



HAL
open science

Les limites de l'alternative numérique en prothèse amovible complète : applications cliniques à l'Institut de Médecine Bucco-Dentaire de Nice

Jules Verdino

► **To cite this version:**

Jules Verdino. Les limites de l'alternative numérique en prothèse amovible complète : applications cliniques à l'Institut de Médecine Bucco-Dentaire de Nice. Médecine humaine et pathologie. 2024. dumas-04646779

HAL Id: dumas-04646779

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04646779v1>

Submitted on 12 Jul 2024

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.

Les limites de l'alternative numérique en prothèse
amovible complète ; Applications cliniques à
l'Institut de Médecine Bucco-Dentaire de Nice

Année 2024

Thèse n°42-57-23-52

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant
la Faculté de Chirurgie Dentaire de Nice
Le 11 juin 2024 par

Monsieur Jules VERDINO

Né le 26/06/2000 à Toulon
Pour obtenir le grade de :

DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE (Diplôme d'État)

Examineurs:

Madame le Professeur	Séverine Vincent-Bugnas	Président du jury
Madame le Docteur	Valérie Pouyssegur	<u>Directeur de thèse</u>
Monsieur le Docteur	Gérald Maille	Assesseur
Madame le Docteur	Catherine Pesci-Bardon	Assesseur
Monsieur le Docteur	Gary Lambert	Membre invité

CORPS ENSEIGNANT

MAJ : 01/11/23

56ème section : DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

Sous-section 01 : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Professeur des Universités

Mme CHARAVET Carole
Mme JOSEPH Clara

Maître de Conférences des Universités

Mme AIEM TORT-ALVAREZ Elody
Mme MASUCCI Caterina

Maître de Conférences des Universités Associé

Mme OUEISS Arlette

Chefs de Clinique Assistants

M. ECALLE Corentin
Mme LAMBERTS Johanna

Attachés

M. CAMIA Julien
Mme DEVILLE Clara
M. OROSCO Philippe

Sous-section 02 : PREVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LEGALE

Professeur des Universités

Mme LUPI Laurence

Maître de Conférences des Universités

Mme BORSA Leslie
Mme MERIGO Elisabetta

Chefs de Clinique Assistants

Mme PETTITI Marine

Attachés

M. BARBRY Ludovic
M. GLACHANT Didier
M. TOLLILA Gérard

57ème section : CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

Sous-section 01 : CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

Professeur des Universités

Mme DRIDI Sophie Myriam
Mme PRECHEUR-SABLAYROLLES Isabelle
Mme VINCENT-BUGNAS Séverine

Maître de Conférences des Universités

M. COCHAIS Patrice
Mme RAYBAUD Hélène
Mme VOHA Christine

Chefs de Clinique Assistants

M. AMELINE Clément
M. BONNICI Quentin
Mme DEMES Estelle
M. GAUDARD Mathias
Mme GUILLOU Estelle

Attachés

M. GEMMI Thomas
M. GUIGON Michael
M. NACACHE Stéphane

58ème section : REHABILITATION ORALE

Sous-section 01 : DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Professeur des Universités

Mme BERTRAND Marie-France
Mme BRULAT-BOUCHARD Nathalie
Mme EHRMANN Elodie
Mme LASSAUZAY Claire

Professeur des Universités Associé

M. DOUGHAN Bassel

Professeur des Universités Emérite

M. ROCCA Jean-Paul

Maître de Conférences des Universités

M. CEINOS Romain
M. LAPLANCHE Olivier
M. LEFORESTIER Eric
M. MAILLE Gérard
Mme POUYSSEGUR-ROUGIER Valérie

Chefs de Clinique Assistants

Mme BERNABEU Marie
Mme BONNES Anaïs
M. CEPPON Franck
Mme CHAMBON Pauline
Mme DUBOIS Margaux
M. GIRODONGO Alexandre
Mme TEISSEIRE Lise

Attachés

M. ATTAL Bruno
M. PICOT Robin
M. PONCHET Yves
M. WAREMBOURG Philippe

Remerciements :

À Madame le Professeur Séverine Vincent-Bugnas :

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université Nice Sophia-Antopolis
Professeur des Universités, Praticien hospitalier
Sous-section Parodontologie

Je voulais simplement prendre un moment pour vous remercier d'avoir présidé le jury lors de ma soutenance de thèse. Votre présence a rendu cette journée spéciale pour moi. De plus, travailler ensemble en clinique a été une expérience très agréable et enrichissant. Votre soutien et votre énergie positive ont été très appréciés. Merci encore pour avoir contribué à rendre ma formation hospitalière mémorable.

À Madame le Docteur Valérie Pouyssegur-Rougier :

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université Nice Sophia-Antipolis
Maitre de conférence des Universités, Praticien Hospitalier
Sous-section Prothèses

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude pour ton soutien indéfectible tout au long de l'élaboration de ma thèse. Ton expertise, tes conseils éclairés et ton encouragement constant ont été d'une valeur inestimable pour moi. Ta passion pour ton domaine et ton dévouement envers tes étudiants sont une source d'inspiration pour moi. Je suis vraiment reconnaissant d'avoir eu l'opportunité de travailler sous ta direction en travaux pratique, en clinique ou en assistant, et je suis très reconnaissant pour tout ce que tu as fait pour m'aider à atteindre ce jalon CRUCIAL dans ma carrière. Merci infiniment pour tout.

À Monsieur le Docteur Gérald Maille :

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université Nice Sophia-Antipolis
Maitre de conférence des Universités, Praticien Hospitalier
Sous-section Prothèses

Je tiens à vous exprimer toute ma gratitude pour votre participation en tant qu'assesseur lors de ma soutenance de thèse. Votre arrivée cette année et notre collaboration en clinique ont été des moments enrichissants pour moi. Votre expertise en prothèse, combinée à votre soutien et à votre engagement, ont été d'une grande aide pour moi tout au long de cette année. Travailler ensemble a été non seulement instructif mais aussi très agréable. Merci infiniment pour votre précieuse contribution à cette étape importante de mon parcours académique.

À Madame le Docteur Catherine Pesci-Bardon :

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université Nice Sophia-Antipolis
Praticien Hospitalier

Je tiens à vous adresser mes sincères remerciements pour votre participation en tant qu'assesseur lors de ma soutenance de thèse. Nos trois années sous votre direction aux urgences ont été une période marquante de mon parcours universitaire, et nos moments de détente à résoudre des mots fléchés pendant nos pauses restent parmi mes souvenirs les plus chers. Votre soutien et votre expertise ont été inestimables pour moi. Merci pour ces années de travail et pour avoir contribué à faire de cette expérience et de ma formation une réussite.

À Monsieur le Docteur Gary Lambert :

Docteur en Chirurgie Dentaire
Docteur de l'Université Nice Sophia-Antipolis
Ancien Assistant Hospitalier Universitaire
Sous-section Prothèses

Je tiens à t'exprimer ma profonde reconnaissance pour ton rôle en tant qu'assesseur lors de ma soutenance de thèse. Ton accompagnement bienveillant tout au long de mon cursus, que ce soit en travaux pratiques ou en clinique, a été d'une valeur incalculable pour moi. Au-delà de ton expertise professionnelle et technique, notre amitié qui s'est développée au fil du temps a enrichi mon expérience universitaire et hospitalière. Les soirées que nous avons partagées resteront des souvenirs précieux pour moi. Merci infiniment pour ton soutien, ton amitié et ton contribution à mon parcours universitaire.

Les possibilités de l'alternative numérique en Prothèse Amovible Complète ; Applications cliniques à l'Institut de Médecine Bucco-dentaire du CHU de Nice

Introduction

Chapitre I : Base de la Prothèse Amovible Complète

- 1,1) Objectif d'une empreinte en PAC
- 1,2) Examen clinique et empreinte
- 1,3) Évolutions des concepts d'empreintes en PAC
 - 1,3,1) Empreinte primaire
 - 1,3,2) Porte empreinte Individuel
 - 1,3,3) Empreinte secondaire
 - 1,3,4) Empreinte optique

Chapitre II : L'Ère du numérique en odontologie

- 2,1) Conception Assistée par Ordinateur (CAO)
- 2,2) Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO)
- 2,3) Différents types de CFAO
- 2,4) Empreinte optique
 - 2,4,1) Fonctionnement d'une caméra optique
 - 2,4,2) Mécanisme de numérisation
- 2,5) Camera optique et Prothèse amovible complète : mariage impossible actuellement ?
 - 2,5,1) Sources d'erreurs et édentement total.
 - 2,5,1,1) La proportion de la surface d'enregistrement
 - 2,5,1,2) La similarité des surfaces
 - 2,5,1,3) La mobilité et la dépressibilité des muqueuses d'appuis.
- 2,6) synthèse actuelle

Chapitre III : Cas Cliniques personnels et difficultés rencontrées.

- 3,1) Présentation du protocole Vita
- 3,2) Situation de réfection d'une PAC
 - 3,2,1) Contexte
 - 3,2,2) Déroulé clinique
- 3,3) Situation de réfection d'une PAC avec modification de la DVO
 - 3,3,1) Contexte
 - 3,3,2) Déroulé clinique
- 3,4) Conception et confection d'une première PAC bi maxillaire.
 - 3,4,1) Contexte
 - 3,4,2) Déroulé clinique

Chapitre IV : Proposition d'un protocole pour une utilisation au CHU

Conclusion

Bibliographie

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Porte empreintes métalliques perforés

Figure 2 : Porte empreintes plastiques perforés 8

Figure 3 : Porte empreintes métalliques non perforés type cerpac	Figure 4 : Porte empreinte de schreinemakers	8	
Figure 5 : Modification par soustraction (fraisage)	Figure 6 : Modification par addition (ajout de cire)	9	
Figure 8 : Palais en forme de U	Figure 9 : Torus Palatin	Figure 10 : Voute palatine ogivale	13
Figure 11 : Suture inter-maxillaire.	Figure 12 : Structure osseuse maxillaire	13	
Figure 14 : Porte empreinte en ivoire	16		
Figure 15 : Principe de la loi de pascal	17		
Figure 15 : empreinte par méthode directe (tactile)	Figure 16 : empreinte par méthode indirecte (optique)	21	
Figure 17 : Schéma d'un faisceau de lumière blanche subdivisée	21		
Figure 19 : Schéma des différents types de CFAO	25		
Figure 20 : Schéma du principe de triangulation (valeurs de α et β connues)	27		
Figure 21 : Schéma ombre portée	28		
Figure 22 : Schéma de la triangulation active en lumière structurée : projection d'une ligne	28		
Figure 23 : Schéma de la triangulation active en lumière structurée : projection d'un motif à pas connu	29		
Figure 24 : Courbe de décision du type de CFAO	34		
Figure 25 : passage des modèles surfaciques au numérique.	Figure 26 : modèle de travail par CAO	34	
Figure 27 : Détermination de l'espace prothétique antérieur par CAO	35		
Figure 28 : Détermination des limites de la bases prothétique	35		
Figure 29 : Analyse de l'axe d'insertion de la future prothèse	35		
Figure 30 : Choix du type de dents pour notre futur montage	35		
Figure 31 : Proposition de montage par intelligence assistée (IA)	36		
Figure 32 : possibilités de modification et de caractérisation du montage	36		
Figure 33 : Conception de nos futures bases prothétiques	36		
Figure 34 : Finalisation du montage sur articulateur virtuel	36		
Figure 35 : Deux options de fabrication des bases prothétiques	37		
Figure 36 : Base prothétique après impression	37		
Figure 37 : Dents du commerce Vita utilisées pour nos cas cliniques	38		
Figure 38 : Dent Vita	38		
Figure 39 : Application d'adhésif pour collage des dents sur la base prothétique	39		
Figure 40 : Finition des prothèses par résine composite	39		
Figure 42 : Photo du sourire de face	41		
Figure 43 : Photos des crêtes maxillaire (gauche) et mandibulaire (droite) de la patiente	41		
Figure 44 : Photos de face et de profil avec les prothèses en occlusion	42		
Figure 45 : Photos des 2 prothèses mandibulaires (gauche 2022) (droite 2021)	42		
Figure 47 : Stratégie de numérisation idéal de prothèses amovibles complètes selon le fabricant	44		
Figure 49 : Cas de millefeuille et de déformation constaté par le prothésiste en post-traitement	45		
Figure 51 : Modèle maxillaire avec plaque base en résine avec les dents sur cire	46		
Figure 52 : Modèle mandibulaire sur base en résine sur laquelle le prothésiste a monté les dents sur cire	46		
Figure 53 : Essayage des montages en bouche, position mandibulaire trop postérieure plus béance antérieure	46		
Figure 54 : Vérification de l'occlusion du nouveau montage	47		
Figure 56 : Prothèses maxillaire et mandibulaire prêtes pour l'insertion en bouche	48		
Figure 57 : Maquettes d'essayages et prothèses terminées	48		
Figure 58 : Photo des nouvelles prothèses en bouche	48		
Figure 59 : Prothèses numériques en bouche à j+7	49		
Figure 60 : Réglage de l'occlusion avec l'ancienne prothèse (conventionnelle) au maxillaire et la nouvelle prothèse (numérique)	50		
Figure 61 : Photos extra-orales avec ses anciennes prothèses âgées d'une dizaine années	51		
Figure 62 : Photos extra-orales avec ses nouvelles prothèses réalisées en 2022 au CHU	52		
Figure 63 : Photos des nouvelles prothèses réalisées en 2023 (gauche) comparées à ses anciennes réalisées en 2012 (droite)	52		
Figure 64 : Photos intra-buccales maxillaire et mandibulaire	53		
Figure 67: Exemple de rendu après numérisation complète du maxillaire	55		
Figure 68 : Photos des montages antérieurs avec les bourrelets d'occlusion	55		
Figure 69 : Vérification du parallélisme du plan de FOX et du plan d'occlusion maxillaire	56		
Figure 71 : Photos du sourire du patient pour valider l'esthétique	57		
Figure 72 : Validation du montage esthétique et enregistrement de la RIM	57		
Figure 73 : Photo des montages complets maxillaire et mandibulaire	58		
Figure 74 : Photos des montages complets en OIM	58		

Figure 75 : Photo contrôle de l'occlusion des prothèses maxillaire et mandibulaire.	58
Figure 76 : Photo de l'expulsion de la 12 lors de l'essayage sur cire.	59
Figure 77 : Photos des prothèses finies, prêtes à être posées.....	59
Figure 78 : Contrôle de l'occlusion en statique et dynamique.	59
Figure 79 : Photos des prothèses en bouche..... en occlusion et sourire de face.	60
Figure 81 : Photos extra-buccales de face et de profil.....	61
Figure 82 : Photos intra-buccales maxillaire (gauche) et mandibulaire (droite).	62
Figure 83 : Photos des modèles en plâtre issues de nos empreintes primaires.	63
Figure 84 : Photos des PEI avec une plaque base en résine chémopolymérisable et des bourrelets de cire.	63
Figure 85 : Photos des empreintes llaires avec les RIM enregistrés par la technique des chevrons et encoches.	64
Figure 86 : Photo de scanner extra-oral (scanner de table).	64
Figure 88 : Photos issues du SIO après..... numérisation des empreintes secondaires.	65
Figure 89 : Photo issue de la numérisation de la maquette d'occlusion classique sans Permlastic.....	65
Figure 91 : Photos des prothèses après Impression et finition prêtes à être posées	67
Figure 92 : Photos de la prothèse maxillaire en bouche.....	67
Figure 93 : Photos de la prothèse mandibulaire avant (photo1) et après réglage (photo 2 et 3).	68
Figure 94 : Photos des deux prothèses en bouche.	68
Figure 95 : Photos après équilibration occlusale et recul de la mandibule en OTE.....	69
Figure 96 : Numérisation « d'ensemble » avant de combler les manques	Figure 97 : Réalisation d'un repère (blanc) pour aider le SIO à se repère lors de la numérisation
	74

INTRODUCTION

Au cours de la dernière décennie, l'avènement fulgurant du numérique a profondément marqué le domaine de la dentisterie, révolutionnant en 1^{er} lieu le principe d'empreintes en prothèses mais aussi la Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO). Néanmoins, en 2024, la plupart des études déplorent toujours la présence d'une zone d'ombre, dans le spectre de l'empreinte numérique en prothèse amovible complète. Son utilisation doit être limitée aux empreintes primaires, à la réalisation de duplicata des prothèses adaptées et à l'empreinte d'intrados rebasé. (1) (2)

Malgré des progrès notables et divers essais cliniques dans ce domaine, un obstacle persiste : l'absence d'enregistrement efficace de la dépressibilité muqueuse et des limites dynamiques des fonds de vestibules.

À ce jour, malgré cela, de nombreux praticiens et laboratoires prothétiques ont adopté l'utilisation de la caméra numérique dans la pratique quotidienne ou dans leurs arguments de vente.

Cette thèse propose une mise en situation clinique, d'un étudiant de 6^{ème} année novice en numérique. Nous utiliserons deux systèmes de caméra (3Shape et Dentsply Sirona) au travers de trois situations cliniques distinctes de conception ou de réfection de prothèses amovibles complètes.

En premier lieu, nous revisitons les particularités et impératifs tissulaires des maxillaires édentés.

Dans un second temps sont exposés, les principes fondamentaux du numérique en odontologie.

Enfin, en tant qu'étudiant de 6^{ème} année, nous partageons notre expérience pratique, explorant le matériel et la technique dans le contexte du CHU, tout en proposant un protocole d'utilisation adapté à l'environnement du CHU de Nice.

Chapitre I :

Base de la Prothèse Amovible Complète

1,1) Objectif d'une empreinte primaire en PAC

Concernant l'empreinte, il convient de réaliser une empreinte muco-statique, non-compressive et donner les limites exactes pour la confection du porte empreinte individuel (PEI) pour ce faire plusieurs éléments sont à prendre en compte :

Choix et adaptation du Porte-empreinte du commerce :

Une empreinte primaire réussie commence par un choix adapté du porte empreinte du commerce. Le porte empreinte idéal en prothèse amovible complète doit posséder une forme anatomique et être homothétique à l'arcade. Il permet de moduler la compression du matériau d'empreinte, d'assurer son soutien, et de déterminer l'épaisseur de matériau pendant la réalisation de l'empreinte et circonscrire les limites tissulaires de l'arcade édentée.

Nous utilisons des portes-empreintes du commerce en fonction du matériau choisi. Ils sont en métal ou en polycarbonate, perforés (type Schreinmaker ou Acu-tray) (Fig 1,2,4) pour les empreintes à l'alginate et métalliques, non perforés (de type Cerpac) (Fig 3) pour les empreintes au plâtre. (1,2)



Figure 1 : Porte empreintes métalliques perforés

<https://www.dental-france.fr/produit/porte-empreinte-perfore-x-6/>



Figure 2 : Porte empreintes plastiques perforés

<http://bndentalpro.com/produit/porte-empreinte-l/>



Figure 3 : Porte empreintes métalliques non perforés type cerpac



Figure 4 : Porte empreinte de schreinmakers

Idéalement, la limite vestibulaire du porte empreinte maxillaire se situe à 2-3 mm du fond de la zone de réflexion muqueuse. En postérieur, la limite se situe à 2-3 mm en arrière des fossettes palatines tout en englobant les tubérosités maxillaires.

À la mandibule, la limite du porte-empreinte permet l'enregistrement de la frange sublinguale, des volets linguaux dans les régions mylo-hyodiennes mais également des tubercules rétro-molaires en postérieur.

Afin d'aider dans le choix optimal, un compas à pointes sèches permet de mesurer la distance inter-trigones et inter-tubérositaire.

- Les portes-empreintes non métalliques présentent l'avantage d'être modulables si nécessaire par addition (cire ou pate thermoplastique) (Fig 6) ou par soustraction (fraisage) (Fig 5) en fonction de l'anatomie des maxillaires.

- Les portes-empreintes métalliques, eux, ne sont modifiables que par addition ou par torsion avec l'aide d'une pince.



Figure 5 : Modification par soustraction (fraisage)



Figure 6 : Modification par addition (ajout de cire)

Au cours des étapes cliniques suivantes, un porte-empreinte individuel (PEI) est réalisé à partir du modèle primaire en plâtre (issu de l'empreinte primaire), destiné à enregistrer l'empreinte secondaire. (3,4)

Réalisation de l'Empreinte Primaire muco–statique :

L'empreinte primaire a pour but d'enregistrer les surfaces d'appuis et de déterminer les limites du futur PEI afin de pouvoir réaliser par la suite l'empreinte secondaire et l'empreinte tertiaire si nécessaire. L'ensemble des éléments anatomiques au repos doit y être reproduit avec fidélité.

Le matériau d'empreinte utilisé doit permettre de chasser les tissus périphériques en vue d'enregistrer l'ensemble de la surface exploitable, garantissant ainsi la sustentation, la stabilisation et la rétention maximales de la future prothèse.

Dans cette thérapeutique, on recherche et obtient une sustentation optimale pour assurer une bonne intégration bio-fonctionnelle de la prothèse.

