correspondant de matériovigilance pour déclarer tout incident ou risque d'incident ;
- Examiner les données acquises pour appliquer si besoin des hypothétiques mesures correctives ;

Une nouvelle règlementation européenne est parue au Journal officiel de l'Union européenne le 5 Avril 2017. Elle sera mise en application en Mai 2020. Cette dernière peut impacter la pratique de la CFAO au cabinet. Voici plusieurs points qui sont à prendre en compte :

- *« L'établissement de santé ou le praticien doit justifier dans sa documentation que les besoins spécifiques du groupe cible de patients ne peuvent être satisfaits au niveau de performances appropriées par un dispositif équivalent disponible sur le marché »* (Article 5,5 du chapitre II)

→ Les laboratoires de prothèse pourraient soutenir qu'ils ont des compétences supérieures pour satisfaire aux exigences de ce règlement.

- *« Les fabricants disposent au sein de leur organisation d'au moins une personne chargée de veiller au respect de la règlementation possédant l'expertise requise dans le domaine des DM. Cette expertise est attestée par l'une des qualifications suivantes :*
    - *Un diplôme, un certificat ou un autre document de certification formelle sanctionnant des études universitaires en droit, en*

médecine, en pharmacie, en ingénierie ou dans une autre discipline scientifique pertinente, ou un cycle de cours reconnu équivalent par l'État membre concerné, et une expérience professionnelle d'au moins un an dans le domaine de la réglementation ou des systèmes de gestion de la qualité en rapport avec les dispositifs médicaux ;

- *Une expérience professionnelle de 4 ans dans le domaine de la réglementation ou de systèmes de gestion de la qualité en rapport avec les dispositifs médicaux » (article 15 du règlement)*

Cet article précise que : *« Sans préjudice des dispositions nationales relatives aux qualifications professionnelles, les fabricants de dispositifs sur mesure peuvent attester qu'ils possèdent l'expertise requise visée au premier alinéa en apportant la preuve d'une expérience professionnelle d'au moins 2 ans dans un domaine de fabrication pertinent ».*

→ Le diplôme de Docteur en chirurgie dentaire devient insuffisant à partir de 2020 pour se déclarer fabricant de dispositifs médicaux sur mesure. On ne peut plus réaliser de la CFAO directe, avec une usineuse au cabinet, à moins de justifier une expérience professionnelle de 2 ans dans la fabrication.

On peut donc conclure que même si les laboratoires de prothèse redoutent une augmentation du nombre d'usineuses dans les cabinets dentaires, cette réglementation va dissuader quelques praticiens. Elle devient de plus en plus lourde, et représente une barrière à la pratique de la CFAO directe.

4. Tableau récapitulatif pour y voir plus clair :

Tableau 13 : Récapitulatif des intérêts et limites de la méthode CFAO.

Critères évalués	Méthode CFAO	Méthode conventionnelle
Propriétés de surface	Supérieures ou égales mais manque d'études	Inférieures ou égales, manque d'études
Propriétés mécaniques	Supérieures ou égales, manque d'études	Inférieures ou égales, manque d'études
Adaptation - rétention	Meilleure	Inférieure
Occlusion	Meilleure Uniquement Classe I possible	Dépend du prothésiste, de la polymérisation Plus personnalisable
Esthétique	Jugée meilleure par les patients mais résultat subjectif, manque d'études	Bonne, laboratoire-dépendante
Temps et coûts	Meilleure	Moins rentable
Communication	Facilitée	Plus difficile
Conservation données	Oui	Très compliquée
Accessibilité - apprentissage	Temps d'apprentissage nécessaire	Apprentissage en faculté
Essayage	Plus représentatif du résultat final, matériau plus stable Mais pas de modification possible au fauteuil	Moins représentatif du rendu final, cire instable Modifications possibles par le praticien au fauteuil
Temps au laboratoire	Gain de temps	Plus long
Qualité	Constante	Dépend du prothésiste