La sustentation est la force qui s'oppose aux mouvements verticaux d'enfoncement de la prothèse sur sa surface d'appui. Elle dépend de différents facteurs : la surface d'appui, la forme des crêtes et la qualité des tissus de soutien. Néanmoins la surface de sustentation est limitée par le jeu de la musculature et la mobilisation des organes périphériques.

L'empreinte primaire doit :

- Être statique surtout en regard des tissus flottants
- Être non compressive.
- Assurer un moulage précis des surfaces d'appui primaires et secondaires.
- Localiser aussi exactement que possible la situation optimale de la ligne de réflexion muqueuse
- Apprécier éventuellement le degré de résorption osseuse et la position actuelle des tissus périphériques.
- Analyser les limites idéales de la future prothèse.
- Contribuer à l'étude clinique, au diagnostic et au plan de traitement prothétique d'une édentation totale.
- Autoriser la construction au laboratoire d'un PEI préfigurant approximativement la base de la prothèse terminée et nécessitant le minimum de correction en bouche.
- Réduire au minimum le temps passé au fauteuil à ajuster le PEI pour l'empreinte secondaire.

La Cartographie de l'Empreinte Primaire :

Quel que soit le matériau employé, a fortiori un hydro-colloïde (car c'est le plus utilisé actuellement), cette empreinte comporte systématiquement des imperfections, aussi minimes soient-elles (sur extensions au niveau des bords, compression excessive des tissus ostéomuqueux sous les intrados) (Fig7).

Il appartient au praticien, à l'issue de l'empreinte primaire, de contrôler l'exactitude de celle-ci, et de corriger ses imperfections. Il s'agit de comparer l'intrados de l'empreinte obtenue avec la surface des tissus en bouche, et de cartographier l'empreinte primaire, à l'aide d'un crayon dermatographique, pour fournir au prothésiste les véritables limites cliniques de l'empreinte. L'objectif étant de comparer la hauteur de crête disponible en bouche et sa correspondance sur l'empreinte primaire, afin de s'assurer que les tissus mous n'ont pas été refoulés ou déplacés. (5)

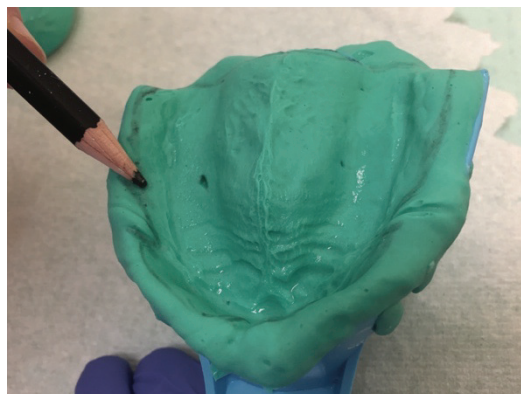


Figure 7 : cartographie de l'empreinte primaire.

Les Erreurs potentielles et inhérentes à la dépressibilité muqueuse à éviter lors de l'Empreinte Primaire.

- Empreinte trop compressive qui refoule les tissus et donc modifie les limites
- Empreinte non muco statique qui déplace ou comprime les tissus mous
- Les sous et sur-extensions des bords, fausse la future limite de notre PEI
- Les surpressions au niveau des surfaces d'appui risquent de causer douleurs avec notre prothèse par compression
- Viscosité inadaptée du matériau lors de l'insertion en bouche, alginate trop liquide (fuse dans la gorge), trop rigide (empreinte faussée, tirage)
- Excès de matériau lors du chargement du porte-empreinte. (33)

1,2) L'examen clinique

L'observation clinique doit précéder l'élaboration d'une prothèse, tous les éléments généraux, locaux et surtout d'ordre psychiques, nécessaires à la réalisation et au succès de chaque étape de la construction d'une prothèse totale sont fidèlement observés et rapportés.

- Éléments Généraux et Locaux

Après une présentation réciproque, avant tout examen, avant tout interrogatoire, il convient de laisser le consultant parler aussi longtemps qu'il le désire et exposer le motif de sa visite, pendant que le patient parle, on peut déjà noter mentalement (34):

- L'âge : - l'âge civil - l'âge des structures anatomiques et physiologiques
- Les disponibilités cognitives
- L'attitude, le comportement, le ressenti, l'adaptation et les doléances justifiant d'une refection vis à vis des anciennes prothèses amovibles complètes.

- Interrogatoire anamnèse

Dans le domaine médical, la communication entre le professionnel de la santé et le patient est une composante fondamentale du processus diagnostique et de la prise en charge médicale. Au cœur de cette interaction se trouve l'interrogatoire médical, un élément clé permettant d'explorer les symptômes, de recueillir des antécédents médicaux et d'établir une compréhension approfondie de la condition du patient. L'efficacité de cette démarche ne se limite pas à la collecte d'informations, mais s'étend également à l'établissement d'une relation de confiance entre le médecin et le patient, influençant ainsi positivement la qualité des soins prodigués. (35)

- Facteurs généraux

- L'hérédité,
- Les états pathologiques ou déficiences congénitales générales
- Les état pathologique acquis
- La sénescence ou sénilité.

- Facteurs locaux

-L'historique de la denture du patient (Date et motif de la perte des dents)

-L'existence d'allergies de toutes sortes : Alimentaire, médicamenteuse, respiratoire, etc

-Au stade d'édentement total, l'interrogatoire médical se focalise sur plusieurs aspects. Dans le cas où le patient a déjà été appareillé, il convient d'évaluer sa satisfaction antérieure vis-à-vis de ses anciennes prothèses. Cela nécessite une analyse des éventuels échecs, en identifiant précisément les causes sous-jacentes. Par ailleurs, il est impératif d'obtenir des informations sur la durée pendant laquelle le patient a été dans un état d'édentation complète.

-Le motif de consultation, lors de l'établissement de ce dernier, une approche tripartite s'impose pour cerner les besoins du patient de manière exhaustive.

L'esthétique dentaire, la phonétique et les aspects fonctionnels doivent être minutieusement explorés. Ainsi, la consultation vise à comprendre si le patient recherche une amélioration esthétique, une optimisation de sa phonétique, ou s'il émet des préoccupations liées aux aspects fonctionnels de l'appareillage dentaire, souvent traduites par la difficulté d'alimentation. Cette approche intégrée permet d'obtenir une vision complète des attentes et des besoins du patient, facilitant ainsi une prise en charge adaptée et personnalisée. (35)

- Éléments anatomiques et physiologiques :

Dans l'analyse approfondie de la situation buccale, il est impératif de s'attarder sur plusieurs paramètres. Le degré d'ouverture de la bouche, avec une attention particulière portée aux altérations pathologiques commissurales, offre des indices essentiels sur la mobilité et la flexibilité des tissus buccaux et la dimension vertical existante . Ce facteur joue un rôle significatif dans la planification des interventions prothétiques et des traitements associés.

Parallèlement, l'examen du chemin d'ouverture de la bouche constitue une étape indispensable. La détermination de son caractère droit ou dévié, ainsi que la distinction entre un mouvement en un seul temps ou en deux temps distincts, offre une compréhension approfondie des mécanismes physiologiques impliqués. Cette connaissance fine est indispensable pour concevoir des prothèses dentaires qui s'ajustent harmonieusement aux mouvements naturels de la mâchoire, assurant ainsi un confort optimal pour le patient.(37)

- Examen radiographique :

La recherche d'éventuelles dents ou racines résiduelles à extraire, de potentielle communication bucco-sinusienne persistante, nécessite une exploration minutieuse des documents pré-extractionnels, tout en identifiant d'éventuels problèmes liés à la prothèse immédiate ou provisoire.

Ainsi, l'examen radiographique, en fournissant des données détaillées sur la structure osseuse et la disposition dentaire, complète de manière essentielle l'évaluation clinique. Ces deux volets, radiographique et clinique, se conjuguent pour offrir une vision holistique de l'état buccal du patient, établissant ainsi une base solide pour la planification et la mise en œuvre de traitements prothétiques personnalisés et efficaces. Cette étape permet d'anticiper les défis potentiels et de concevoir une approche de traitement adaptée, contribuant ainsi à la réussite globale de l'intervention prothétique. (38)

Le Maxillaire :

Le Tissu osseux :

- Les tubérosités : pour être idéalement exploitées pour la rétention elles sont de dépouille c'est à dire leurs faces vestibulaires sont parallèles entres elles. Si elles ne sont pas parallèles ou de contre-dépouille, une plastie osseuse pré-prothétique est indiquée pour permettre l'insertion et la désinsertion facilitées. (39)

- La voûte palatine : 4 formes de voutes sont décrites :

- Palais en forme de U : sustentation maximale (Fig 8)
- Palais plus court avec une base horizontale plus étroite.
- Palais plat aux crêtes absentes.
- Voûte ogivale : sustentation réduite. (Fig 10)

-La suture intermaxillaire (Fig 11)

-Le torus palatin (Fig 9)

- Le sillon ptérygo-maxillaire (Fig 12)

- L'épine nasale antérieure (Fig 12)



Figure 8 : Palais en forme de U

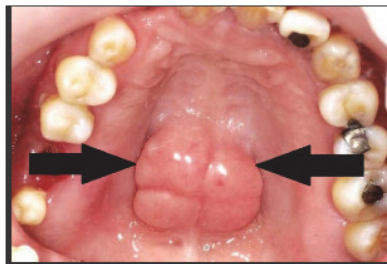


Figure 9 : Torus Palatin

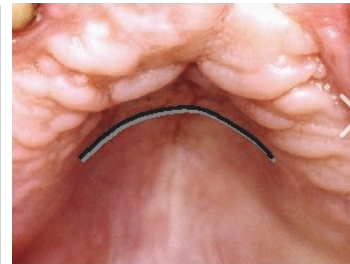


Figure 10 : Voûte palatine ogivale

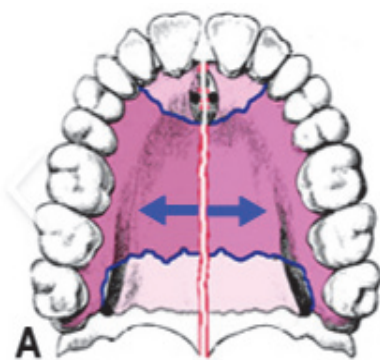


Figure 11 : Suture inter-maxillaire.

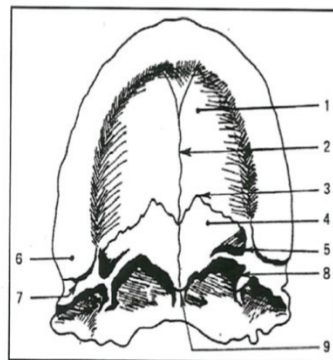


Figure 12 : Structure osseuse maxillaire

- 1 : Apophyse palatine
- 2 : Suture médiane palatine
- 3 : Suture palato-maxillaire
- 4 : Lamme horizontale du palatin
- 5 : Canal palatin postérieur
- 6 : Tubérosité maxillaire
- 7 : Sillon ptérygo-maxillaire
- 8 : Crochet de l'aile interne de l'hamulus
- 9 : Épine nasale postérieure

Le Tissu de revêtement :

Pour recevoir une prothèse amovible complète, la fibro-muqueuse nécessite une évaluation attentive de plusieurs aspects. On évalue également la muqueuse au niveau des versants vestibulaires et au niveau de la ligne de réflexion des organes périphériques.

-La coloration de la fibro-muqueuse est essentielle, car elle influe sur l'esthétique de la prothèse, en cherchant à reproduire au mieux la teinte naturelle des tissus environnants. Elle nous donne aussi une information concernant la santé de la muqueuse, il est préférable d'éviter de réaliser des empreintes sur une muqueuse lésée ou inflammée. L'attente de la cicatrisation totale pour réaliser la prothèse d'usage est nécessaire.

-La densité de la fibro-muqueuse est un facteur à considérer pour assurer un soutien adéquat de la prothèse. Une densité adéquate favorise la stabilité et le confort de la prothèse, tandis qu'une évaluation incorrecte peut entraîner des problèmes d'ajustement de rétention ou une compression excessive de notre muqueuse.

-L'adhérence de la prothèse à la fibro-muqueuse est nécessaire pour assurer une rétention stable. Un bon ajustement et une adhérence appropriée réduisent les mouvements indésirables de la prothèse, améliorant ainsi la fonction masticatoire et le confort du patient.

-La dépressibilité muqueuse, souvent observée chez les porteurs de prothèses amovibles complètes, peut avoir un impact significatif sur la stabilité et le confort des prothèses. Lorsqu'elle est forte et irrégulière dépressible peut compromettre l'adaptation et la rétention des prothèses, entraînant des mouvements indésirables lors de la mastication et de la parole transmis à la crête osseuse sous jacente.

De plus, la dépressibilité muqueuse peut causer des points de pression excessifs sur les tissus mous, augmentant le risque d'ulcération et d'inconfort pour le patient. Pour atténuer cet impact, des techniques de conception de prothèses adaptées ainsi que des matériaux de revêtement souple peuvent être utilisés pour améliorer la stabilité et réduire les forces de friction, offrant ainsi de meilleurs résultats.

En résumé, la prise en compte minutieuse de la coloration, de la densité et de l'adhérence de la fibro-muqueuse est essentielle dans la conception de prothèses amovibles complètes, garantissant ainsi une intégration harmonieuse et un fonctionnement optimal pour le patient.
(40)

Les Organes périphériques :

La tonicité dans le contexte de la prothèse amovible complète englobe divers éléments anatomiques à considérer. Antérieurement, des structures telles que le frein de la lèvre, l'orbiculaire et le muscle canin participent à la tonicité des tissus environnants, influant directement sur le support et la mobilisation de la prothèse. (41)

Sur la partie latérale et postérieure, le buccinateur et l'espace ampoulaire paratuberositaire contribuent également à la tonicité globale des tissus mous. L'évaluation des ligaments pterygo-maxillaires est tout aussi importante, car ces structures ont un impact significatif sur la stabilité de la prothèse lors de l'ouverture buccale. (41)

La Mandibule :

Le Tissu osseux : (Fig 13) : à la mandibule on évalue (39):

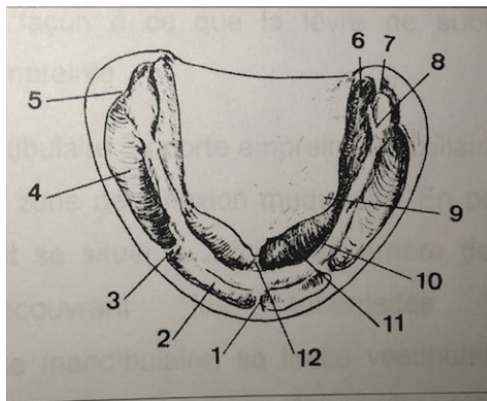
- Forme générale.
- État des corticales osseuses.
- Crête alvéolaire, volume et degré de résorption.
- Versant vestibulaire de la crête :
 - Ligne oblique extérieure.
 - Trou mentonnier
- Versant linguale :
 - Apophyse génienne
 - Ligne oblique interne
 - Tori mandibulaire.

Le Tissu de revêtement :

-La fibro-muqueuse, examinée dans les plans sagittal et frontal, revêt divers aspects essentiels en prothèse amovible complète son relief et sa dépressibilité sont des conditionnés par. La crête alvéolaire sous-jacente. Le rebord alvéolaire, en termes de volume et de degré de résorption, représente un paramètre clé dans la réussite prothétique. L'adhérence de la prothèse à cette région dépend de l'évaluation de l'épaisseur de la fibro-muqueuse, jouant un rôle déterminant dans la stabilité et la rétention de la prothèse.

-La coloration de la muqueuse, associée à son étendue, est utile pour reproduire fidèlement l'apparence des tissus environnants, contribuant ainsi à l'aspect esthétique de la prothèse.

-En résumé, la compréhension détaillée de la fibro-muqueuse dans ses différentes dimensions et caractéristiques est fondamentale pour la conception précise de prothèses amovibles complètes, garantissant un ajustement confortable et esthétiquement satisfaisant. (40)



- 1) Frein médian de la lèvre inférieure
- 2) Ligne de réflexion muqueuse
- 3) Frein latéral de la lèvre inférieure
- 4) Poches de Fish
- 5) Insertion du Masséter
- 6) Arc palatoglosse
- 7) Concavité limitant le tubercule rétromolaire
- 8) Tubercule rétromolaire
- 9) Limite postérieure de la loge sublinguale
- 10) Hamac sublingual
- 11) Frange sublinguale
- 12) Frein sublinguale

Figure 13 : Schéma des structures anatomiques mandibulaire

(Lejoyeux J. Prothèse complète. Examen clinique, matériaux et techniques d'empreintes. Tome I. Maloine. ; 1979)

Les organes périphériques : (42)

- Partie antérieure vestibulaire
- Région vestibulaire latérale postérieure
- Région sublinguale

La Salive (Quantité et qualité) :

L'idéal pour la rétention d'une prothèse amovible complète est une quantité de salive suffisante pour maintenir une pellicule mince et uniforme entre la prothèse et la muqueuse buccale. Une salive de qualité, c'est-à-dire suffisamment visqueuse, peut contribuer à une meilleure adhérence et stabilité de la prothèse, favorisant ainsi le confort du patient. Cependant, les besoins en termes de quantité et de type de salive peuvent varier d'un individu à l'autre en raison de divers facteurs tels que la santé buccale, la médication, et d'autres conditions médicales. Une évaluation individuelle est souvent nécessaire pour ajuster la conception de la prothèse en fonction des caractéristiques spécifiques du patient. (35)

La salive peut être problématique car chez les personnes âgées prenant plusieurs traitements médicamenteux simultanément (patient polymédiqué). Il est important de noter qu'il existe environ 400 médicaments qui participent à des phénomènes d'hypo ou d'asialie. Le flux salivaire qui participe normalement à la création de la rétention de la prothèse maxillaire par « effet ventouse » est cette fois-ci absent et fini par causer des pertes de stabilité associées à des frottements douloureux. (36)

1,3) Évolution des concepts d'empreintes en PAC

Avant le XVIII^{ème} siècle, aucune méthode n'était disponible pour réaliser l'empreinte des crêtes alvéolaires. Une méthode couramment utilisée consistait à sculpter un bloc d'ivoire (Fig 14) ou de bois afin de pouvoir y accueillir les contours alvéolaires.



Figure 14 : Porte empreinte en ivoire

Il aura fallu attendre

-1711 et Matthias Gottfried Purman pour voir les premières empreintes à l'aide de cire d'abeille.

- En 1844, le plâtre de Paris fut utilisé pour la première fois comme matériau d'empreinte.

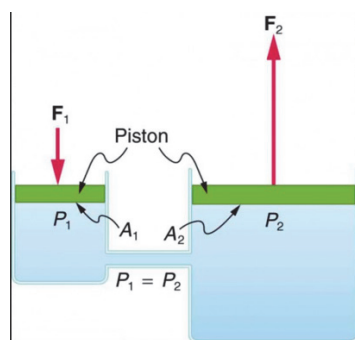
-En 1848 la gutta percha fut introduite, placée dans de l'eau bouillante, moulée et malaxée puis insérée fermement dans la bouche, de la même manière que la cire. (5)

Les principes de base de la prise d'empreinte actuelle en prothèse amovible complète ont été acquis courant du XIX^{ème} siècle et fort peu modifiés jusqu'à l'avènement des empreintes optiques.

1,3,1) L'empreinte primaire ou mucostatique

Ce type d'empreinte a été proposé par Addison en 1944 et Page en 1946, puis repris par De Vane en 1952, et plus récemment, Kornfiel et Clayton dans les années 1970-1980.

Dans cette approche, les tissus, compressibles sont soumis à la loi de Pascal, « Toute variation de pression en un point d'un liquide contenu dans un récipient s'accompagne d'une égale variation de pression en tout point du liquide », ce qui signifie qu'au sein d'un même récipient la pression est la même en tout point de ce récipient . Par conséquent, l'empreinte est réalisée sans pression pour éviter tout déplacement des tissus mous, réfutant ainsi le rôle rétentif de la pression atmosphérique. (Figure 15)



Dans notre cas si il est donc important d'exercer une pression constante sur notre surface (A) pour éviter de repousser les muqueuses et fausser notre empreinte

Figure 15 : Principe de la loi de pascal

La rétention dépend donc de la qualité et de la précision de l'interface muco-prothétique. La surface d'appui est enregistrée avec un porte-empreinte totalement espacé, utilisant un matériau ayant à la fois un temps de prise long et une très faible viscosité. La rétention, dépend également de la hauteur et la largeurs des crêtes osseuses.

Ces concepts découlent à la fois des différences dans la conception du comportement muqueux face aux charges fonctionnelles et de la composition histologique des tissus.