Conclusion

Ces 30 dernières années, la dentisterie a vu sa pratique évoluer de manière considérable. Ces avancées sont notamment permises par les progrès colossaux en informatique et dans le secteur du numérique plus précisément.
Depuis 2016, la prothèse amovible complète entre dans les possibilités offertes par la CFAO, bien après les différents types de prothèses fixées, ainsi que la prothèse amovible partielle.
En effet le souci de l'empreinte secondaire qui doit être dynamique représentait une barrière à l'utilisation du scanner intra-buccal. En contournant cette étape, il a été possible de réaliser une prothèse amovible complète par CFAO.
Dans ce travail, nous avons étudié différents critères de comparaison entre la prothèse amovible complète réalisée de manière conventionnelle et la prothèse amovible complète réalisée par une technique numérisée.
Pour les critères d'évaluation tels que les propriétés de surface et les propriétés mécaniques, les recherches manquent ou se contredisent. On ne peut donc pas conclure d'une réelle amélioration pour ces éléments. Pour le rendu esthétique final, il semblerait que les sujets soient trop influencés par le côté attrayant de la nouveauté technologique. Les réponses sont donc biaisées.
Ensuite, les étapes de montage des dents et d'essayage peuvent poser problème puisqu'elles ne permettent plus autant de personnalisation de la prothèse (montage en classe I uniquement, gabarit non modifiable).
Néanmoins, en ce qui concerne l'adaptation de la base, la rétention, la communication entre les interlocuteurs, le temps de réalisation, on constate des progrès notables. Chacun des trois protagonistes de la réalisation de cette prothèse y trouve donc un intérêt non négligeable.
De plus apparaissent avec le numérique la possibilité de conserver les données, et la constance de la qualité et du résultat.

Il faut cependant bien noter que cette avancée étant très récente, nous bénéficions de trop peu de recul clinique.
Gardons toutefois à l'esprit que la méthode présente encore de vraies perspectives d'évolution et d'avenir. Il s'avère alors intéressant de poursuivre les recherches dans

le domaine du numérique pour la réalisation de prothèses complètes afin de redonner un élan à cette discipline.

Références bibliographiques

1. Al-Dwairi ZN, Tahboub KY, Baba NZ, Goodacre CJ. A comparison of the flexural and impact strengths and flexural modulus of CAD/CAM and conventional heat-cured polymethyl methacrylate (PMMA). J Prosthodont. 2018; 0: 1-9.

2. Al-Dwairi Z, Tahboub KY, Baba NZ, Goodacre CJ, Özcan M. A comparison of the surface properties of CAD/CAM and conventional polymethylmethacrylate (PMMA). J Prosthodont. 2019; 28(4): 452-457.

3. Al-Fouzan AF, Al-Mejrad LA, Albarrag AM. Adherence of Candida to complete denture surfaces in vitro: a comparison of conventional and CAD/CAM complete dentures. J Adv Prosthodont. 2017; 9(5): 402-408.

4. AlHelal A, AlRumaih HS, Kattadiyil MT, Baba NZ, Goodacre CJ. Comparison of retention between maxillary milled and conventional denture bases: a clinical study. J Prosthet Dent. 2017; 117(2): 233-238.

5. Arslan M, Murat S, Alp G, Zaimoglu A. Evaluation of flexural strength and surface properties of prepolymerized CAD/CAM PMMA-based polymers used for digital 3D complete dentures. Int J Comput Dent. 2018; 21(1): 31-40.

6. Ayman A-D. The residual monomer content and mechanical properties of CAD\CAM resins used in the fabrication of complete dentures as compared to heat cured resins. Electron Physician. 2017; 9(7): 4766-4772.

7. Berger E, Moissally C. Interactions numériques : une nouvelle façon de communiquer entre praticiens et prothésistes. Real Clin. 2015 ; 26(4) : 294-303.

8. Bidra AS, Taylor TD, Agar JR. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: systematic review of historical background, current status, and future perspectives. J Prosthet Dent. 2013; 109(6): 361-366.

9. Bonnet G, Batisse C, Bessadet M, Nicolas E, Veyrune JL. A new digital denture procedure: a first practitioners' appraisal. BMC Oral Health. 2017; 17: 155.

10. Bonnet G, Batisse C, Bessadet M, Philippon C, Nicolas E, Veyrune JL. Prothèse amovible complète : le système Ivoclar-Wieland Digital denture, évolution ou révolution ? Cah Prothèse. 2017 ; 178 : 30-41.

11. Busby M. The « Secret » of success part 1. Dent Update. 2011; 38(2): 133-135.

12. Deak A, Marinello CP. Utilisation des logiciels CAO-FAO pour prothèses complètes. Swiss Dent J. 2015 ; 125(6) : 721-728.

13. De Divonne AC. Où va le métier de prothésiste ? Clinic. 2017 ; 38 : 592-597.

14. Etienne O, Zoudi T, Salehi A, Taddei C. Le smile design chez l'édenté total : optimiser le choix des dents prothétiques grâce au numérique. Real Clin. 2017 ; 28(1) : 21-30.