L'empreinte primaire occupe une place capitale dans le processus de conception du porte-empreinte individuel en prothèse amovible complète. Cette phase initiale permet de capturer de manière précise les contours anatomiques de la cavité buccale, incluant la crête alvéolaire et les tissus environnants. Bien réalisée, elle offre une base stable et fidèle pour la fabrication du porte-empreinte individuel. En capturant les détails anatomiques et les limites précises, elle contribue à la création d'un support optimal, assurant un ajustement précis de la base prothétique. Sa qualité influence directement la précision du modèle de travail, jouant ainsi un rôle essentiel dans la réalisation d'une prothèse amovible complète qui s'adapte confortablement et offre une fonctionnalité idéale pour le patient. (6)

1,3,2) Le Porte-empreinte Individuel (PEI)

Le porte-empreinte individuel est réalisé sur le modèle primaire, lui-même issu de l'empreinte primaire après avoir déterminé et tracé sur celui-ci les limites. Il est réalisé en résine autopolyémrisable ou photo-polymérisable, ajusté à la surface d'appui sur le modèle primaire. Certains préféreront la résine chemo-polymérisable car elle libère moins de poussières fines lors des meulages (que ce soit au laboratoire ou au cabinet) comparée à la résine photo-polymérisable. Quel que soit le matériau utilisé, en prothèse complète on confectionne le porte-empreinte individuel de manière identique :

- Il doit être ajusté ou finement espacé (muqueuse flottante) et non perforé, pour avoir une épaisseur homogène de matériau et une juste compression de l'empreinte (6)
- Il doit être stable, centré, non rétentif et non compressif
- Le volume global du PEI doit permettre son insertion et sa désinsertion
- Il doit présenter des bords lisses et arrondis, sans aspérités, et compenser les éventuelles résorptions osseuses.
- Un bourrelet de préhension est confectionné de manière à respecter le positionnement des tissus pour qu'il n'interfère pas avec les mouvements du patient et crée le moins de déformation possible lors de l'empreinte tout en objectivant les arcades dentaires. (7,8)
- Dans le cadre d'une prothèse à compléments de rétention, le PEI est ajouré au niveau des implants, afin de laisser la place aux transferts d'empreinte.

L'examen clinique suivi de la cartographie de l'Ep primaire ainsi que l'étude du modèle primaire permettent de définir les limites du porte-empreinte individuel afin qu'il n'interfère pas avec des zones d'insertions musculaires ou ligamentaires.

Tracé au Maxillaire :

Sa limite suit la ligne de déflexion muqueuse souvent située 1,5 à 2 mm du fond du vestibule, le tracé se poursuit en descendant dans les poches d'Eisenring gauche et droite. Des deux côtés, il remonte au contact du procès zygomaticomalaire jusqu'au frein latéral qu'il contourne et rejoint en ligne droite la limite du frein médian labial à 2 mm en dessous de la ligne de mobilité de la muqueuse libre. (9)

Tracé a la Mandibule :

À la mandibule, sur le versant vestibulaire, la limite du PEI se situe à environ 1,5 millimètre du fond du vestibule, au niveau de la ligne oblique externe. En postérieur, le PEI doit recouvrir les tubercules retro-molaires. Sur le versant lingual, la limite antérieure (de la première prémolaire à la première prémolaire controlatérale) se situe à environ 1 millimètre du sillon alvéolo-lingual en laissant le frein lingual à 2 millimètres. Dans la région moyenne, la limite du PEI dépasse la ligne oblique interne d'environ 2 millimètres. Enfin, la partie postérieure du versant lingual doit être exploitée au mieux afin d'accroître la stabilité de la future prothèse sans interférer avec les mouvements linguaux.

1,3,3) L'empreinte secondaire ou anatomo-fonctionnelle ou empreinte semi-dynamique (2 temps 2 matériaux)

L'empreinte anatomo-fonctionnelle est une empreinte semi-dynamique, qui a pour but d'enregistrer l'enveloppe fonctionnelle des tissus périphériques en complément de la surface d'appui, déterminant ainsi le volume de la future prothèse. (13)

L'empreinte anatomo-fonctionnelle constitue une méthode sophistiquée pour enregistrer la forme des tissus épithélio-conjonctifs sous des pressions fonctionnelles. Ce processus exploite un porte-empreinte individuel ajusté, issu de l'empreinte primaire.

Le joint périphérique est réalisé avec de la pâte de Kerr introduite en bouche en phase plastique et modelée par le trimming réalisé par le praticien et les mouvements fonctionnels du patient.

Cette étape, est la première partie de l'empreinte qui correspond à un enregistrement anatomo-fonctionnel des fonds des vestibules et du joint vélo-palatin (14). Ce joint joue un rôle dans le maintien du matériau à l'intérieur du porte-empreinte, permettant ainsi au praticien d'exercer une pression uniforme sur toute la surface d'appui enregistrée avec un polysulfure type Permlastic ou pâte à l'oxyde de zinc eugénol, associé avec trimming réalisé par le praticien tout au long de la prise du matériau. On réalise donc une empreinte de 2 surfaces différents avec 2 matériaux différents.

Idéalement, les pressions appliquées devraient être physiologiques, réparties de manière symétrique. Cependant, dans la réalité clinique, atteindre toutes ces exigences techniques s'avère complexe. C'est pourquoi de nombreux praticiens optent parfois pour des techniques alternatives, comme la pression digitale.

La pression digitale, bien qu'elle offre une solution pratique, présente des inconvénients significatifs. Parmi eux, la difficulté à effectuer des mouvements fonctionnels tels que la déglutition, ainsi que l'interférence des doigts du praticien avec la langue, les joues et les lèvres. Cette interférence peut altérer la position des zones de réflexion muqueuse, introduisant des défis dans la reproduction précise de l'anatomie buccale.

La pression digitale peut provoquer également la déformation de l'arc mandibulaire lors de l'ouverture buccale (6). Ces aspects complexes soulignent la nécessité d'un équilibre entre la théorie et la pratique dans l'application de méthodes d'empreintes, avec une considération attentive des avantages et des inconvénients associés à chaque approche.

Pour garantir une rétention prothétique optimale, il est impératif que l'enregistrement de la physiologie musculaire se réalise à l'intérieur de l'enveloppe des mouvements. Les mouvements des muscles environnants doivent être harmonieux, permettant à la prothèse de s'intégrer naturellement dans l'amplitude de la mobilisation de la musculature de la cavité buccale, sans provoquer d'inconfort pour le patient. Ce processus délicat vise à transformer les mobilisations musculaires en un avantage déterminant pour la stabilité de la prothèse.

Le contact continu entre les bords de la prothèse et la muqueuse buccale est essentiel, car c'est à ce niveau que se forme le ménisque salivaire. Ce ménisque agit comme un coussin salivaire, créant une adhérence entre la prothèse et la surface tissulaire avec un rôle dans la rétention, assurant que la prothèse reste en place de manière stable et confortable en statique ainsi que dans le début des mouvements mandibulaires.

Lorsque le ménisque salivaire se rompt, la rétention prothétique est compromise. Sans cette interface salivaire, la prothèse peut perdre son adhérence, entraînant une instabilité et une possible gêne pour le patient. Il est donc primordial de préserver cette barrière salivaire pour

garantir une rétention efficace et prolongée de la prothèse dentaire. En résumé, l'interaction subtile entre la physiologie musculaire, le contact prothétique-muqueuse et le maintien du ménisque salivaire est nécessaire pour assurer le succès des prothèses dentaires.(11)

Ces informations fonctionnelles servent à la conception de la future base prothétique et permettront d'assurer les bases de la Triade de Housset :

- La sustentation, c'est la vocation de l'empreinte primaire, résistance aux forces verticales qui tendent à enfoncer la prothèse sur la surface d'appui.
- La rétention, c'est la vocation de l'empreinte secondaire, résistance aux forces qui tendent à détacher la prothèse.
- La stabilisation, c'est la force qui s'oppose aux mouvements horizontaux exercés par la prothèse sur sa surface d'appui.

Et également, la restauration de l'esthétique et de la phonation.

Objectifs de l'empreinte :

- Le Premier objectif de l'Empreinte II aire est de déterminer le jeu fonctionnel des insertions ligamentaires et d'enregistrer le mouvement des tissus périphériques.
- Le Second objectif de l'Empreinte II aire est d'enregistrer l'ensemble de la surface d'appui en comprimant certaines zones pour obtenir une dépression dans l'intrados prothétique. C'est l'empreinte centrale ou de surfaçage. (12)

Ceci suppose l'utilisation de deux matériaux de plasticité et de consistance différentes, en deux étapes:

- La première pour la réalisation du joint périphérique
- La deuxième pour la définition de l'intrados (la partie statique de la surface d'appui).

1,3,4) L'empreinte optique

La technique d'empreinte optique en dentisterie a émergé avec l'avènement des scanners 3D et des caméras intra-orales. Avant cela et toujours, les empreintes dentaires conventionnelles sont généralement prises à l'aide de matériaux tels que les pâtes silicones, ce qui pouvait parfois être inconfortable pour les patients principalement pour la respiration.

Avec l'empreinte optique, un scanner 3D capture numériquement la topographie de la cavité buccale. Les caméras intra-orales équipées de lumières structurées projettent des modèles de lumière sur les dents, créant ainsi une image 3D précise. Ces données sont ensuite utilisées pour générer des modèles virtuels des dents, remplaçant ainsi les impressions physiques traditionnelles.

Les avantages de cette approche sont nombreux. Les patients bénéficient d'une expérience plus confortable, sans le besoin de moulages désagréables. De plus, les empreintes numériques sont instantanément disponibles, accélérant le processus de conception et de fabrication des prothèses. (15)

Les erreurs liées aux déformations des matériaux d'empreinte traditionnels sont également réduites, contribuant à des résultats de plus en plus validés, utilisés et précis. Elle transforme la pratique dentaire, offrant une approche plus rapide, plus précise et plus confortable pour la création de prothèses dentaires et d'autres dispositifs similaires.

Généralement, deux grandes méthodes existent pour obtenir des données tridimensionnelles à partir d'objets : la méthode directe (par contacts physiques) (Fig 15) et la méthode indirecte (sans contact) (Fig 16). (16)

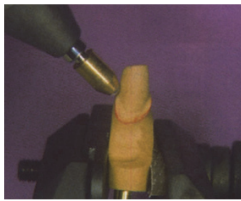


Figure 15 : empreinte par méthode directe (tactile)



Figure 16 : empreinte par méthode indirecte (optique).

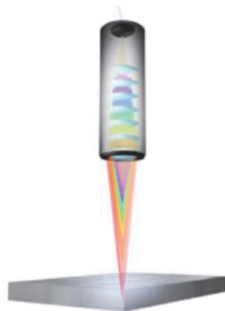
Dans la méthode directe par contact, un palpeur touche directement l'objet à numériser. Le premier système numérique dentaire fonctionnait ainsi, mais uniquement en laboratoire, car cette méthode ne pouvait être appliquée à la cavité buccale en raison de la taille des palpeurs et de leur incompatibilité avec le milieu buccal. Par conséquent, la méthode indirecte, sans contact, a été privilégiée.

Pour enregistrer en 3D un objet, plusieurs moyens sont possibles :

- Les ondes optiques,
- Les ondes sonores,
- Les ondes magnétiques.

Les deux dernières méthodes étant toujours irréalisables au cabinet dentaire, La méthode optique a été privilégiée. Chaque rayonnement lumineux, une onde électromagnétique avec sa propre longueur d'onde, est la base du fonctionnement d'une caméra optique. Un rayonnement lumineux incident, déterminé au préalable, est projeté sur l'objet à scanner, que ce soit

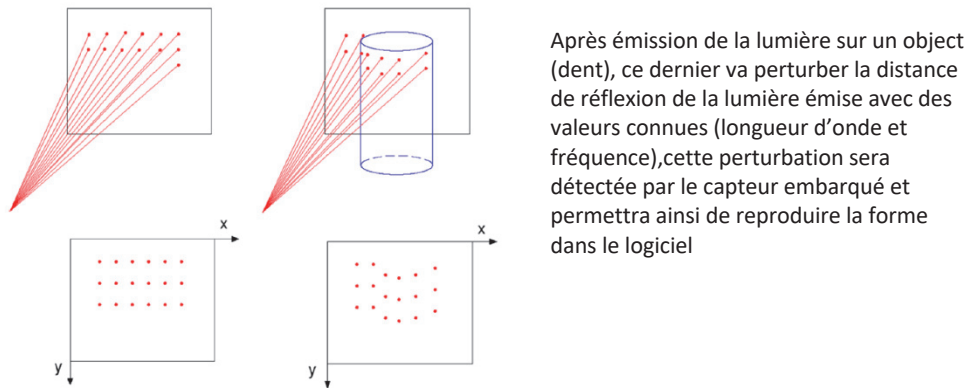
- Un faisceau laser (à une seule longueur d'onde)
- Un faisceau de lumière blanche (à plusieurs longueurs d'ondes) (Fig 17).



Le faisceau utilisé pour l'acquisition et généralement de couleur blanche et possède donc de toutes les longueurs d'ondes du spectre de la lumière visible favorisant une acquisition plus complète lors de la numérisation

Figure 17 : Schéma d'un faisceau de lumière blanche subdivisée

Lorsque le rayonnement touche l'objet, ce dernier renvoie une partie de ce rayonnement, enregistré et comparé au rayonnement incident via le logiciel intégré à la caméra, permettant la reconstruction tridimensionnelle de l'objet (Fig 18). (17)



Après émission de la lumière sur un objet (dent), ce dernier va perturber la distance de réflexion de la lumière émise avec des valeurs connues (longueur d'onde et fréquence), cette perturbation sera détectée par le capteur embarqué et permettra ainsi de reproduire la forme dans le logiciel

Figure 18 : Perturbation de la projection par la présence de l'objet et traduction des coordonnées spatiales

Pendant l'empreinte, les images successivement obtenues sont enregistrées, utilisant deux principales techniques :

- L'acquisition point and click, par superposition des images obtenues,
- L'acquisition full motion, par capture continue, sous forme de balayage, similaire à la prise d'une vidéo.

Ainsi, la caméra optique est insérée dans la cavité buccale, émet des rayons lumineux réfléchis et enregistrés en continu, puis transfère les données au logiciel pour la reconstruction tridimensionnelle, facilitant l'interprétation pour le praticien.

Les caméras optiques actuelles sur le marché peuvent différer dans la technologie d'émission et de recapture des rayons ainsi que dans la technologie d'interprétation et d'analyse des rayons. Bien que les éléments qui les composent puissent être différents, le principe d'enregistrement reste le même sur le fond. (18)

1,4) Synthèse actuelle

La prothèse amovible complète conventionnelle est le traitement "minimum standard" pour le patient totalement édenté au maxillaire et la prothèse retenue par 2 implants à la mandibule (MacGill 2002).

La réussite de ce traitement dépend de la réussite de l'empreinte, qui est la clef de voûte de sa réalisation. Les empreintes en prothèse amovible complète exigent une complexité liée à la multiplicité des tissus, supérieure à celles des empreintes de prothèse fixe, en raison des nombreux critères anatomiques et techniques à considérer. (19)

Toutefois, comme pour toutes les techniques d'empreintes conventionnelles en dentisterie, elles ne peuvent éliminer le risque d'imprécisions lié à l'ensemble des facteurs précités.

Bien que les méthodes conventionnelles d'empreinte en PAC n'aient pas évolué depuis une soixantaine d'années, l'introduction du numérique en dentisterie ouvre de nouvelles perspectives de traitement, avec un scannage des prothèses des patients si ce dernier est déjà

appareillé. Le numérique suppose également la possibilité de scanner directement en bouche pour réaliser une cartographie grossière à l'étape de l'empreinte primaire pour réaliser un PEI par la suite. Il est tout de même important de ne pas négliger le temps de travail à fournir pour scanner une arcade édentée complète en comparaison avec une empreinte surfacique conventionnelle à l'alginate. (20)

Chapitre II :

L'Ère du numérique en odontologie

2,1) Conception Assistée par Ordinateur : CAO

L'un des apports majeurs des sciences modernes en odontologie réside dans l'accès au traitement informatique et ses multiples applications à travers la CFAO : conception et fabrication assistées par ordinateur.

La CFAO englobe deux concepts distincts : la conception assistée par ordinateur (CAO) et la fabrication assistée par ordinateur (FAO).

Ces nouvelles méthodes de CFAO ont révolutionné l'approche de l'empreinte en introduisant l'optique et l'informatique pour effectuer des mesures. Ces mesures sont ensuite traitées informatiquement pour concevoir (CAO) un élément ; puis planifier, gérer et contrôler les opérations de fabrication (FAO).

En 1973, la thèse d'exercice de François Duret de la faculté de chirurgie dentaire de Lyon, intitulée "Empreinte optique", pose la première pierre de la CFAO dentaire proprement dite. Cette thèse repose sur l'idée de simplifier au maximum les gestes répétitifs de la fabrication des prothèses dentaires en se basant sur les principes de base suivants : réaliser une empreinte pouvant être numérisée (l'acquisition), modéliser l'empreinte grâce à un logiciel informatique (la conception), et usiner l'élément prothétique dans une machine-outil reliée à l'ordinateur (la fabrication).(21)

La conception assistée par ordinateur intervient après l'acquisition d'un élément, soit sa reproduction numérique. Cette acquisition peut être directe ou indirecte, selon qu'elle est réalisée en bouche ou par l'intermédiaire d'un modèle ou d'une empreinte. Elle permet de numériser le support sur lequel seront conçus les éléments prothétiques.

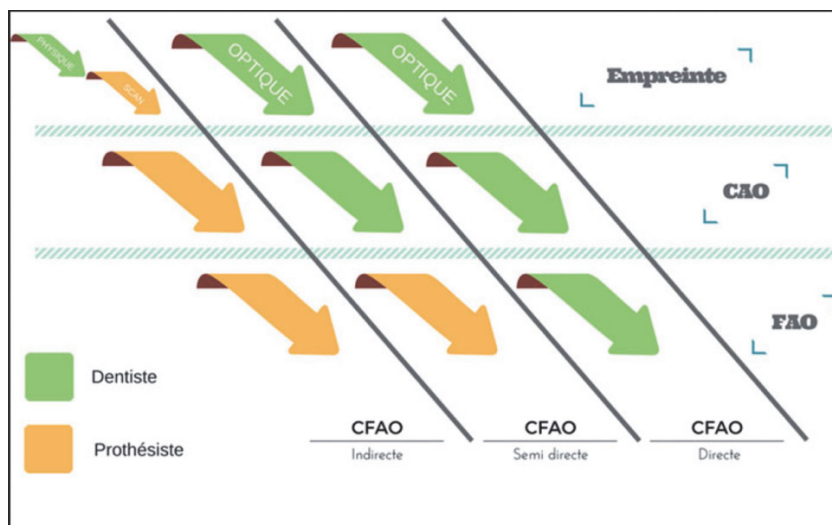
Elle englobe l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir et de tester virtuellement des produits manufacturés. En odontologie, cela signifie pouvoir concevoir virtuellement un ou plusieurs éléments (facettes, Inlay-Onlay, couronnes, bridges, etc.) selon un support numérisé (dent préparée, arcade dentaire, pilier implantaire, etc.) avec la possibilité de concevoir numériquement les formes, les profils d'émergence, les points de contacts et les paramètres d'occlusion, par exemple.

2,2) Fabrication Assistée par Ordinateur : FAO

La fabrication assistée par ordinateur vise à élaborer un programme de pilotage pour une machine-outil à commande numérique. Son objectif est de contourner les étapes de laboratoire susceptibles de causer des imprécisions, d'automatiser et de réduire les délais de production des pièces prothétiques. La FAO utilise des méthodes qui peuvent être soustractives via des usineuses, ou additives avec l'impression 3D ou la micro-fusion.

2,3) Différents types de CFAO

La réalisation de restaurations prothétiques peut s'effectuer de différentes manières, avec plusieurs types de CFAO (Fig 19) :



- La CFAO directe (chairside)
- La CFAO semi-directe
- La CFAO indirecte (labside)

Chaque technique se distingue par le type d'empreinte utilisée et le lieu de conception et de fabrication de la restauration prothétique.

Figure 19 : Schéma des différents types de CFAO.

2,3,1) Méthode conventionnelle

La méthode classique implique la réalisation d'une empreinte conventionnelle à l'aide d'un porte-empreinte et d'un matériau adapté à la situation clinique (hydrocolloïde irréversible, élastomère...). Cette empreinte est envoyée au laboratoire où un prothésiste réalise la restauration prothétique à partir d'un modèle en plâtre issu de l'empreinte, reproduisant la situation clinique.

2,3,2) Méthode CFAO directe

La première méthode de CFAO est la méthode directe : elle consiste à réaliser une empreinte optique intrabuccale via une caméra. La conception de la prothèse se fait de manière assistée par ordinateur, et la fabrication se déroule via une machine-outil directement au cabinet grâce à une commande numérique. L'usinage se fait ici par soustraction ou addition, impliquant une maîtrise du logiciel par le praticien.

Concrètement, concernant la prothèse amovible complète, la CFAO directe est inutilisable.

2,3,3) Méthode CFAO semi-directe

La deuxième méthode de CFAO est la méthode semi-directe : le praticien réalise une empreinte optique de la même manière qu'en CFAO directe. Cependant, cette empreinte numérique est envoyée via internet à un laboratoire de prothèse. À partir de cette empreinte, le prothésiste réalise la conception de la prothèse en étant assisté par ordinateur. La fabrication de la prothèse se déroule également au laboratoire.