15. Fang JH, An X, Jeong SM, Choi BH. Development of complete dentures based on digital intraoral impressions: case report. J Prosthodont Res. 2018; 62(1): 116-120.

16. Garrel M. Horizon 2020 : législation et CFAO directe. Cah Prothèse. 2017 ; 180 : 24-29.

17. Goodacre BJ, Goodacre CJ, Baba NZ, Kattadiyil MT. Comparison of denture base adaptation between CAD-CAM and conventional fabrication techniques. J Prosthet Dent. 2016; 116(2): 249-256.

18. Hollender M, Allard Y, Richelme J, Casu JP. La CFAO indirecte. Inf dent. 2014 ; 96 (20) : 22-29.

19. Imburgia M. Patient and team communication in the iPad era: a practical appraisal. Int J Esthet Dent 2014 ; 9(1) : 26-38

20. Itic A, Braud A, Berteretche MV. Quelques clés pour réussir une prothèse complète à la mandibule. Stratégie prothétique. 2018;18(2): 111-121.

21. Janeva NM, Kovacevska G, Elencevski S, Panchevska S, Mijoska A, Lazarevska B. Advantages of CAD/CAM versus conventional complete dentures: a review. Open Access Maced J Med Sci. 2018; 6(8): 1498-1502.

22. Joda T, Müller P, Zimmerling F, Schimmel M. Die CAD/CAM-gefertigte Totalprothese mit dem « Digital Denture Professional System ». Swiss Dent J. 2016 ; 126(10) : 899-909.

23. John AV, Abraham G, Alias A. Two-visit CAD/CAM milled dentures in the rehabilitation of edentulous arches: a case series. J Indian Prosthodont Soc. 2019; 19(1): 88-92.

24. Kattadiyil MT, AlHelal A, Goodacre BJ. Clinical complications and quality assessments with computer-engineered complete dentures: a systematic review. J Prosthet Dent. 2017; 117(6): 721-728.

25. Kattadiyil MT, Goodacre CJ, Baba NZ. CAD/CAM complete dentures: a review of two commercial fabrication systems. J Calif Dent Assoc. 2013; 41(6): 407-416.

26. Kattadiyil MT, Jekki R, Goodacre CJ, Baba NZ. Comparison of treatment outcomes in digital and conventional complete removable dental prosthesis fabrications in a predoctoral setting. J Prosthet Dent. 2015; 114(6): 818-825.

27. Kurahashi K, Matsuda T, Goto T, Ishida Y, Ito T, Ichikawa T. Duplication of complete dentures using general-purpose handheld optical scanner and 3-

dimensional printer: introduction and clinical considerations. J Prosthodont Res. 2017 Jan; 61(1): 81-86.

28. Katsikogianni M, Missirlis Y. Concise review of mechanisms of bacterial adhesion to biomaterials and of techniques used in estimating bacteria-material interactions. Eur Cell Mater. 2004; 8: 37-57.

29. Louis JP, Chevalley F, Helfer M, Vaillant Corry AS. Traiter l'édenté total. Paris : Espace ID ; 2016. 334 p.

30. Lo Russo L, Salamini A. Removable complete digital dentures: a workflow that integrates open technologies. J Prosthet Dent. 2018; 119(5): 727-732.

31. Lo Russo L, Salamini A. Single-arch digital removable complete denture: a workflow that starts from the intraoral scan. J Prosthet Dent. 2018; 120(1): 20-24.

32. Maneval L. Empreinte numérique : une rentabilité réciproque. Tech Dent. 2017 ; 47(371) : 33-36.

33. McLaughlin JB, Ramos V, Dickinson DP. Comparison of fit of dentures fabricated by traditional techniques versus CAD/CAM technology. J Prosthodont. 2017; 28(4): 428-435.

34. Millet C, Bonnet G. L'usinage des bases prothétiques en prothèse amovible complète. Real Clin. 2017 ; 28(1) : 1-7.

35. Mondon C, Guillaume J. Comportement de l'entreprise. Tech Dent. 2018 ; (381) : 12-48.

36. Mondon C, Guillaume J. Enquête au laboratoire. Tech Dent. 2018 ; (379/380) : 10-50.

37. Ong LM, de Haes JC, Hoos AM, Lammes FB. Doctor-patient communication: a review of the literature. Soc Sci Med. 1995; 40(7): 903-18.