Ce type de technique est généralement utilisée par les praticiens lorsque le patient qui se présente possède déjà des prothèses qui sont « satisfaisantes », le praticien scanne l'intrados et l'extrados des prothèses et demande au prothésiste la réalisation de maquettes d'occlusions.

2,3,4) Méthode CFAO indirecte

Ici, le praticien n'utilise pas de caméra optique mais un porte-empreinte et des matériaux conventionnels pour réaliser une empreinte physique. Cette empreinte est envoyée au laboratoire, puis traitée pour obtenir un modèle physique, le plus souvent en plâtre. Le prothésiste utilise ensuite un scanner de table pour numériser le modèle en plâtre ainsi obtenu, puis réalise la conception de la prothèse en étant assisté par ordinateur.

Concernant la CFAO indirecte, cette technique est tout sauf nouvelle et le numérique a su se faire de la place dans les laboratoires de prothèses depuis des années.

2,4) Empreinte optique

Créer une empreinte optique d'un objet, notamment une empreinte dentaire, repose sur un principe fondamental des années 80 : lorsque l'objet est exposé à un champ lumineux, sa surface perturbe la lumière.

Ce concept s'applique aussi aux empreintes conventionnelles, où la perturbation de la surface du matériau d'empreinte reflète la forme de l'objet. Avec l'avènement du numérique en odontologie, la définition de l'empreinte dentaire a évolué vers celle de "mesure dentaire", considérant la prise d'empreinte comme une méthode mesurant et restituant une perturbation. Ainsi, on obtient une reproduction aussi fidèle que possible de la forme dentaire.

Les scanners et caméras intra-orales, fruits de nombreuses évolutions depuis leur invention dans les années 80, se substituent aujourd'hui les empreintes conventionnelles dans certains domaines (prothèse fixée, aligneur ODF, occlusodontie). Celles-ci présentaient des limites telles que les étirements de matériaux, les déchirures, et les bulles pouvant compromettre leur qualité, ainsi que des délais et des étapes de traitement augmentant les risques d'échec de la prothèse finale.

L'empreinte optique, définie comme la projection d'un signal lumineux sur les surfaces dentaires, utilise des scanners et caméras intra-orales pour créer un modèle tridimensionnel. L'acquisition par empreinte optique comprend une première étape d'acquisition de données, suivie d'une étape de traitement de ces données, offrant ainsi une alternative moderne et efficace aux méthodes traditionnelles. (22)

2,4,1) Fonctionnement de la caméra optique

2,4,1,1) Généralités

Le principe sous-jacent implique la mesure d'une perturbation engendrée par un volume dentaire sur un système ondulatoire stable et connu, tel que la lumière ou les ultrasons laser. Une caméra optique doit avoir la capacité d'émettre, de recevoir et de convertir les données acquises en données informatiques. Elle est composée de :

- Émetteurs de lumières (cohérentes ou incohérentes) ou d'ondes ;
- Capteurs ou récepteurs spécifiques au rayonnement émis, visant à convertir la perturbation induite par l'objet en une valeur utilisable (sous forme d'information analogique) ;
- Convertisseurs permettant de décoder la perturbation analogique et de la transformer en valeur numérique ;
- Filtres et algorithmes formatant ces données numériques en informations compréhensibles pour les systèmes CFAO.

En CFAO dentaire, seules les méthodes directes par triangulation en lumière structurée et indirectes en lumière structurée active et/ou focalisée sont actuellement utilisées.

2,4,1,2) Le principe de la triangulation

L'objectif est de mesurer la distance par rapport à un point en utilisant le calcul angulaire. La lumière, émise depuis un point source, se réfléchit sur un objet et atteint un récepteur sous un angle x , en fonction de la distance par rapport à la source. Ainsi, la position du point lumineux sur l'objet est mesurée (triangulation active) (Fig 20).

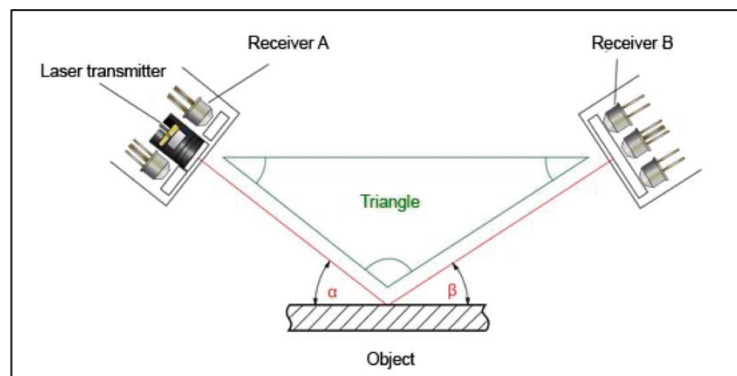


Figure 20 : Schéma du principe de triangulation (valeurs de α et β connues)

Cette méthode est qualifiée de passive lorsqu'elle n'utilise aucune source de radiation provenant du dispositif d'acquisition. Elle détecte les rayons réfléchis par la lumière ambiante. Deux récepteurs, dont les coordonnées sont connues, produisent deux images du même objet, permettant d'obtenir une image 3D (principe de la vision binoculaire, aussi appelée stéréovision en lumière non structurée).

Elle est dite active ou en lumière structurée lorsqu'elle projette une lumière structurée à l'aide d'un laser émettant une lumière monochromatique, cohérente et directive. (22)

Pour gagner en rapidité, on projette plusieurs points formant une ligne, voire un ensemble de lignes parallèles de largeur variable pour balayer la surface de la dent. La couleur uniforme de l'objet définissant la réflexion est indispensable. Augmenter le nombre de récepteurs et/ou de projecteurs de lumière structurée améliore significativement la précision, la résolution et la rapidité de la captation des données (Fig 21).

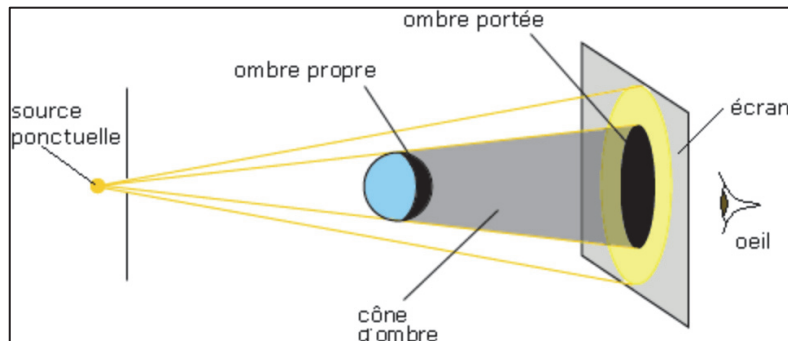


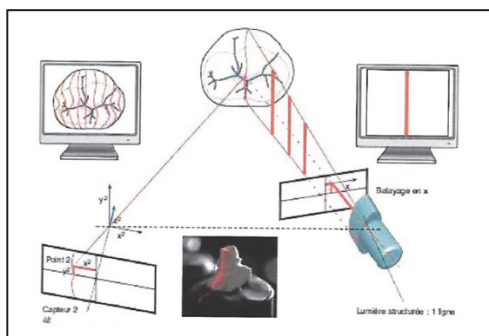
Figure 21 : Schéma ombre portée

Cependant, cela prolonge le temps de traitement informatique. L'inconvénient majeur de cette méthode est le problème de l'ombre portée : plus l'angle entre la source de lumière et la caméra est grand, plus la méthode est précise, mais le risque d'ombre portée augmente.

2,4,1,3) Méthode indirecte en lumière structurée ou active

Ces méthodes, souvent utilisées en métrologie et en odontologie numérique, projettent un réseau périodique soigneusement calibré à la surface de l'objet analysé. À travers un deuxième réseau d'amplitude, l'observation précise de l'interaction entre ces deux réseaux génère un phénomène ondulatoire macroscopique. Cette approche permet de déduire de manière relative les coordonnées X, Y et Z de chaque point observé sur la dent ou l'arcade, assurant une reconstruction tridimensionnelle précise. (22)

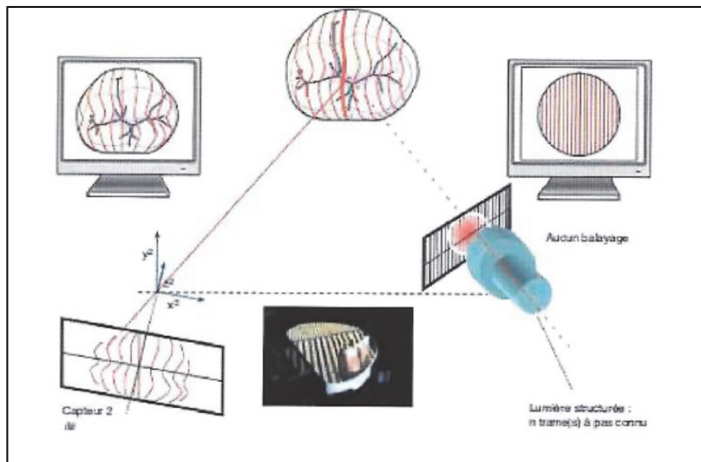
Le développement technologique a conduit à l'utilisation fréquente de lasers émettant une lumière structurée dans ces méthodes, offrant une précision accrue et une meilleure résolution dans la captation des données. Cependant, malgré ces avantages, il reste essentiel de maîtriser les paramètres environnementaux, tels que la luminosité ambiante et la couleur de l'objet, pour garantir des résultats fiables (Fig 22).



La triangulation active en lumière structurée est une méthode utilisée pour mesurer la distance entre un capteur et un objet en utilisant la lumière. Elle implique l'émission d'un motif de lumière structurée sur l'objet à mesurer. Ce motif sont ici, des lignes. Ensuite, un capteur détecte la déformation de ce motif sur l'objet, ce qui permet de calculer la distance en utilisant la triangulation. En gros, cela fonctionne en mesurant l'angle et la déformation du motif lumineux projeté sur l'objet pour déterminer la distance avec une précision élevée.

Figure 22 : Schéma de la triangulation active en lumière structurée : projection d'une ligne

Bien que ces techniques présentent des avantages indéniables en termes de rapidité et de précision, elles peuvent également être soumises au défi de l'ombre portée, un aspect à prendre en compte lors de la mise en œuvre. Ainsi, la continuelle évolution de ces méthodes contribue à façonner le paysage de la dentisterie numérique moderne (Fig 23).(22)



Même principe que dans la Figure 23, la différence réside ici dans l'émission d'un motif connu à la différence de lignes.

Figure 23 : Schéma de la triangulation active en lumière structurée : projection d'un motif à pas connu

2,4,2) Procédé de numérisation

L'empreinte optique, en produisant des nuages de points, est essentielle pour la modélisation précise en odontologie numérique. Après la réception et la transformation des données en informations numériques, le processus de traitement des données permet d'obtenir des images tridimensionnelles cohérentes et exploitables.

La phase d'échantillonnage, déterminant la surface attribuée à chaque point, est fondamentale et dépend du nombre de points élémentaires, équivalents aux pixels de la caméra. Une gestion appropriée de cette étape impacte directement la résolution du modèle numérique final.

Le codage intervient en attribuant à chaque pixel des coordonnées X et Y, tandis que la valeur Z, dérivée de l'intensité mesurée, apporte une dimension supplémentaire en fonction du nombre de photons atteignant la surface du capteur. Cette information tridimensionnelle nous offre la précision du modèle.

Le filtrage du bruit, grâce à des algorithmes de débruitage, vise à éliminer les données inutiles, particulièrement importantes en fonction de la nature de la surface de l'objet mesuré. Cela garantit que les points représentent des informations significatives plutôt que des artefacts indésirables.

La modélisation du nuage de points comprend la triangulation, facilitant la transition vers un modèle maillé polygonal. La corrélation et la fusion des vues jouent un rôle majeur en rassemblant des perspectives provenant d'angles d'enregistrement différents dans un référentiel commun. Cet algorithme vise à fusionner de manière homogène les référentiels différents d'un même point, assurant la cohérence spatiale du modèle final.

En constante évolution, ces procédés contribuent significativement à l'efficacité et à la précision des techniques d'empreinte optique, consolidant ainsi leur place dans les avancées de la dentisterie numérique moderne.

2,5) Caméra optique et prothèse amovible complète : Mariage toujours délicat actuellement ?

2,5,1) Sources d'erreurs liées à l'édentement total

L'utilisation des scanners optiques sur des arcades complètes et édentées introduit d'autres facteurs d'imprécisions cliniques, incluant (23):

- La proportion de la surface d'enregistrement.
- La similarité des surfaces.
- La mobilité et dépressibilité de la muqueuse d'appui.

2,5,1,1) La proportion de la surface d'enregistrement

Il est reconnu que la précision d'un scanner optique intra-oral (SOIO) est meilleure ou au moins équivalente à celle des empreintes conventionnelles sur de petites surfaces n'excédant pas un quadrant.

En ce qui concerne **l'enregistrement d'une arcade édentée complète, la littérature clinique signale une distorsion postérieure quasi systématique des empreintes numériques**, se manifestant par des déviations quasi-systématiques au niveau postérieur. (23)

Comme évoqué précédemment, le processus de numérisation d'une empreinte optique implique une corrélation et une fusion des vues, où une surface plus étendue entraîne davantage de nuages à incrémenter, augmentant ainsi la marge d'erreur.

Une étude souligne également l'impact de la largeur de la voûte palatine sur la précision des empreintes numériques intra-buccales, tandis que les empreintes conventionnelles en polyvinylsiloxane offrent une précision notablement supérieure aux systèmes numériques actuels.

La diversité des protocoles opératoires et les conflits d'intérêts entravent actuellement la formation d'un consensus scientifique sur la supériorité technique ou industrielle des systèmes proposés. De plus, bien que tous les SOIO puissent générer un fichier numérique pour une arcade complète, des disparités existent entre les scanners en termes de justesse et de maillage des fichiers (triangulation).

L'analyse du maillage, basée sur le nombre, la surface moyenne et la qualité des triangles du fichier.stl, révèle des différences en densité, qualité et taille des triangles entre différents scanners sur une même arcade.

En prothèse complète, où la précision d'adaptation nécessaire est moindre que pour des dispositifs dento-portés ou implanto-portés, les SOIO font face à deux défis entrelacés : l'étendue et l'homogénéité de la surface d'appui.

2,5,1,2) La similarité des surfaces

Dans le processus de numérisation des empreintes optiques, la corrélation des vues nécessite des reliefs notables pour renforcer l'efficacité des algorithmes.

Les disparités de géométrie et de couleurs (selon la technologie utilisée) reconnues par les SOIO dans le processus de corrélation facilitent cette procédure.

Par conséquent, des structures peu différenciées peuvent entraîner des erreurs lors du traitement des données. C'est pourquoi obtenir une numérisation fiable, des arcades totalement édentées, représente un défi quasiment irréalisable, en raison de l'absence de repères anatomiques, notamment au niveau de la voûte palatine.

Dans une étude in vitro comparative portant sur différents SOIO en prothèse amovible complète, il est signalé que bien que la numérisation d'une arcade édentée soit réalisable, la plus grande déviation était observée dans la région du palais. (24)

2,5,1,3) La mobilité et la dépressibilité des muqueuses d'appuis.

Les arcades édentées présentent une muqueuse hétérogène : la gencive attachée s'étend jusqu'au niveau de la ligne de réflexion muqueuse prolongée par une muqueuse de recouvrement libre et mobile.

De plus, ces arcades sont en relation avec des structures anatomiques mobiles telles que la langue, les joues et les lèvres.

Pour rappel, la zone de réflexion muqueuse est une structure anatomique clé pour la rétention en prothèse complète.

Lors d'une empreinte anatomo-fonctionnelle, son enregistrement dynamique garantit le libre jeu des organes para prothétiques et la formation du joint périphérique.

Cependant, l'empreinte numérique via les scanners intra-oraux constitue un enregistrement strictement statique. Cela nécessite la rétraction des structures anatomiques environnantes, rendant difficile l'acquisition précise des zones édentées et l'abaissement de la ligne de réflexion muqueuse pour exposer la surface muqueuse à enregistrer. **Par conséquent, l'enregistrement dynamique fonctionnel du joint périphérique est irréalisable pour l'heure.** (24)

2,6) Synthèse actuelle

L'empreinte optique joue un rôle essentiel dans le domaine dentaire, particulièrement lors de la conception de prothèses fixées ou amovibles partielles à appuis dentaires. Cette technologie offre une méthode rapide et précise pour capturer les détails anatomiques, évitant ainsi les inconvénients des méthodes traditionnelles tout en assurant une prise d'empreinte plus confortable pour le patient. De plus, l'empreinte optique réduit les risques d'erreurs associés aux techniques classiques, améliorant la qualité globale des prothèses et facilitant le travail des techniciens de laboratoire. Son utilisation représente une avancée majeure, alliant efficacité et satisfaction du patient dans le domaine de la dentisterie prothétique moderne.

Néanmoins, l'utilisation des scanners optiques dans la numérisation des empreintes dentaires, notamment sur des arcades complètement édentées, expose à divers facteurs d'imprécisions cliniques. Des considérations telle la proportion de la surface d'enregistrement, La similarité des surfaces, la mobilité et la dépressibilité des muqueuses d'appuis nécessitent une attention particulière.

L'analyse critique des avantages et des défis révèle que, bien que la précision des scanners optiques intra-oraux (SOIO) soit souvent comparable à celle des empreintes conventionnelles sur de petites surfaces, des problèmes subsistent lors de la numérisation d'arcades complètes. Les distorsions postérieures quasi systématiques et les disparités entre les scanners soulignent des défis spécifiques à ce contexte clinique. (24)

De plus, le processus de numérisation, en particulier la corrélation des vues, est influencé par la nécessité de reliefs remarquables, soulignant les obstacles liés à la muqueuse hétérogène des arcades édentées. L'enregistrement dynamique fonctionnel du joint périphérique devient irréalisable avec l'empreinte numérique, accentuant les défis liés à la mobilité des structures anatomiques.

En fin de compte, malgré l'amélioration, via l'utilisation de marqueurs palatins, qui contribuent à une meilleure précision ; la recherche de consensus scientifique demeure complexe en raison de la diversité des protocoles et des conflits d'intérêts. Ainsi, l'intégration des scanners optiques nécessite une approche réfléchie, tenant compte des spécificités cliniques pour garantir des résultats fiables et précis en prothèse complète.

Chapitre III :

Cas cliniques personnels d'empreinte numérique pour réalisation de prothèse amovible complète.

3,1) Protocole Vita

De nos jours, il existe plusieurs modes de CFAO pour fabriquer les appareils amovibles complets, nous en retrouvons 3 différents : (25)

	1) Procédé monobloc	2) Procédé en deux parties	3) Procédé en plusieurs parties
Description	Prothèse en une partie (monobloc)	Base prothétique et arcade dentaire (FAO/impression 3D)	Base prothétique (FAO/impression 3D) plus dents du commerce
Fabrication numérique	Fraisage	Fraisage/ Impression 3D	Fraisage Impression 3D Dents artificielles
Avantages	Adaptation par fraisage	Coûts d'impression 3D Adaptation fraisage	Qualité esthétique des dents Essayage classique Coûts d'impression 3D Adaptation fraisage
Inconvénients	Qualité/Esthétique des dents Coûts du fraisage	Qualité/Esthétique des dents Coûts du fraisage Adaptation impression 3D	Coûts du fraisage

Tableau 1 : Différents options de CFAO en prothèse amovible complète.

En tenant compte de ces différents types de CFAO, il est donc important de choisir le type de fabrication qui correspond le mieux à nos attentes, on est en capacité de réaliser une courbe comme celle-ci (Fig 24) :

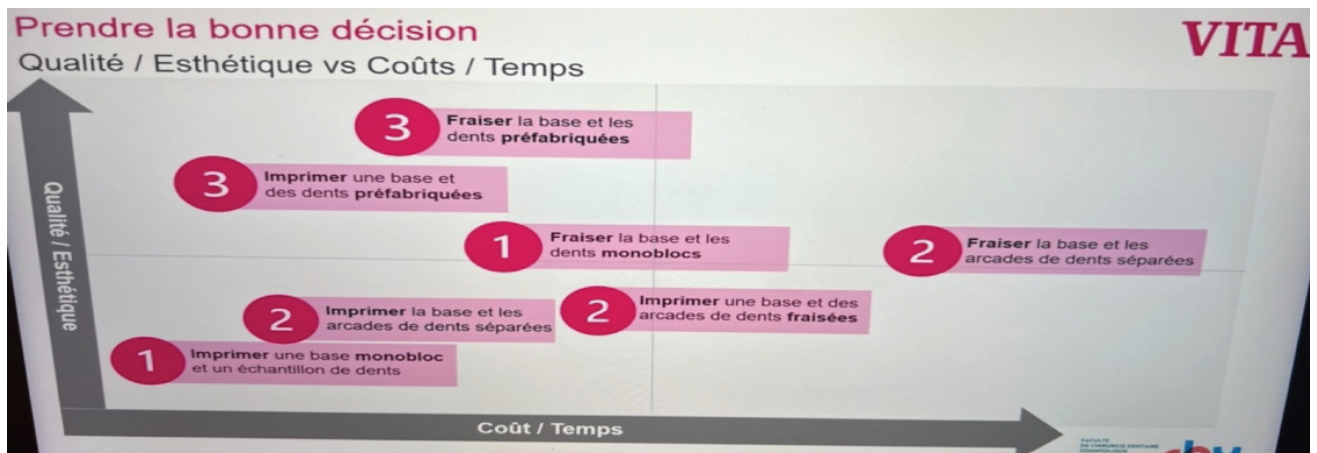


Figure 24 : Courbe de décision du type de CFAO.

Expérimentation et à propos de 3 cas cliniques, le type de CFAO qui nous semble la plus adaptée est la 3 (procédé en plusieurs parties), avec l'impression de la plaque base et le collage des dents du commerce par-dessus.

Dans le protocole que nous avons utilisé, nous devons passer par une étape d'empreinte primaire conventionnelle à l'alginate avec la coulée des modèles en plâtre puis la réalisation d'un PEI en résine pour réaliser notre empreinte secondaire conventionnelle et enfin la réalisation de l'enregistrement de la Relation Inter-Maxillaire (RIM) avec des plaques bases en résine et les bourrelets en cire.(25)

A partir de ça, le prothésiste réalise un scannage extra oral avec un « scanner de table » à partir duquel il commence son travail en numérique (Fig 25).

- Conception Assistée par Ordinateur

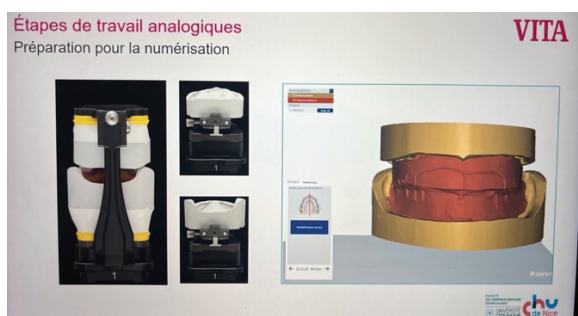


Figure 25 : passage des modèles surfaciques au numérique.

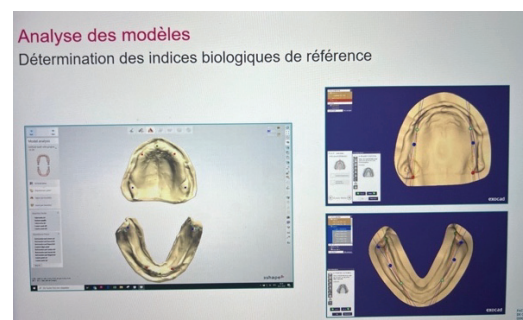


Figure 26 : modèle de travail par CAO

Dans l'analyse des modèles on retrouve également la détermination des indices biologiques avec entre autres l'axe des crêtes qui guide les montages (Fig 26)

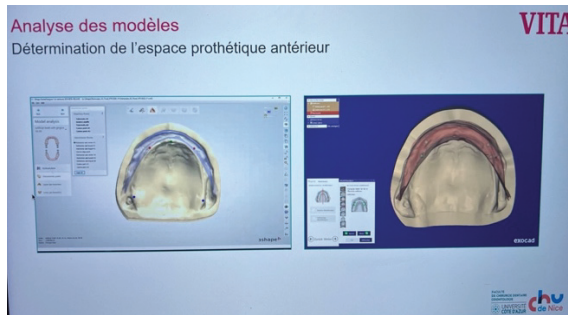


Figure 27 : Détermination de l'espace prothétique antérieur par CAO

Par la suite le prothésiste détermine l'espace prothétique antérieur afin d'assurer un bon soutien des tissus mous et assurer une bonne occlusion (Fig 27).

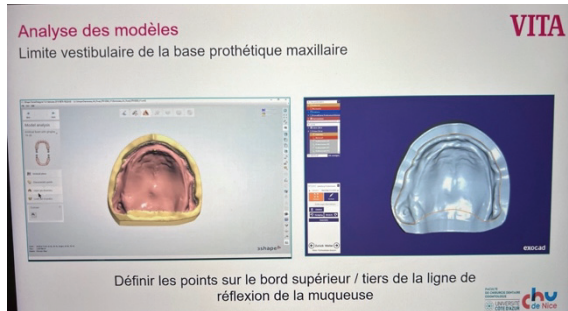


Figure 28 : Détermination des limites de la bases prothétique

La limite vestibulaire de la prothèse est déterminée par le prothésiste, à la main afin d'assurer une bonne assise des bases sur les muqueuses et surtout éviter les sur extension source de décrochage de la prothèse (Fig 28).

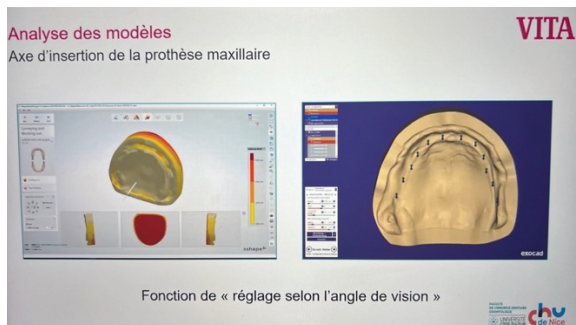


Figure 29 : Analyse de l'axe d'insertion de la future prothèse

Analyse du modèle maxillaire et de son axe d'insertion avec la mise en évidence d'éventuelle contre-dépouille qui peuvent être comblées numériquement de la même manière qu'avec un couteau à cire (Fig 29).

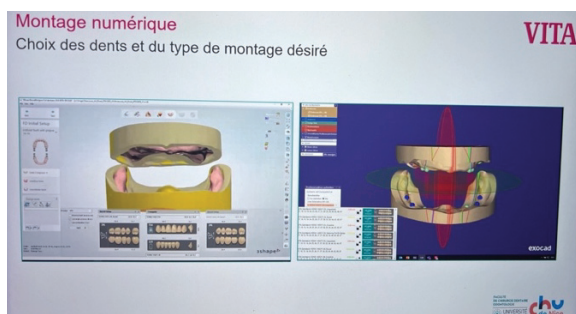


Figure 30 : Choix du type de dents pour notre futur montage

Le logiciel possède une banque de données dans laquelle le prothésiste choisit le type de dents le plus adaptée à notre patient et également en fonction de la demande du praticien (Fig 30).

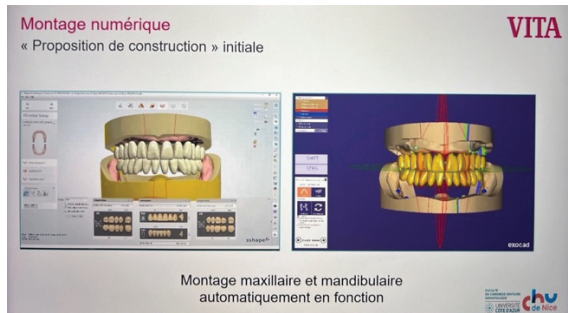


Figure 31 : Proposition de montage par intelligence assistée (IA)

Une fois le choix des dents validé et les limites de nos prothèses déterminées, le montage complet des deux arcades est réalisé par l'intelligence assistée (Fig 31).

Évidemment une comparaison avec les RIM réalisées peut être réalisée pour valider ou invalider notre montage.

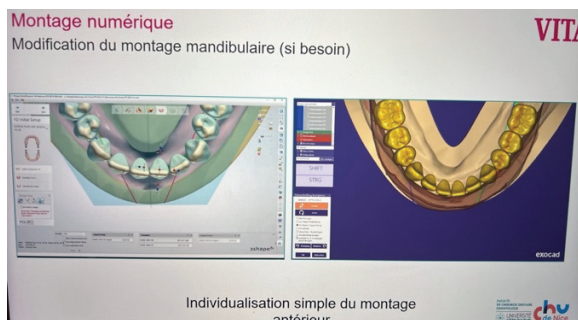


Figure 32 : possibilités de modification et de caractérisation du montage

Chaque dent est déplaçable ou modifiable pour ajouter une certaine caractérisation. Par exemple un léger encombrement antérieur à la mandibule (Fig 32).

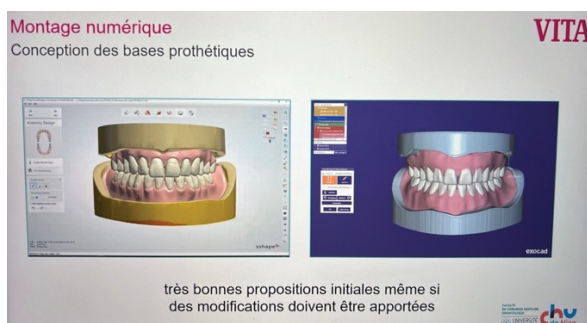


Figure 33 : Conception de nos futures bases prothétiques

Par la suite, les bases prothétiques sont réalisées par IA avec des proportions satisfaisantes mais nécessitent des retouches (esthétiques ou au niveau des limites) (Fig 33).

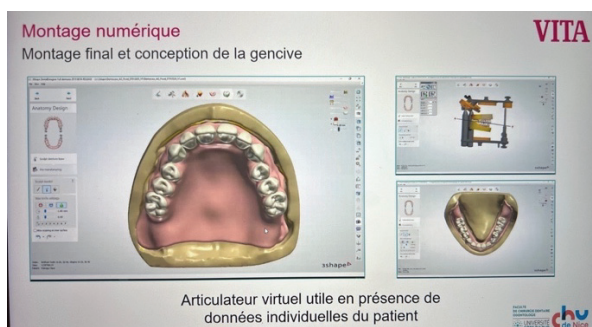


Figure 34 : Finalisation du montage sur articulateur virtuel

Enfin, on obtient donc un montage final, validé sur articulateur associé à une validation esthétique suite aux retouches du technicien de laboratoire grâce à différents outils numériques. A partir de là, les données informatiques sont transmises à l'imprimante pour passer à la fabrication (Fig 34).

- Fabrication Assistée par Ordinateur (Fig 35)



- Le fraisage (*photo du haut*) donne un parfait état de surface avec un polissage qui doit être fini manuellement. Le temps d'usinage oscille entre 1h et 2h30 par base
- L'impression 3D (*photo du bas*) quant à elle, est complètement autonome, ne nécessite pas de finition manuelle et permet également l'impression de deux bases simultanément. (26)

Figure 35 : Deux options de fabrication des bases prothétiques



Les dents sont conçues pour s'ajuster parfaitement dans les alvéoles dentaires des bases, elles présentent un espace de 20 microns permettant ainsi à la colle de pouvoir s'invagner sans créer de surépaisseur et rendant ainsi les corrections occlusales minimales (Fig. 36). (25)

Figure 36 : Base prothétique après impression

Concernant la fabrication, deux options s'offrent à nous : Le fraisage ou l'impression, pour les cas cliniques, comme sus-dit, nous choisirons l'option d'impression 3D de nos bases.



Ces dents présentent de nombreux avantages mais la grande différence repose sur sa forme du talon (principe de clé-serrure) permettant une insertion parfaite dans l'alvéole imprimée de la base prothétique permettant ainsi une meilleure assise de la dent et un espace suffisant pour le collage (Fig 37)

Figure 37 : Dents du commerce Vita utilisées pour nos cas cliniques.

Les dents artificielles numériques sont directement prêtes à l'usage, en effet elles présentent une surface de collage déjà sablée, de par la possibilité d'impression des bases d'essayage (cire dure base + dents).

On s'affranchit ainsi de l'élimination de la cire et du passage des dents à la vapeur (Fig. 38).



Figure 38 : Dent Vita

Par-dessus les bases imprimées, des dents du commerce (standard) identiques à celles du numérique sont collées. Elles sont idéalement conçues pour ce type de réhabilitation. Leur avantage supplémentaire, trouve son indication lors d'une fracture ou d'une perte de dent unitaire (dent décollée) ; il suffit simplement de commander la dent manquante ou fracturée (évitant ainsi de dépareiller une plaquette entière de dents du commerce).

- Collage



Le collage des dents repose sur un mélange de deux liquides (base et catalyseur) avec une viscosité pratiquement identique à celle de l'eau permettant une réelle fusée des excès sans surépaisseur. L'application aisée se fait à la micro-brush. Cette colle est biocompatible (ISO 10993) et offre une très bonne force adhésive (DIN 13998) (Fig. 39).(25)

Figure 39 : Application d'adhésif pour collage des dents sur la base prothétique.

- Finition



Enfin, l'étape de finalisation consiste, entre autres,
 - A fermer les espaces entre les dents,
 - A la fermeture du sulcus,
 - Au modelage individuel de la base prothétique avec un composite flow polymérisable
 - Finalement un polissage avec des grains de plus en plus fins
 Jusqu'à obtenir un rendu poli miroir (Fig. 40). (27)

Figure 40 : Finition des prothèses par résine composite.

- Rendu Final

Réception des nouvelles prothèses finies Décontamination.
 Vérification de l'occlusion sur articulateur (statique et dynamique).
 Les mêmes vérifications seront ensuite faites en intra-buccale (Fig. 41). (28)



Figure 41 : Prothèses complètes prêtes à la pose.

Au cœur de cette thèse, réside un pilier fondamental : l'expérimentation d'un protocole numérique révolutionnaire, le protocole Vita, au sein même d'un environnement hospitalo-universitaire.

Cette démarche novatrice repose sur un partenariat stratégique solide entre le laboratoire de prothèse travaillant main dans la main avec le CHU, le laboratoire Dental Concept et le laboratoire Vita Zahnfabrik fabricant de matériel dentaire, une association qui représente un jalon majeur dans notre quête d'excellence scientifique et clinique.

L'essence même de cette collaboration réside dans notre capacité à accéder à une panoplie exhaustive de matériaux dentaires de la plus haute qualité, gracieusement fournis par Vita, une référence incontestée dans l'industrie de la dentisterie moderne. Cette précieuse gamme de matériaux inclut une variété de résines dentaires à l'esthétique incomparable, des dents artificielles d'une solidité à toute épreuve avec une anatomie unique épousant parfaitement la forme de l'alvéole dessinée sur la plaque base de la future prothèse, ainsi que des adhésifs d'une fiabilité éprouvée. Chacun de ces composants est indispensable dans la conception et la fabrication de prothèses amovibles complètes, permettant ainsi d'atteindre des standards de qualité et de durabilité sans compromis.

En collaborant étroitement avec le laboratoire Vita, nous bénéficions non seulement d'un accès privilégié à des produits de pointe, mais également d'un soutien technique de premier plan et d'une expertise approfondie. Cette synergie entre nos équipes nous permet d'optimiser nos processus de fabrication, de repousser et d'expérimenter les limites de la recherche en matière de prothèses amovibles complètes dentaires et, par extension, d'offrir des solutions prothétiques personnalisées répondant aux besoins spécifiques de chaque patient.

En définitive, cette alliance stratégique renforce notre engagement envers l'excellence clinique et notre capacité à concevoir des prothèses amovibles complètes qui allient harmonieusement fonctionnalité, esthétique et durabilité. Grâce à cette collaboration, nous sommes en mesure de proposer à nos patients une expérience de traitement supérieure, leur garantissant ainsi des résultats exceptionnels et une qualité de vie améliorée.

3,2) 1 er cas clinique : Situation de réfection d'une PAC

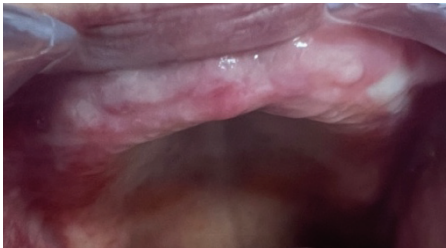
3,2,1) Contexte

Patiente de 90 ans très autonome physiquement et psychologiquement se présente en consultation, pour refaire ses prothèses amovibles complètes (Fig 42), elle fonctionne avec un appareil maxillaire réalisé en 2021 et un appareil mandibulaire réalisé en 2022, si la rétention des deux prothèses est correcte, en revanche l'occlusion est perturbée car chaque prothèse présente un plan d'occlusion réalisé en face d'une autre prothèse, de plus l'orientation du plan d'occlusion prothétique (P.O.P) n'est pas favorable aux mouvements dento-dentaires et à la stabilité prothétique car elles ne permettent pas 1 OTE.



- Espaces latéro-négatifs égaux
- Affleurement des bords libres maxillaire avec la lèvre inférieure lors du sourire
- Teinte en accord avec sa carnation

Figure 42 : Photo du sourire de face



Le maxillaire (Fig 43) présente une forme en U, avec des crêtes osseuses larges et hautes favorable à une bonne rétention et donc une potentielle réussite thérapeutique.



La mandibule (Fig 43) présente une forme parabolique avec des crêtes osseuses peu marquées ainsi qu'une petite ulcération secteur 4 résultant d'une interférence occlusale et d'une surpression à cet endroit. Cette compression douloureuse a été résolue après meulage de l'intrados compressif et éradication de l'interférence occlusale.(30)

Figure 43 : Photos des crêtes maxillaire (gauche) et mandibulaire (droite) de la patiente.



On note une légère déviation des milieux inter-incisifs vers la droite, une coaptation dentaire adaptée avec le maxillaire qui circonscrit correctement la mandibule. On peut constater également, un recouvrement maxillaire dentaire trop important qui cause une limitations des mouvements mandibulaires dans les différents plan de l'espace. (Fig 44).

Figure 44 : Photos de face et de profil avec les prothèses en occlusion



On constate que la base prothétique de gauche (2022) présente une surface d'appui plus importante (descend jusqu'à la ligne oblique interne), de fait la prothèse mandibulaire la plus récente offre une rétention et une succion supérieure (Fig 45).

Figure 45 : Photos des 2 prothèses mandibulaires (gauche 2022) (droite 2021).



Concernant le maxillaire on note moins de différence entre les deux PAC et les résultats obtenus au niveau de la rétention, de la succion et de la stabilité sont semblables (Fig 46).

Figure 46 : Photos des 2 prothèses maxillaire (gauche 2022) (droite 2021) en vue supérieure et latérale.

Pour conclure, notre patiente porte des prothèses maxillaire et mandibulaire réalisées à 1 an d'intervalle avec une occlusion perturbée résultant des P.O.P différents entre les 2 prothèses ne permettant l'OTE.

Sa demande est d'avoir une stabilité occlusale lors des déplacements. Compte tenu de l'adaptation des bases, des problèmes inhérents à l'orientation des plans d'occlusion la décision est prise de refaire deux prothèses d'usages via le SIO pour conserver la rétention des deux intrados, tout en modifiant le schéma occlusal via l'orientation du P.O.P et de l'OTE, après compréhension et la validation de la patiente.

3,1,2) Déroulé clinique et difficultés rencontrées.

- Séance 1 :

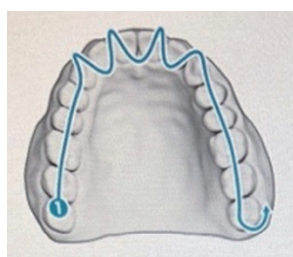
Lors de la première séance, nous réalisons un examen clinique complet avec, un questionnaire médical, un examen clinique exo et endo-buccal. Tout est parfait pour passer à l'examen des prothèses existantes.(3)

On s'intéresse donc aux prothèses qu'elle possède, recherche des sources de doléances de la patiente suivie de quelques retouches de l'intrados à certains endroits (zone de blessante).

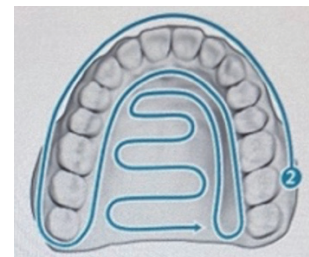
Le problème majeur de cette patiente est qu'elle utilise une prothèse maxillaire et mandibulaire qui n'ont pas été réalisées en même temps entraînant des problèmes d'occlusions.

Une fois les sources de blessures dans l'intrados ainsi que l'occlusion ajustée.

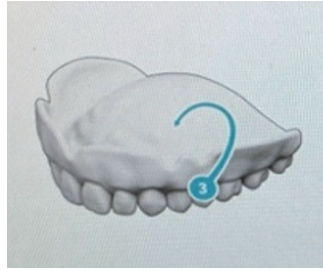
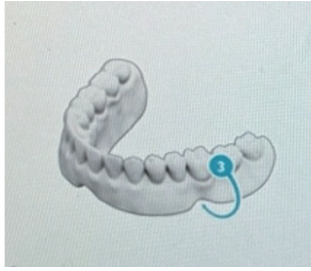
On réalise une numérisation des prothèses avec un SIO, en enregistrant l'intrados puis l'extrados de chaque prothèse hors bouche puis on enregistre les RIM en occlusion directement en bouche (Fig 47).(29)



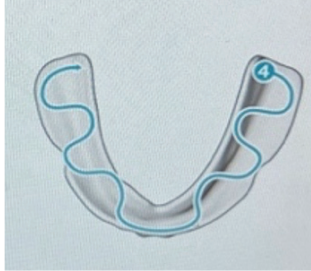
- 1) Réaliser un balayage complet et réaliser un va et vient sur les incisives



- 2) Continuer le balayage en partant du côté lingual et terminer le balayage en vestibulaire



- 3) Traverser le bord de prothèse, scannez une petite zone et arrêtez le scanner pour optimiser le scan. Attendez jusqu'à ce que l'optimisation soit terminée.