38. Ramage G, Martínez JP, López-Ribot JL. Candida biofilms on implanted biomaterials: a clinically significant problem. FEMS Yeast Res 2006; 6(7): 979-986.

39. Raynaldi L, Trigalou A, Rosca E, Azuelos J, Pogeant J, Blandin M. Protocole de réalisation d'une prothèse complète bi-maxillaire par CFAO. Strat Proth. 2017 ; 17(4) : 227-240.

40. Reichelt J, Poerschke F, Stark H, Enkling N, Kraus D. Nouvelle procédure pour la réalisation de prothèses totales intégrée au flux de travail numérique. Swiss Dent J SSO. 2017 ; 127 : 8.

41. Saponaro PC, Yilmaz B, Johnston W, Heshmati RH, McGlumphy EA. Evaluation of patient experience and satisfaction with CAD-CAM-fabricated complete dentures: a retrospective survey study. J Prosthet Dent. 2016; 116(4): 524-528.

42. Schwindling FS, Stober T. A comparison of two digital techniques for the fabrication of complete removable dental prostheses: a pilot clinical study. The J Prosthet Dent. 2016; 116(5): 756-763.

43. Srinivasan M, Gjengedal H, Cattani-Lorente M, Moussa M, Durual S, Schimmel M, et coll. CAD/CAM milled complete removable dental prostheses : an in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness. Dent Mater J. 2018; 37(4): 526-533.

44. Srinivasan M, Schimmel M, Naharro M, O' Neill C, McKenna G, Müller F. CAD/CAM milled removable complete dentures: time and cost estimation study. J Dent. 2019; 80: 75-79.

45. Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I, Steinmassl PA. CAD/CAM produces dentures with improved fit. Clin Oral Invest. 2018; 22(8): 2829-2835.

46. Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I, Steinmassl PA. Influence of CAD/CAM fabrication on denture surface properties. J Oral Rehabil. 2018; 45(5): 406-413.

47. Steinmassl PA, Klaunzer F, Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I. Evaluation of currently available CAD/CAM denture systems. Int J Prosthodont. 2017; 30(2): 116-122.

48. Steinmassl O, Offermanns V, Stöckl W, Dumfahrt H, Grunert I, Steinmassl PA. In vitro analysis of the fracture resistance of CAD/CAM denture base resins. Materials. 2018; 11(3): 401.

49. Steinmassl PA, Wiedemair V, Huck C, Klaunzer F, Steinmassl O, Grunert I, et coll. Do CAD/CAM dentures really release less monomer than conventional dentures? Clin Oral Investig. 2017; 21(5): 1697-1705.

50. Wimmer T, Gallus K, Eichberger M, Stawarczyk B. Complete denture fabrication supported by CAD/CAM. J Prosthet Dent. 2016; 115(5): 541-546.

SITES INTERNET :

51. Laboratoire Ivoclar Vivadent. Centric Tray® [En ligne]. [consulté le 11 Janvier 2019]. Disponible sur : http://www.ivoclarvivadent.fr/fr/p/tous/enregistrement/centric-tray

52. Laboratoire Ivoclar Vivadent. Gnathometer® [En ligne]. [consulté le 11 Janvier 2019]. Disponible sur : http://www.ivoclarvivadent.fr/fr/p/tous/gnathometer-cad

53. Laboratoire Ivoclar Vivadent. UTS-CAD® [En ligne]. [consulté le 11 Janvier 2019]. Disponible sur : http://www.ivoclarvivadent.fr/fr/p/tous/uts-cad

54. Laboratoire Merz Dental : Bon de laboratoire du Baltic Denture System. [En ligne]. 2019 [consulté le 29 Janvier 2019]. Disponible sur : https://www.baltic-denture-system.de/en/practice/bdkey-set/

Table des matières

Table des figures : 12

Table des tableaux 15

Introduction 16

I. Généralités 17

1. Définitions 17
   a. Prothèse amovible complète (PAC) 17
   b. CFAO 17

2. Protocole de conception d'une PAC conventionnelle : Rappels 19
   a. L'analyse clinique 19
   b. Empreintes primaires 22
   c. Empreintes secondaires 22
   d. Enregistrement des relations intermaxillaires 23
   e. Essayage 23
   f. Pose de la prothèse 24