- 4) Scanner l'intérieur de la prothèse y compris les limites. S'il y a des trous (manque), balayez de nouveau ces zones.

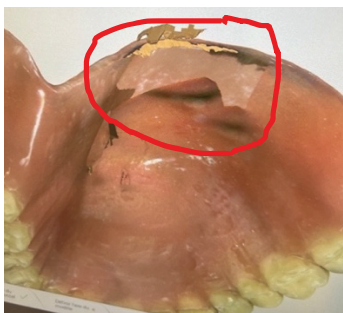
Figure 47 : Stratégie de numérisation idéal de prothèses amovibles complètes selon le fabricant.

Par la suite, ces fichiers sont transmis au prothésiste qui imprime 2 plaques bases en résine, sur lesquelles il monte les dents sur cires pour essai complet fonctionnel et esthétique.

Difficultés rencontrées :

Cette étape de numérisation fut laborieuse et deux SIO ont été utilisés (3Shape et Densply Sirona), Le problème rencontré avec les deux est que l'empreinte numérique n'arrive plus à se repérer lors de l'acquisition ce qui bloque cette dernière, cela est dû entre autres au manque de repère et l'homogénéité de la prothèse.

Cette perte de repère nous impose de repasser sur certains points stratégiques pour que le SIO recommence l'acquisition mais ces allés retours finissent par créer des feuillets sur notre scan (Fig 48), ce qui rend l'empreinte optique inutilisable.



Zone de manque dans la région du voile du palais (élément majeur dans la rétention de la prothèse maxillaire).

Figure 48 : Cas de manque dû à plusieurs allers-retours sur la même zone.

Une autre difficultés rencontrée lors du scannage : les potentiels manques au regard de l'écran de la caméra en post traitement et qui passent inaperçus en cours de scannage (Fig 49).

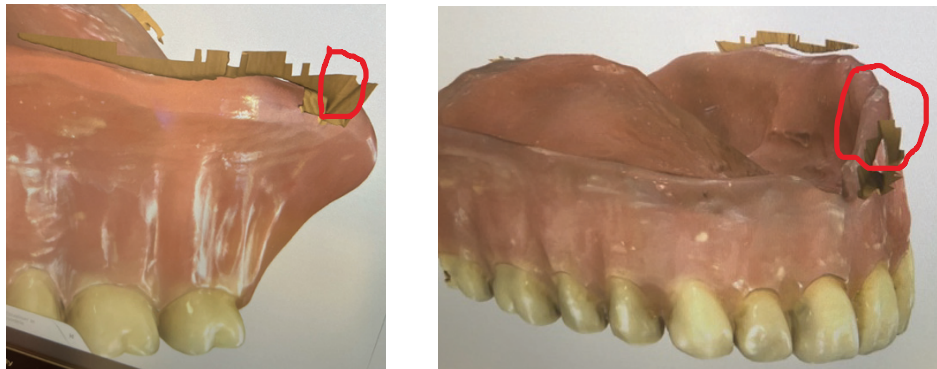


Figure 49 : Cas de millefeuille et de déformation constaté par le prothésiste en post-traitement

Zone de « mille-feuilles » suite à des aller-retours sur le bord de prothèse dû à la similarité des surfaces causant la perte des repères et donc de l'acquisition du SIO.

Dans l'imaginaire le scannage d'une prothèse amovible complète hors bouche ne semble pas présenter de complexité. Mais dans les faits, avec les nombreux échecs et les retouches au fauteuil après analyse du prothésiste, le temps d'acquisition s'élève à 10 heures de travail découpées en 7 séances.

Se pose la question sur le temps réellement gagné par rapport à une conception conventionnelle. D'un point psychologique pour la patiente ,et pour le praticien la sensation de ne pas avancer dans la thérapeutique pendant des mois est difficile à supporter (pour le patient) et à justifier (pour le praticien).

Après 7 séances perdues pour l'acquisition,(estimées inutilisables en post traitement), l'étape d'essayage complet maxillaire et mandibulaire constitue une autre problématique.

- Séance 2 :

Essayage du montage complet (esthétique et fonctionnel) (Fig 50,51,52).



Figure 50 : Modèle maxillaire et mandibulaire pour essayage en vue occlusale.

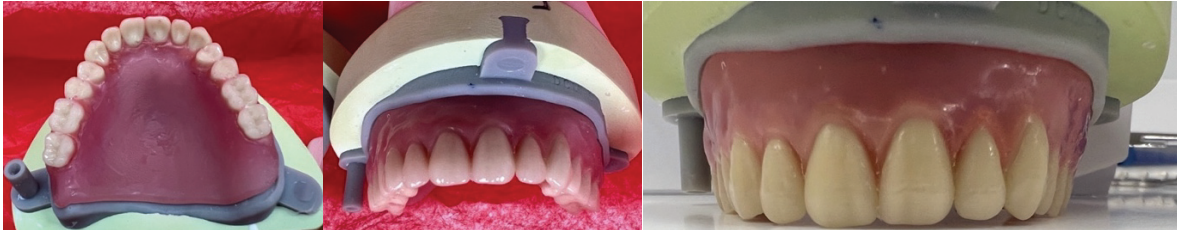


Figure 51 : Modèle maxillaire avec plaque base en résine avec les dents sur cire.



Figure 52 : Modèle mandibulaire sur base en résine sur laquelle le prothésiste a monté les dents sur cire.



Figure 53 : Essayage des montages en bouche, position mandibulaire trop postérieure plus béance antérieure.

Lors de l'essayage en statique, on note la présence d'une succion au maxillaire comme à la mandibule signifiant donc une parfaite adaptation des bases aux surfaces d'appuis.

Au maxillaire, le montage est satisfaisant et respecte les différents éléments qui permettent de réaliser un montage idéal (parallélisme avec la ligne bipupillaire et plan d'occlusion parallèle au plan de FOX).

A la mandibule, le montage était décalé dans le sens frontal mais surtout dans le sens sagittal créant ainsi cette béance importante lors de l'occlusion (Fig 53). La décision de réaliser un silicone d'occlusion a été prise, afin de mettre en exergue les difficultés dans le montage.

Fin de séance, après essayage, le montage non validé en clinique, retourne chez le prothésiste pour remontage des dents mandibulaires en position plus antérieure et plus vestibulée et ajustage du niveau des collets maxillaires antérieurs (12/13) afin d'harmoniser le sourire.(30)

Difficultés rencontrées :

Lors du premier essayage, par erreur le laboratoire de prothèse n'a envoyé que le maxillaire, ce qui a permis de valider l'esthétique. Néanmoins sans la prothèse mandibule l'occlusion ni la position mandibulaire n'ont pu être validées, de ce fait une deuxième séance d'essayage est nécessaire pour analyser le haut et le bas.

Lors du deuxième essayage, les deux prothèses ont bien été reçus, concernant la mandibule la base était parfaite avec une très bonne succion. Néanmoins lors de la vérification de l'occlusion on constate un décalage antéro-postérieur important causant un espace antérieur et sollicite l'interposition linguale lors de la déglutition, qui gêne la patiente. Le problème doit probablement venir d'un décalage lors de l'enregistrement de l'occlusion aux étapes préalables. De ce fait, un mordu d'occlusion est réalisé et un nouveau montage complet de la mandibule a été demandé au laboratoire (Fig 53). (32)

- Séance 3 :

Essayage du nouveau montage complet maxillaire et mandibulaire :



On note la présence d'une OTE parfaite, néanmoins une surpression est présente entre 15 et 45 nécessitant une retouche du clinicien.

Figure 54 : Vérification de l'occlusion du nouveau montage.



Un deuxième montage a été réalisé, une fois essayé en bouche, la béance antérieure a disparu, on retrouve une Occlusion Totalement Équilibrée (OTE) en clinique que ce soit en statique ou en dynamique (Fig 54,55).



On note néanmoins un décalage des milieux inter-incisifs, ceci est dû à la présence d'une latéro-déviations de la patiente lors de la fermeture de la bouche.

Le montage est validé et envoyé au laboratoire pour collage des dents sur les bases et finition.

Figure 55 : Essai du montage en bouche en statique, validé

Difficultés rencontrées :

Lors de la troisième séance d'essayage, on note un décalage des milieux inter-incisifs par latéro-déviaton droite de la mandibule, la patiente se sentant à l'aise avec une bonne occlusion totalement équilibrée, le montage a été validé dans cette nouvelle position et envoyé à la finition.

- Séance 4 :



Figure 56 : Prothèses maxillaire et mandibulaire prêtes pour l'insertion en bouche.

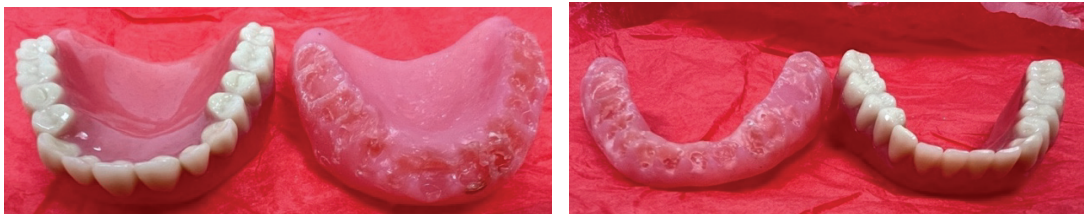


Figure 57 : Maquettes d'essayages et prothèses terminées



Figure 58 : Photo des nouvelles prothèses en bouche.

Lors de la pose, on note paradoxalement et à notre grande déception une succion très faible au maxillaire comme à la mandibule.

Plusieurs hypothèses sont émises :

-La première est que les plaques bases définitives ont été réimprimées et ne sont pas celles réalisées pour l'essayage elles ont donc nécessité quelques retouches (frein antérieur).

-La deuxième est qu'à la perception tactile les prothèses d'usages étaient plus fines et sans relief.

-Et enfin la troisième raison qui semble la plus importante à prendre en compte, ce sont de nouvelles prothèses et la muqueuse a besoin de temps pour s'habituer, en général il faut au minimum 48 heures (Fig 56,57,58).

Difficultés rencontrées :

Lors de la pose, de par le fait de la réimpression de deux nouvelles bases, les retouches réalisées au préalable lors des essayages avait disparu et les prothèses se trouvaient donc en surpression à certains endroits nécessitant des retouches à nouveau. L'échec principal est noté au niveau de la rétention au maxillaire comme à la mandibule qui avait beaucoup diminué voir disparu. Une importante séance de retouche fut réalisée pour retrouver une situation satisfaisante au niveau du confort et de la succion.

- Séance 5 :

La patiente n'a pas sollicité de rendez-vous à 48h, ne ressentant pas de gêne particulière. 7 jours après la pose, nous revoyons notre patiente afin de valider la bonne adaptation de la patiente à ses prothèses et également vérifier si les muqueuses ont accepté les prothèses de même que l'espoir d'une amélioration de la succion, qui était peu présente en post-opératoire s'améliore.

La patiente se plaint de difficultés à la mastication avec la prothèse maxillaire qui ne tient pas et note des contacts non homogènes entre les deux secteurs postérieurs et également une absence de contact antérieur qui la perturbe beaucoup (Fig 59). Il s'avère que sa mandibule a encore reculé depuis la pose. Ceci s'explique par l'amélioration de la DVO et du recul physiologique de la mandibule. (32)



Figure 59 : Prothèses numériques en bouche à j+7

Nous avons comparé les situations cliniques entre ses anciennes PAC et les nouvelles. L'ancienne prothèse maxillaire est manifestement plus ajustée, rétentive et paradoxalement dans un meilleur rapport intermaxillaire avec la nouvelle prothèse mandibulaire.

La nouvelle PAC maxillaire est a fonctionnelle, elle n'est donc pas retenue et nous optons donc avec la patiente finalement, pour un fonctionnement avec l'ancienne PAC maxillaire et la nouvelle PAC mandibulaire (Fig 60). Pour conclure on a donc une prothèse maxillaire réalisée en méthode conventionnelle et une prothèse mandibulaire avec une bonne succion produit en optique.

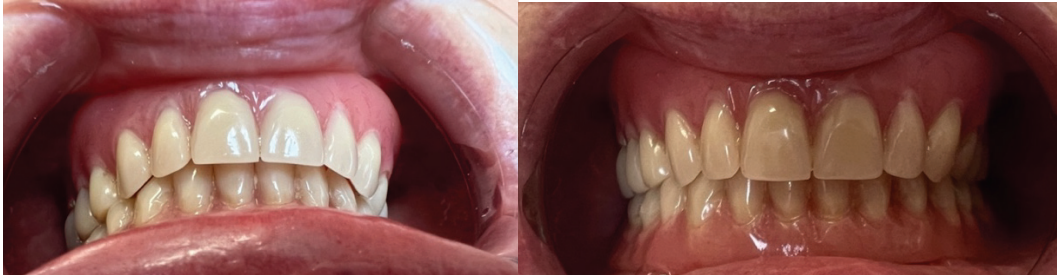


Figure 60 : Réglage de l'occlusion avec l'ancienne prothèse (conventionnelle) au maxillaire et la nouvelle prothèse (numérique).

Dans le cas présent de réfection de prothèse amovible complète, le nombre de séances prévues s'élève à 4 :

- 1) Scannage des prothèses
- 2) Essayage des montages complets
- 3) Pose
- 4) Suivi à 48h, 7 jours, ...

Dans la réalité, le nombre de séance avec Mme M s'élève à 12 séances avec comme soucis majeur le scannage des prothèses, cette étape représente à elle seule 7 séances soit l'équivalent du nombre de séances nécessaire pour réaliser des prothèses amovibles complètes de manière purement conventionnelle.

Pour conclure, la réfection de PAC à l'empreinte optique présentée par les fabricants et par la littérature semblait être très intéressante très efficace et présentait surtout un gain de temps considérable mais dans les faits, une maîtrise de la technique de scannage et des connaissances poussées sont nécessaires pour un réel gain de temps en comparaison avec la technique conventionnelle.

3,3) 2 ème cas clinique : Situation de réfection d'une PAC avec modification de la Dimension Verticale d'Occlusion.

3,3,1) Contexte

Monsieur V âgé de 80 ans se présente en consultation, pour refaire ses prothèses amovibles complètes. Il utilise ses prothèses qui ont été réalisées en 2010, sur la prothèse mandibulaire on note une bascule dû à la résorption osseuse inéluctable. Ce patient, est appareillé par prothèses amovibles complètes bi maxillaire depuis 1995.

Des prothèses ont été refaites en 2022 de manière conventionnelle au CHU en augmentant la DVO pour retrouver des proportions harmonieuses.

Cependant le patient est insatisfait des prothèses à cause entre autres de la taille des dents qu'il estime trop grandes. Monsieur V avec ses nouvelles prothèses ne se sent pas lui-même et il semble donc indispensable de réaliser de nouvelles prothèses pour lui donner satisfaction.



À l'examen clinique esthétique, on note une réduction de la dimension verticale causant un léger effort musculaire au niveau labial pour maintenir un contact bilabial. De profil, le soutien labial est insuffisant de par la forme de la prothèse maxillaire est concave (Fig 61).

Dans le grand sourire les espaces latéro-négatifs sont inégaux avec des dents carrées qui sont très peu visible (moins de la moitié des faces vestibulaires sont apparentes).

Figure 61 : Photos extra-orales avec ses anciennes prothèses âgées d'une dizaine années.



Figure 62 : Photos extra-orales avec ses nouvelles prothèses réalisées en 2022 au CHU

Suite à la réalisation de ces nouvelles prothèses, on note une augmentation de la dimension verticale, rendant égaux les différents niveaux de la face, associée à un regain de tonus cutané (Fig 62).

De profil, les lèvres entrent en contact sans difficulté et sans effort. Concernant le sourire, on constate des dents plus claires et plus proches de sa carnation, on note également des espaces latéraux négatifs plus homogènes et moins vides, rendant le sourire plus naturel et harmonieux.

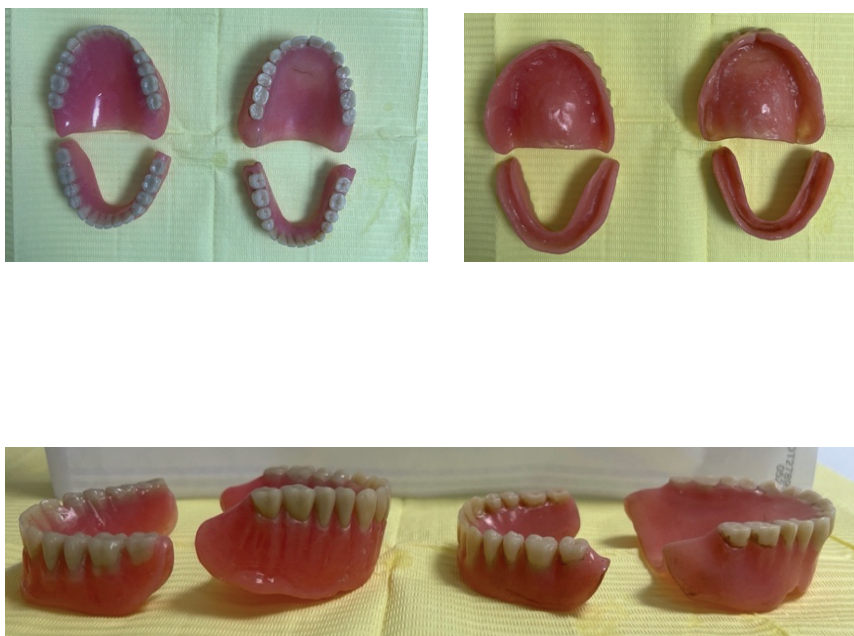


Figure 63 : Photos des nouvelles prothèses réalisées en 2023 (gauche) comparées à ses anciennes réalisées en 2012 (droite).

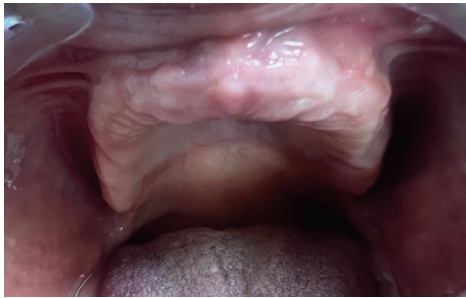
L'analyse est simple, les nouvelles prothèses de 2023 semblent plus adaptées, plus en accord avec les concepts idéaux de confection de prothèse amovible complète et devraient normalement être source de satisfaction.

Les nouvelles bases sont bien plus travaillées avec une gencive plus marquée.

La différence la plus marquante concerne les dents : en une dizaine d'années les dents se sont usées et ne présentent plus de relief occlusal, engendrant une inefficacité de l'occlusion et donc de la mastication (Fig. 63).

En recoupant les arguments décrits, les nouvelles prothèses devraient présenter une réelle amélioration dans la vie du patient, dans les faits Monsieur V a mis plusieurs semaines à s'adapter à ses prothèses principalement suite à l'augmentation de DVO.

Une fois l'adaptation personnelle surmontée, les remarques de son entourage, qui n'était pas habitué à voir son sourire aussi visible, ils n'ont pas validé sa nouvelle apparence. Il s'est rallié à l'avis de ses proches alors que la forme des dents ainsi que la taille avaient été validées lors des séances d'essayages, ses nouvelles prothèses ne lui conviennent pas esthétiquement. Tout ceci s'est soldé finalement par l'abandon de ses nouvelles prothèses pour reprendre ses anciennes (forte réduction de l'étage inférieur de la face).



Le maxillaire (Fig 64) présente une forme en U, avec des rebords osseux très proéminents permettant une bonne rétention et une potentielle réussite. Les insertions freinales sont hautes et ne poseront pas de problèmes au niveau prothétique.



La mandibule (Fig 64) à une forme parabolique avec des rebords osseux hauts et larges, on note malgré tout une résorption inégale entre le secteur 3 et le secteur 4 avec une résorption plus marquée à gauche, ce cas semble donc présenter peu de difficultés au niveau de la rétention de la future prothèse.

Figure 64 : Photos intra-buccales maxillaire et mandibulaire.

Pour conclure, ce patient qui porte des prothèses maxillaire et mandibulaire réalisées il y a 1 an avec lesquelles il parle, il mange et fonctionne mieux mais ne les utilise pas avec son entourage car la taille des dents engendre des moqueries et finissent par le complexer.

L'objectif est de refaire ses deux prothèses d'usage en les numérisant pour conserver la rétention des deux intrados, en réduisant légèrement la dimension verticale d'occlusion, et en diminuant la taille des dents.

3,3,2) Déroulé clinique

- Séance 1 :

Lors de la première séance, on commence par réaliser un examen clinique complet avec, un questionnaire, un examen exo et endo-buccal.

Par la suite on s'intéresse aux prothèses qu'il possède, avec la recherche des sources de doléances et retouche de l'intrados à certains endroits.

Le doléance principale de ce patient concerne la taille des dents et la dimension verticale qui sont trop grandes de son point de vue.

Une fois les sources de blessures dans l'intrados ainsi que l'occlusion ajustée. On réalisa une empreinte numérique des prothèses avec un SIO, en enregistrant l'intrados puis l'extrados de chaque prothèse hors bouche puis on enregistre les RIM en OIM directement en bouche (Fig 65,66,67) .

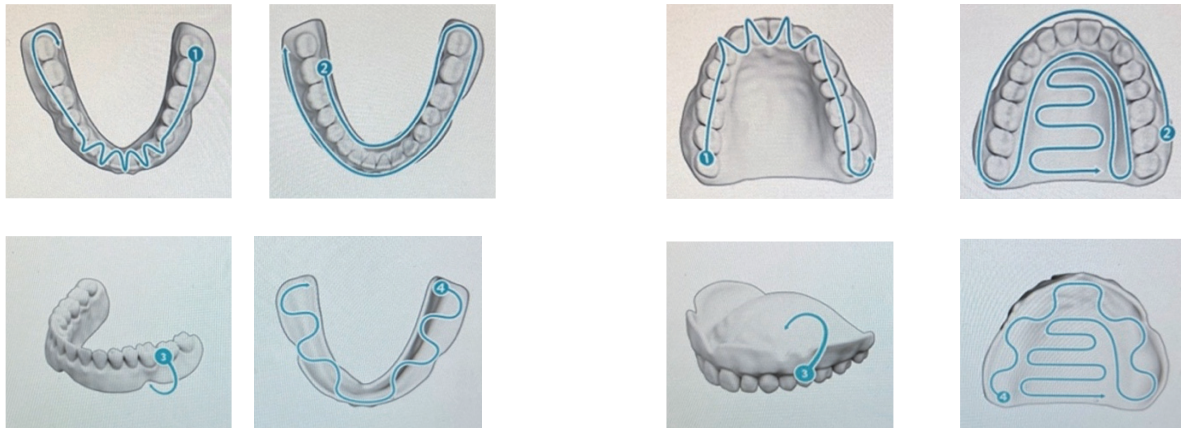


Figure 65 : Stratégie de numérisation idéale de prothèses amovibles complètes selon le fabricant.

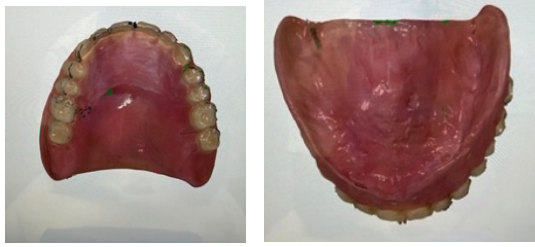
Une fois les données acquises grâce au SIO, les fichiers sont transmis au prothésiste qui imprime les deux plaques bases en résine sur lesquelles il monte les dents sur cires pour réaliser un essaiage antérieur maxillaire et mandibulaire.

Dans les secteurs postérieures deux bourrelets d'occlusions en cire seront réalisés afin de vérifier et valider la réduction de la DVO.



Prothèses ajustées après retouches en bouche et prêtes à la numérisation par le biais d'un SIO.

Figure 66 : Photos des prothèses scannées avec le SIO 3Shape.



Après numérisation complète de la prothèse (entre 35 et 45 minutes) on obtient le rendu numérique à l'identique sans manque ni feuillets.

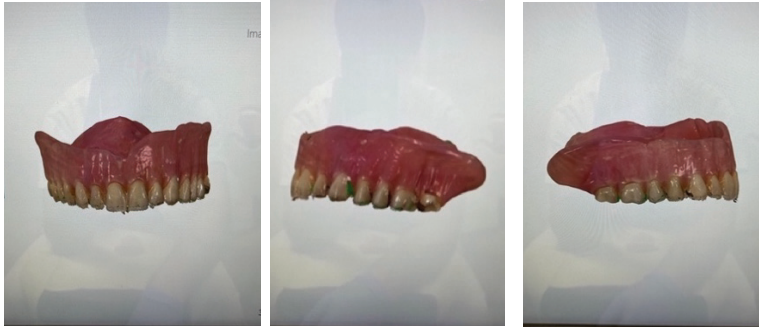


Figure 67: Exemple de rendu après numérisation complète du maxillaire

- Séance 2 :



Le prothésiste après réception des fichiers .stl issu des scans imprime les bases pour réaliser l'essayage. La stratégie qui guide cette demande de montage est que dans le cas présent, on cherche à légèrement modifier la DVO et retrouver une dimension de dents satisfaisante pour le patient.

Ce type de montage est donc une option supplémentaire qui permet dans notre cas, la validation des deux critères majeurs simultanément (Fig 68).

Figure 68 : Photos des montages antérieurs avec les bourrelets d'occlusion.



Les dents ici ne sont pas encore collées, elles sont montées sur cire et permettent donc des retouches si nécessaire.

L'étape suivante correspond donc à l'essayage en bouche, d'abord le maxillaire seul avec une recherche sur des zones de sur extension ou d'éléments désagréables en bouche.



Une fois la base validée on se concentre sur l'ensemble en respectant les principes de base pour la validation d'un montage complet maxillaire (plan d'occlusion parallèle au plan de Camper grâce au plan de Fox, parallélisme des lignes horizontales et respect du trajet du plan d'occlusion vers le haut l'arrière et l'extérieur) (Fig 69).

Figure 69 : Vérification du parallélisme du plan de FOX et du plan d'occlusion maxillaire.



Par la suite, l'essayage du montage mandibulaire est réalisé, comme pour le maxillaire, on s'assure de la succion ainsi que de l'absence de zone douloureuse. On met de nouveau en place la base maxillaire et on fait fermer le patient en OIM avec les lèvres fermées pour vérifier la position de repos et évaluer la hauteur de l'étage inférieur de la face (EIF) et le comparer aux autres étages (Fig 70).

Figure 70 : Comparaison des deux EIF (supérieure prothèse de 2012/ inférieure montage sur cire de nos nouvelles prothèses 2024.)

Lorsque nous comparons les deux hauteurs de l'EIF, on note une légère augmentation sur le montage de nos nouvelles prothèses (5,5 cm pour les prothèses de 2012 et 5,7cm pour le nouveau montage). Cette augmentation de 0,2 cm nous a permis d'assurer : un meilleur soutien des tissus péri-buccaux, également une forme de lèvres au repos plus naturelle (avec disparition du sourire inversé).



Figure 71 : Photos du sourire du patient pour valider l'esthétique

Grâce à la présence du montage antérieur esthétique, lors de cette étape nous avons pu valider la teinte, la forme ainsi que la position des dents dans la pleine satisfaction du patient (Fig 71).



Une fois toutes ces étapes d'essayage validées, on enregistre alors l'occlusion par la technique des chevrons et encoches pour s'assurer de la bonne position de nos arcades et valider cette étape (Fig 72) afin de passer ensuite à la séance d'essayage complet.

Figure 72 : Validation du montage esthétique et enregistrement de la RIM

– Séance 3 :



Figure 73 : Photo des montages complets maxillaire et mandibulaire.



Figure 74 : Photos des montages complets en OIM.



Figure 75 : Photo contrôle de l'occlusion des prothèses maxillaire et mandibulaire.

Les montages maxillaire et mandibulaire complets ont été réalisés, une fois essayés en bouche, l'Occlusion Totalement Équilibrée (OTE) est retrouvée après quelques légères retouches, on note l'alignement des milieux inter-incisifs.

On observe une bonne stabilité des prothèses sur les muqueuses avec l'absence de sur-extension.

Les montages sont validés et renvoyés au laboratoire pour réaliser le collage des dents et les finitions (Fig 73,74,75).

Difficultés rencontrées :



Dans le protocole Vita, les alvéoles sont prédéfinies et les talons des dents parfaitement ajustés, ainsi on possède peu d'envergure d'ajustement.

Concernant les essayages, à la différence des prothèses conventionnelles, les bases numériques ne permettent pas des retouches trop importantes (les montages sont guidés par les alvéoles des bases). Dans le cas présent, la position de la 12 était trop palato-versée nécessitant une retouche afin de la remettre dans le couloir prothétique, lors des retouches la dent a été expulsée de l'alvéole (Fig76).

Figure 76 : Photo de l'expulsion de la 12 lors de l'essayage sur cire.

Enfin comme nous sommes sur une base dure sous une couche de cire très fine, l'intérêt de l'essayage est réduit de par le fait que l'on ne peut pas modifier la position des dents et que l'on doit rapidement jouer de la fraise résine pour parfaire nos réglages occlusaux.

- Séance 5 :



Figure 77 : Photos des prothèses finies, prêtes à être posées



Figure 78 : Contrôle de l'occlusion en statique et dynamique.

Lors de la pose, on déplore une succion minimale tant au niveau du maxillaire que de la mandibule. Cette observation peut être attribuée à divers facteurs :

- Premièrement, les plaques de base définitives ont été imprimées, nécessitant ainsi quelques ajustements, notamment au niveau du frein antérieur.
- Deuxièmement, lors de la palpation, les prothèses d'usage présentait une différence une épaisseur plus fine et une absence de relief.

-Troisième raison, probablement la plus significative, réside dans le fait qu'il s'agit de nouvelles prothèses, et la muqueuse nécessite du temps pour s'adapter, et permettre ainsi un appui optimal sur les bases osseuses et muqueuses.



En ce qui concerne l'aspect esthétique, on observe une disparité d'orientation et de hauteur des collets entre les dents 12 et 22 (Fig 79).

Figure 79 : Photos des prothèses en bouche en occlusion et sourire de face.

Dans le cas présent de réfection de prothèse amovible complète, le nombre de séances prévue s'élève à 5 :

- 1) Numérisation des prothèses
- 2) Essayage des montages antérieurs avec validation de la DVO avec des bourrelets en cire dans les secteurs postérieurs.
- 3) Essayage complets maxillaire et mandibulaire
- 4) Pose
- 5) Suivi à 48h, 7 jours,...

Dans la réalité, le nombre de séances avec Mr V s'élève à 9 séances avec comme soucis majeur la numérisation des prothèses, cette étape représente à elle seule 5 séances comme pour le cas précédent la difficulté résidait en la similarité des surfaces de la prothèse et les aller-retours sur cette dernière entraînant des superpositions.

Pour conclure, la réfection de deux prothèses amovibles complètes par le biais de l'empreinte optique dans le but de réduire la DVO semblait être très intéressante, très efficace et surtout présentant un gain de temps par réduction du nombre de séances et le temps de travail en bouche, sans léser le patient car en fin de séance ce dernier peut repartir avec ses prothèses. Mais dans le cas le présent, où le patient a deux jeux de prothèses et n'utilise pas celles qui vont servir de base de travail, la possibilité de lui emprunter ces dernières pour réaliser un duplicata puis passer par des étapes de prothèses conventionnelles avec des essayages classiques sur des plaques bases type résine autopolyémrisable avec des dents sur cire à la nouvelle DV semblent toutes aussi intéressantes.

3,4) 3 ème cas clinique : Conception et confection d'une première PAC bi maxillaire.

3,4,1) Contexte

Monsieur V Patient de 66 ans se présente en consultation d'urgence, pour la mobilité de son bridge antérieur suite à un trauma. Il ne présente qu'un bridge antérieur de 13 à 23, le reste des arcades dentaires maxillaire et mandibulaire est dépourvu de dents et les édentements ne sont pas compensés par des prothèses amovibles.

Monsieur V n'a jamais été appareillé même partiellement. Lors de la consultation d'urgences, il était impossible de remettre le bridge en place pour cause de caries sur les dents piliers et fracture radiculaire de la 12.

La décision en accord avec le patient fût donc d'extraire les dents restantes et commencer les étapes de prothèses de réalisation de PAC après avoir laissé cicatriser les muqueuses et les bases osseuses.

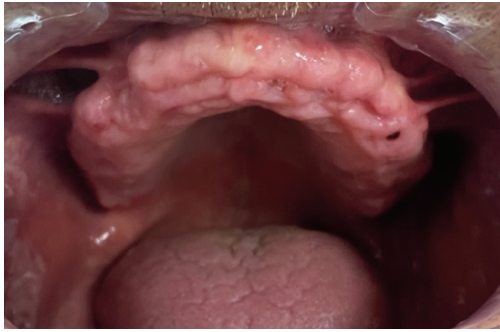
À l'examen médical, aucun problème de santé n'est à noter, absence de traitements médicamenteux de fond. Néanmoins il exprime un tabagisme d'environ 1 paquet de cigarette par jour depuis 35 ans.

À l'examen extra-buccal on note, une réduction de l'étage inférieur de la face principalement causé par l'absence totale de dents avec des lèvres fines voir absentes. L'un des objectifs dans ce cas sera donc de retrouver une harmonie entre les différents étages de la face.



Un élément important constaté à l'examen clinique mais difficilement objectivable est la tonicité musculaire très marquée de ce patient associé à une perte totale de repère concernant la position physiologique de sa mandibule ce qui engendre une difficulté à repositionner la mandibule dans une position réitérative (Fig. 81).

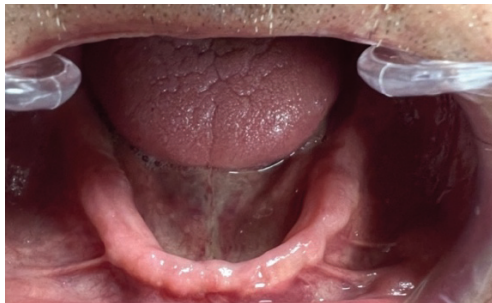
Figure 81 : Photos extra-buccales de face et de profil



Le maxillaire (Fig 82) présente une forme en U, avec des crêtes très proéminentes avec de très grosses contre-dépouilles dans la zone incisivo-canine permettant une bonne rétention mais aussi une zone de potentielle blessure et de compression.

Les insertions freinales sont relativement hautes et ne poseront pas de problèmes au niveau prothétique.

Enfin, le palais est plutôt plat devant permettre de mieux assoir la prothèse sur ses bases osseuses.



La mandibule (Fig 82) a une forme parabolique avec des crêtes également marquées, malgré des extractions datant de plusieurs années.

Ce type de cas est relativement rare et promet l'obtention d'une bonne rétention surtout à la mandibule (Fig. 81).

Figure 82 : Photos intra-buccales maxillaire (gauche) et mandibulaire (droite).

Pour conclure, ce patient est totalement édenté, il n'a jamais été appareillé et présente une perte totale de repère et de stabilité concernant la position de sa mandibule avec des contractions musculaires très marquées.

Cependant il est extrêmement motivé, très coopérant avec une situation muco-osseuse satisfaisante concernant le volume osseux que la muqueuse (épaisse et kératinisée).

L'objectif est de réaliser des prothèses amovibles complètes bi maxillaire, en retrouvant une position mandibulaire stable associée à une dimension verticale restaurée. Dans ce cas l'objectif majeur est surtout que notre patient puisse de nouveau s'alimenter correctement et revivre confortablement.

3,4,2) Déroulé clinique

- Séance 1 :

Lors de cette étape deux empreintes primaires à l'alginat avec des portes empreintes perforés du commerce sont réalisées.

L'objectif étant comme dans la technique conventionnelle d'obtenir deux modèles en plâtre (Fig. 83) sur lesquels seront confectionnés un PEI maxillaire et mandibulaire (Fig. 84).



Figure 83 : Photos des modèles en plâtre issues de nos empreintes primaires.

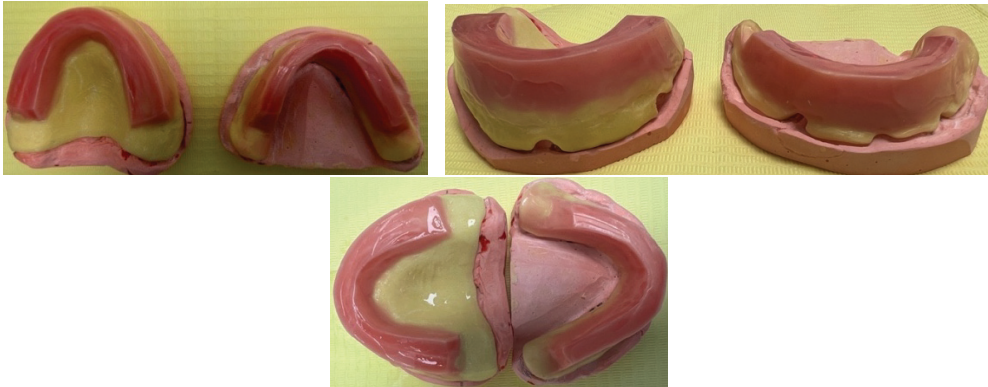


Figure 84 : Photos des PEI avec une plaque base en résine chémopolymérisable et des bourrelets de cire.

– Séance 2 :

Dans cette troisième situation clinique double, RIM et empreintes secondaires, le patient est totalement édenté et très demandeur et pressé, l'empreinte secondaire et les RIM sont réalisées dans la même séance.

Dans un premier temps, les bases sont vérifiées (absence de zone qui blesse, de sur-extension) puis par la suite on valide les bourrelets de cire.

On commence toujours par le maxillaire, avec le plan de Fox, et on s'assure de la bonne satisfaction des critères esthétiques (ligne du sourire, indices de Lee) et phonétique (phonème « feu », « veu »).

Une fois le bourrelet maxillaire réglé idéalement, on passe au réglage de la mandibule. Le réglage du bourrelet mandibulaire passe par la validation de la DVO et le fait que le maxillaire circonscrive la mandibule.

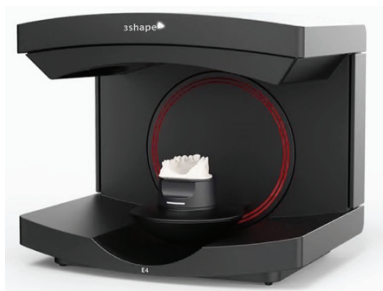
Chez Mr V, ce fût une tâche complexe due à la perte de repère mandibulaire qui complique la position unique et réitérative de la mandibule. Il nous fallut du temps par le biais de guidage et de tentative de déconnexion pour obtenir une mandibule moins sollicitée par les différents muscles, qui se guide donc mieux et qui retourne aisément dans une position stable et réitérative.



Une fois nos RIM validés, on réalise deux empreintes llaires à la pâte de Kerr puis au Permlastic. Pour finir la séance on les enregistre par la technique des chevrons et encoches à l'aluwax et le choix de la teinte ainsi que la forme des dents est réalisé. (Fig. 85).

Figure 85 : Photos des empreintes llaires avec les RIM enregistrés par la technique des chevrons et encoches.

La séance est maintenant terminée avec le patient ce dernier est libéré et il reste au praticien à réaliser la numérisation des empreintes.



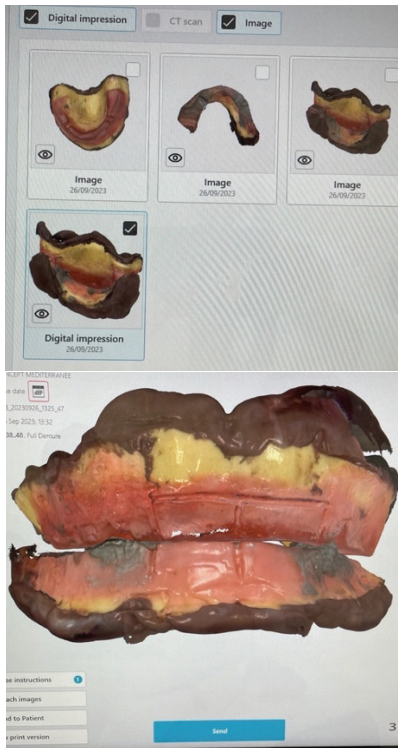
Dans ce cas, il était possible également d'envoyer simplement au laboratoire ces empreintes et laisser le technicien de laboratoire réaliser la numérisation du tout avec un scanner de table (Fig. 86). Le scanner mobilise les empreintes dans les différents plans de l'espace dans le but d'acquérir l'ensemble des informations topographiques.

Figure 86 : Photo de scanner extra-oral (scanner de table).



Le temps de scannage est d'environ 30 secondes avec un rendu complet. Les zones marquées en rouge sur les photos des empreintes après numérisation, représentent les zones difficiles d'accès (contre-dépouille), ou qui n'ont pas été entièrement enregistrées (Fig. 87).

Figure 87 : Numérisation de l'empreinte avec un scanner extra-oral (gauche) et le résultat numérique obtenu (droite).



Dans cette situation, nous avons décidé de numériser avec un SIO les empreintes maxillaire et mandibulaire de la même manière que lors d'une réfection de prothèse (cas 1 et 2) (Fig. 88).

Figure 88 : Photos issues du SIO après numérisation des empreintes secondaires.

Une fois cette numérisation achevée, les fichiers .STL sont envoyés au laboratoire de prothèse pour la réalisation finale des prothèses avec les données nécessaires concernant les dents à utiliser (taille, forme et teinte).