II. Description de nouveaux protocoles de réalisation de PAC intégrant le flux numérique 25

1. Le système Ivoclar : Wieland Digital Denture® 25
   a. Première séance clinique 25
   b. Première séance laboratoire : 27
   c. Deuxième séance clinique : 28
   d. Deuxième séance laboratoire : 31
   e. Troisième séance clinique : 33
   f. Troisième séance laboratoire : 33
   g. Quatrième séance clinique : 35

2. Avadent® par le laboratoire Global Dental Science 35
   a. La prise d'empreintes : 36
   b. Enregistrement des relations intermaxillaires : 38
   c. Enregistrement des différents repères [25] 40
   d. Au laboratoire 43
   e. Insertion prothétique au second ou troisième rendez-vous 44
   3. Whole You Nexteeth® (Dentca) 44
   4. Baltic Denture System® de Merz Dental : 47
   5. Autres : 52
   6. Récapitulatif 52

III. Intérêts et limites du passage au numérique chez l'édenté 54

1. Pour le patient 54
   a. Propriétés de surface et biocompatibilité 54
   b. Propriétés mécaniques et rhéologiques 60
   c. Adaptation, stabilité, rétention 63
   d. Occlusion 66
   e. Esthétique et autre 69

2. Pour le praticien 71
   a. Satisfaction du patient 71
   b. Nombre de séances, temps de travail et coûts 72
   c. Communication et conservation des données 74
   d. Accessibilité et facilité de mise en pratique, courbe d'apprentissage 76
   e. L'étape d'essayage 77

3. Pour le prothésiste **79**
a. Temps de travail et coûts 79
b. Courbe d'apprentissage 80
c. Transformation du métier 81
d. Qualité constante 83
e. Réglementations nombreuses [16] 84
4. Tableau récapitulatif pour y voir plus clair : **87**
Conclusion ***88***
Références bibliographiques ***90***

UNIVERSITÉ DE LORRAINE | FACULTÉ D'ODONTOLOGIE DE LORRAINE

Jury : Président : P. AMBROSINI – Professeur des universités
Juges : J. SCHOUVER– Maître de conférences des universités
C. JURAS – Maître de conférences des universités
S. CLERC – Assistant hospitalo-universitaire

Thèse pour obtenir le diplôme d'État de docteur en chirurgie dentaire

Présentée par : **Madame JADOUL Lola**

Née à : Bar-Le-Duc (Meuse) le **21 mai 1993**

et ayant pour titre : **«La CFAO au service de la prothèse amovible complète».**

Le président du jury

P. AMBROSINI

Le doyen,
de la faculté d'odontologie de Lorraine

FACULTÉ D'ODONTOLOGIE DE LORRAINE

J.M. MARTRETTE

autorise à soutenir et imprimer la thèse 10997

NANCY, le 14 NOV. 2019

Le président de l'université de Lorraine

Université de Lorraine Le Président

P. MUTZENHARDT

Université de Lorraine – 34 cours Léopold - BP 25233 - 54052 Nancy Cedex – France Tél : +33 (0)3.72.74.00.00

JADOUL Lola – La CFAO au service de la prothèse amovible complète
Nancy 2020 : 94 pages. 64 figures ; 13 tableaux.
Th. Chir. Dent. : Nancy 2020

Mots clés :

- Prothèse amovible complète,
- CFAO,
- Prothèse numérique

A l'ère du numérique et de l'informatique, la CFAO fait son entrée depuis 2017 dans le domaine des prothèses amovibles complètes. Après avoir rappelé les éléments impératifs pour réaliser une prothèse amovible complète traditionnelle, nous développerons des protocoles cliniques CFAO. Ainsi nous pourrons analyser les modifications entre les deux procédés, conventionnel et CFAO.

L'objectif de ce travail est de rapporter les intérêts et limites du passage au numérique chez le patient édenté complet. Nous tiendrons compte de trois points de vue différents, ceux du patient, du praticien, et du prothésiste. Pour ceci, de nombreux critères seront évalués à l'aide d'une étude comparative.

Nous mettrons alors en avant, des résultats satisfaisants pour la CFAO, surtout en ce qui concerne par exemple l'adaptation, la rétention, la constance de la qualité, le temps de travail et bien d'autres encore.

Ces progrès semblent donc présenter de belles perspectives d'avenir.

Jury :

Président :	Pr. Pascal AMBROSINI
Membres :	Dr. Claire JURAS
	Dr. Sébastien CLERC
Directeur de thèse :	Dr. Jacques SCHOUVER

Adresse de l'auteur :

Lola JADOUL

17 rue René Cassin

54000 NANCY