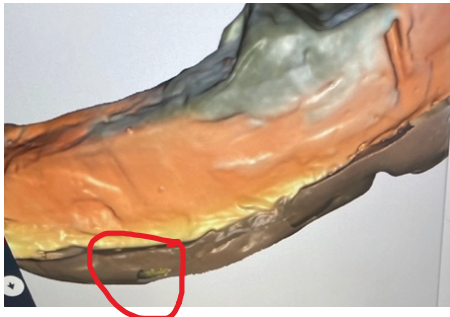
En effet de par l'absence de dent, de prothèses existantes et pour continuer dans notre logique de gain de temps nous avons choisi de finaliser les prothèses. L'enjeu étant la rapidité de réalisation, nous avons parfaitement répondu à ce dernier.

Difficultés rencontrées :



Cette étape représente à elle seule 6 séances avec de nombreux allers-retours entre le fauteuil et le laboratoire. Comme pour les cas précédents, la manque de repère sur ce type complique sa numérisation il s'ensuit fréquemment comme écueil principal la superposition et la multiplicité d'images rendant les fichiers inexploitable. (Fig89)

Figure 89 : Photo issue de la numérisation de la maquette d'occlusion classique sans Permlastic.



De surcroît, lors de la première numérisation, nous avons scanné la maquette d'occlusion « classique » (constituée de la base résine et d'un bourrelet en cire) en utilisant de la résine autopolymérisable sans Permlastic dans l'intrados (Fig. 90). Cependant, ce scan s'est avéré inutilisable, car l'état de surface de la résine présente des bulles dans l'intrados, compromettant évidemment la création d'un modèle secondaire satisfaisant.

De plus, la numérisation du Permlastic est complexe de par sa couleur, de par l'importance de la surface à enregistrer, lors du passage du SIO de légèrement déformation de notre empreinte et génère l'apparition d'erreur sur notre modèle de travail.

Enfin le dernier écueil, lors du scannage des empreintes maxillaire et mandibulaire est la quantité d'images enregistrées.

Il s'en suit la création de fichiers très lourds avec une perte de qualité globale et une plus grande difficulté de travail pour le prothésiste.

Figure 90: Photos issues de la numérisation de la maquette d'occlusion avec empreinte au Permlastic.

- Séance 3 :



Figure 91 : Photos des prothèses après Impression et finition prêtes à être posées

Lors de la pose (Fig. 91), l'essayage de la prothèse maxillaire a été la première étape, de prime abord la prothèse ne rentrait pas, ceci s'explique entre autres par la contre-dépouille antérieure qui nécessita des retouches pour permettre l'insertion complète. Par la suite une vérification de l'absence de zone de blessure et de sur-extension est réalisée.



Une fois les réglages de la base réalisés, une succion importante de la prothèse sur sa base est remarquée s'expliquant par la taille des crêtes osseuses favorable à la rétention.

Pour finir, on réalise une analyse esthétique avec le patient, ce dernier était satisfait de retrouver un sourire.

D'un point de vue plus technique, le milieu inter-incisif est aligné avec le philtrum, on note un parallélisme des lignes horizontales de la face et concernant les espaces latéraux négatifs on note une certaine symétrie gage d'un respect des couloirs prothétiques (Fig. 92). On enlève la prothèse maxillaire et on passe au réglage de la prothèse mandibulaire.

Figure 92 : Photos de la prothèse maxillaire en bouche.



Figure 93 : Photos de la prothèse mandibulaire avant (photo1) et après réglage (photo 2 et 3).

Lors de la mise en place de la prothèse mandibulaire, un problème majeur apparaît, la prothèse ne rentre pas du tout. Ce problème s'explique par la compression de notre empreinte lors de la numérisation, cette compression nous impose d'éviter l'intrados surtout au niveau antérieur (zone où le SIO a le plus de difficulté à acquérir toutes les informations). Une fois les retouches refaites, l'insertion est bien plus aisée avec une bonne assise de notre prothèse sur la base osseuse et l'apparition d'une succion très satisfaisante (Fig. 93).



Une fois les réglages des bases maxillaire et mandibulaire effectués on vérifie l'engrainement occlusal des deux prothèses (Fig. 94).

Lors de la mise en place des prothèses en bouche, l'engrainement en OTE par le patient est compliqué, en effet comme expliqué dans le contexte, Mr V présente un tonus musculaire prononcé en occlusion, de par la perte de calage et de repère, permettant d'assoir de manière stable sa mandibule. L'occlusion est quelque peu perturbée et non fonctionnelle.



Figure 94 : Photos des deux prothèses en bouche.



Après de nombreuses retouches et beaucoup de temps pour essayer de faire retrouver au patient sa position d'occlusion optimale en relation centrée, lui permettant donc de repasser en classe 1 par recul de la mandibule (Fig. 95).

Figure 95 : Photos après équilibration occlusale et recul de la mandibule en OTE.

Pour conclure, la réalisation de prothèses amovibles complètes bi-maxillaires semble être intéressante, dans le cas présent le patient était très motivé avec une pleine coopération. Ce genre de situations d'édentement total sans réhabilitation existante sont très rares et le fait d'avoir des reliefs osseux aussi prononcés et présentant des contre-dépouilles est un cas d'autant plus rare. Nous avons misé sur la précision du numérique pour gagner du temps sur le nombre d'étapes dans la confection en 1 seule étape, néanmoins les étapes d'empreintes I aire et II aire ainsi que l'enregistrement des RIM restent identiques aux étapes conventionnelles.

Difficultés rencontrées :

Comme dans les cas décrits précédemment, on note une compression numérique de l'intrados après numérisation rendant difficile et douloureuse l'insertion des bases sur les crêtes (dépouille/contre-dépouille) et nécessitant d'éviter la prothèse pour la mettre en place (Fig. 90).

Dans ce cas clinique pour réaliser des premières prothèses amovibles complètes bi-maxillaire le nombre de séances prévu s'élève à 5 :

- 1) Consultation et choix thérapeutique
- 2) Empreintes primaires
- 3) Empreintes secondaires + enregistrement des RIM
- 4) Pose
- 5) Suivi à 48h, 7 jours,...

Pour conclure, la réalisation de prothèses amovibles complètes bi-maxillaires par le biais d'un scanner intra-oral s'est avéré un procédé délicat. Cependant la nécessité de passer par des étapes d'empreintes primaires et secondaires surfaciques associées à un enregistrement de RIM conventionnels, hypothèque le principe du « tout numérique » contemporain.

Dans le cas présent nous avons misé sur la précision du numérique, pour éviter les 2 séances d'essayage dans l'optique de faire gagner du temps au patient. Ceci est un pari risqué mais qui s'est avéré gagnant.

Néanmoins au vu du nombre de séances, encore une fois dédiées à la numérisation des empreintes, pour que finalement, le prothésiste soit contraint d'utiliser un scanner de table pour enregistrer convenablement les empreintes.

La question de l'efficacité de la numérisation des empreintes par le praticien avec les SIO à notre disposition au CHU se pose clairement au regard de notre manque de formation et de la maîtrise de ces SIO, certains commerciaux et prothésiste s'y sont essayés également sans succès. Dans le cas présent l'outil numérique apporterait en réalité son utilité non pas dans les étapes cliniques mais dans les phases laboratoires.

Chapitre IV :

Proposition d'un protocole pour une utilisation des techniques numériques en PAC au CHU

En 2024, la caméra numérique est devenue un outil essentiel de la dentisterie moderne et banalisée avec succès pour la réalisation de nombreux actes (prothèse fixe, occlusodontie, orthodontie, guides chirurgicaux...). La réalisation d'un nouvel espace Hospitalo-Universitaire (Institut de Médecine Bucco-Dentaire de Riquier) a permis l'intégration des SIO, à la pratique des soins, par les étudiants, sous supervision de séniors.

Deux nouvelles caméras sont désormais à la disposition des étudiants (la caméra 3Shape et la caméra Dentsply), offrant une opportunité de formation et de perfectionnement dans l'utilisation du numérique dans ces différents domaines (empreintes dentée et enregistrement d'occlusion).

Tous les étudiants n'étant pas encore totalement formés, il peut s'en suivre une utilisation erronée, supposant une pratique simplifiée par rapport aux méthodes traditionnelles.

Afin de remédier à ces raccourcis, contre productifs, cette proposition de protocole vise à guider les étudiants dans des décisions pertinentes, adaptées et réalisables dans le cadre de la situation clinique. Et de déterminer précisément les situations limites pour lesquelles le tout numérique n'est pas encore assez performant notamment en ce qui concerne l'utilisation du tout numérique pour la réalisation de PAC.

Indications :

Il s'agit en préambule, de poser l'indication de réalisation et la faisabilité ou non de prothèse amovible complète par méthode numérique :

- ➔ Prothèse amovible complète avec des bases prothétiques stables, fonctionnelles et satisfaisante pour le patient avec usure des dents
- ➔ Prothèse amovible complète avec des bases prothétiques peu rétentives, bascule ou insatisfaction pour le patient sans usure des dents
- ➔ Prothèse amovible complète avec des bases prothétiques peu rétentives, bascule ou insatisfaction pour le patient avec usure des dents.

Contre-indication :



Entière réalisation d'une PAC par numérisation intra-buccale, dans l'intention (espoir) d'éviter les empreintes primaires et secondaires conventionnelles



Réalisation d'une première prothèse amovible complète chez un patient néo-édenté.

Protocole :

Vérification de l'état des prothèses amovibles complètes actuelles si :

Noir : étape clinique au fauteuil

Bleu : étape laboratoire

A) Prothèse amovible complète avec base prothétique rétentive, stable, fonctionnelle et satisfaisante pour le patient avec usure des dents et perte de DVO

B) Prothèse amovible complète avec base prothétique peu rétentive, bascule ou insatisfaction pour le patient sans usure des dents, sans perte de DVO

C) Prothèse amovible complète avec base prothétique peu rétentive, bascule ou insatisfaction pour le patient avec usure des dents et perte de DVO

Accord, validation et supervision d'un enseignant.

A)

-Numérisation de l'intrados de l'extrados et des RIM (après mise en condition prothétique si nécessaire).

-Réception des fichiers, montage sur articulateur numérique, tracé des limites des futurs bords de prothèses, détermination du couloir prothétique (axe des crêtes), axe d'insertion. => Usinage d'un gabarit (montage des dents antérieures avec des bourrelets postérieurs en cire, pour contrôler et valider la DVO).

-Essai des gabarits et validation esthétique et blocage des RIM par technique des chevrons et encoches

-Impression des bases prothétiques d'usages, collage des dents du commerce dans les alvéoles des bases.

-(optionnel) réalisation de gabarits avec montage complet pour validation en clinique.

-Pose des prothèses amovibles complètes

-Suivi, contrôle et maintenance

B)

-Mise en place d'un conditionneur tissulaire (type Fitt de Kerr, Coe confort,...) dans l'intrados des prothèses et revoir le patient à 7 jours.

-à j+7, réalisation d'une empreinte surfacique au Polysulfure puis numérisation de l'intrados, l'extrados et RIM.

-Réception des fichiers, montage sur articulateur numérique, tracé des limites des futurs bords de prothèses, détermination du couloir prothétique (axe des crêtes), axe d'insertion. => Usinage d'un gabarit (montage de toutes les dents bi-maxillaires).

-Essai des gabarits, validation esthétique et fonctionnelle, en statique et dynamique.

-Impression des bases prothétiques d'usages, collage des dents du commerce dans les alvéoles prédéfinies et ajustées des bases (Protocole Vita).

-Pose des prothèses amovibles complètes

-Suivi, contrôle et maintenance

C)

-Mise en place d'un conditionneur tissulaire (type Fitt de Kerr, Coe confort,...) dans l'intrados des prothèses et revoir le patient à 7 jours.

-à j+7, réalisation d'une empreinte surfacique au Polusulfure puis numérisation de l'intrados, l'extrados et RIM.

-Réception des fichiers, montage sur articulateur numérique, tracé des limites des futurs bords de prothèses, détermination du couloir prothétique (axe des crêtes), axe d'insertion. => Usinage d'un gabarit avec des bourrelets en cire complets pour contrôler et valider la DVO.

-Essai des gabarits détermination de la DVO adéquate et enregistrements des RIM par technique des chevrons et encoches => choix des formes, dimensions, teinte et positions des dents.

-Possibilité d'impression des bases prothétiques d'usages, collage des dents Vita du commerce dans les alvéoles des bases.

-Ou réalisation de gabarits avec montage complet pour validation en clinique => Essayage esthétique et fonctionnel sur cire.

-Pose des prothèses amovibles complètes,

-Suivi, contrôle et maintenance

Prévention des erreurs :

La réalisation de PAC par méthode numérique permet dans certaines conditions, un gain de temps, néanmoins il est important de garder à l'esprit que le procédé numérique ne doit en aucun cas combler des lacunes techniques de l'opérateur.

À ce jour, cette technique ne dispense pas de la réalisation de certaines étapes conventionnelles, comme surtout ; l'empreinte secondaire et les RIM.

De plus, cette technique est malgré tout relativement complexe et nécessite donc l'aide d'un encadrant pour guider les étudiants dans leurs premiers pas vers le numérique. compte tenu de l'absence de repère sur les bases prothétiques lisses, engendrant une multiplication et superposition d'images.

En effet, à contrario en présence de dents, de calage et d'occlusion fonctionnelle, pour les prothèses partielles amovibles et fixes, les empreintes numériques offrent une réelle efficacité, en terme de reproductibilité et gain de temps, tant clinique que laboratoire.

Également dans la perspective de réalisation de duplicata ou réfection à partir des fichiers numériques enregistrés.

Une des priorités concernant l’empreinte numérique des PAC, est d’éviter les mouvements de va-et-vient superposés, sur des zones difficiles d’accès (bords de prothèses, joint vélo-palatin, double concavité palatine de l’extrados).

Pour cela il s’agit, d’apprendre et de suivre la stratégie de numérisation fournie par le fabricant. Il est préférable de réaliser une première numérisation d’ensemble puis ensuite de combler les manques.(Fig 96)

Il peut s’avérer utile de réaliser au milieu de l’extrados prothétique (lisse et sans repère) un trait de la 6 à la 6 au feutre blanc pour créer un repère facilitant l’acquisition du SIO.(Fig 97)

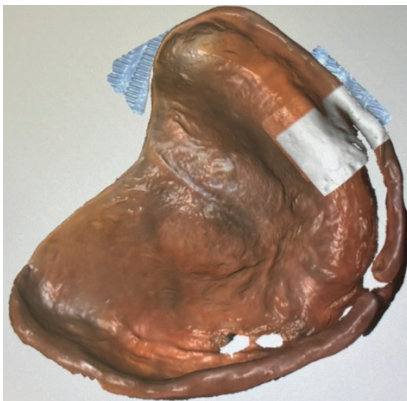


Figure 96 : Numérisation « d’ensemble » avant comble les manques



Figure 97 : Réalisation d’un repère (blanc) afin d’aider le SIO à se repérer lors de la numérisation

Conclusion

Les procédés numériques ne cessent d'investir les thérapeutiques dentaires, offrant un gain de temps et une efficacité avérés, autant pour le praticien et le patient en clinique, que pour la réalisation au laboratoire.

L'empreinte optique, offre également des avantages incontestables en terme de confort pour le patient (temps, et encombrement buccal réduits). À l'heure actuelle en prothèses, son efficacité est parfaitement validée, lors de la conception de prothèses fixes, amovibles partielles ou duplicatas prothétiques ... (par le biais d'impression de modèle en résine).

Cette technologie permet une méthode rapide et précise pour saisir les détails anatomiques, éliminant ainsi les inconvénients des méthodes traditionnelles, tout en assurant un confort accru pour le patient lors de la prise d'empreinte. En outre, elle réduit les risques d'erreurs associés aux techniques classiques, (tirages, manques, bulles, déformations des matériaux, impératifs de temps pour la coulée des modèles), ce qui et simplifie et facilite le travail des techniciens de laboratoire. Son intégration aux réhabilitations bucco-dentaires, représente une avancée significative, combinant efficacité technique et satisfaction du patient dans le domaine de la dentisterie prothétique moderne.

Cependant, l'utilisation des scanners optiques, pour enregistrer l'intégralité des arcades complètement édentées, présente toujours certaines limites, pouvant générer des imprécisions cliniques, difficilement objectivables par le praticien en situation. Elles ne seront révélées qu'à la lecture des fichiers, au laboratoire de prothèse.

Des considérations telles que, l'étendue de la surface d'enregistrement, l'absence de repère sur des surfaces lisses, la succession de concavités et convexités, ainsi que la mobilité des muqueuses d'appui, peuvent complexifier son utilisation, jusqu'à la rendre inutilisable. C'est néanmoins toujours, l'enregistrement de la dépressibilité muqueuse qui constitue, le principal écueil à l'utilisation de ces procédures.

Cependant de nombreux praticiens en cabinet l'utilisent, quotidiennement, pour sa réelle efficacité, lorsqu'ils possèdent une expertise significative, et dans des situations d'édentement total, présentant une muqueuse adhérente et des crêtes osseuses régulières.

Il semble donc important de prédéfinir ; la situation parfaitement exploitable, le type de tissu mais également de connaître les capacités et limites du procédé pour son exploitation optimale.

Bibliographie :

1. Perie B., Defline B., Bohin F., Quelles sont les causes des déformations des empreintes ? Strat. Proth. Février 2005, Vol n°1, pp17-23
2. Lacroix P., Laurent M., Margossian P., Laborde G., Quels sont les critères de choix des portes-empreintes et adhésif ? Strat. Proth., novembre 2004, Vol.4, n°5, pp337-342
3. Lejoyeux J. Prothèse complète. Examen clinique, Matériau et techniques d'empreintes. Tome I. Maloine ; 1979.In.
- 4.F. Chevalley et coll ; Réalisation d'un porte empreinte Individuel d'emblée fonctionnel-. Stratégie prothétique. Nov 2005;5(5).
5. Rao S, Chowdhary R, Mahoorkar S. A Systematic Review of impression Technique for conventional complete denture. J Inidan Prosthodont Soc. 2010;10(2): 105-11
- 6.Hüe O, Berteretche M-V. Prothèse complète, réalité Clinique solution thérapeutiques . Quintessence International. Paris ; 2003.
7. Delcambre T., Picart B., Lefevre C., Mayer G., Koffi N.J.-Édentements sub-totaux : un concept logique d'empreintes primaire et secondaire, Stratégie prothétique avril 2003 . vol 3, n°2
8. Pompignoli M, Doukhan J-Y, Raux D. Prothèse complète Clinique et laboratoire Tome 1 et 2. Edition CdP. 2004. (Guide Clinique).
9. Rignon-Bret C., Rignon-Bret J-M. « Prothèse amovible complète, Prothèse immédiate, Prothèse supra-radiculaires et implantaire » Editions CdP, collection JPIO
10. Collet G, Dabadie M, Fougeret J-M, Pennequin G. Prothèse adjointe complète Une technique un traitement. Editions S.N.P.M.D.
11. AlHelal A, AlRumaih HS, Kattadiyil MT, Baba NZ, Goodacre CJ. Comparison of retention between maxillary milled and conventional denture bases: A clinical study. The Journal of Prosthetic Dentistry. 1 févr 2017;117(2):233-8.
12. Syllabus de Prothèse amovible complète de Nice. V.Pouyssegur
13. Pompignoli M, RAux D, Doukhan J-Y. Prothèse complète clinique et laboratoire. 5^e édition. Paris : Editions Cdp ; 2017.
14. B. Chauvel, Y-L Turpin. Les matériaux à empreinte (Internet). 2010 (cité 30 sept 2018).
15. Hack G, Liberman L, Vach K, Tchorz JP, Kohal RJ, Patzelt SBM. Computerized optical impression making of edentulous jaws – An in vivo feasibility study. Journal of Prosthodontic Research. oct 2020;64(4):444-53.
16. Goodacre BJ, Goodacre CJ. Using Intraoral Scanning to Fabricate Complete Dentures: First Experiences. International Journal of Prosthodontics. 3 avr 2018;31(2):166-70.
- 17.Schneider C, Finelle G, Gallucci GO. L'organisation du flux numérique en dentisterie. :15.
18. Boitelle P, Pacquet W, Tapie L. HISTORIQUE ET PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT DU SCANNER INTRA-ORAL. 2021;8.
- 19.Le livre blanc »le traitement de l'édenté total, Un consensus pour un bon usage des prothèses amovibles complètes. Information dentaire, GSK

20. Livre blanc « une communication efficace comme outil essentiel en prothèse amovible complète ». Information dentaire, Haleon 2024
21. Descamp F, Fages M. La CFAO en Odontologie les bases, les principes et les systèmes. Malakoff: Editions CdP; 2016.
22. Duret F, Pélissier B. Différentes méthodes d’empreinte en CFAO dentaire. *Encycl Méd-Chir-Médecine Buccale*. 2011;[28-678-C-10].
23. Revilla-Léon M, Kois JC. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans. Part 1: operator factors. *J Esthet Restor Dent*. 2023;35(1):230-40
24. Revilla-Léon M, Kois JC. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans. Part 2: patient factors. *J Esthet Restor Dent*. 2023;35(1):241-49
25. Conférence Vita à la faculté d’odontologie de Nice. Faucon D 2023-09.
- 26 : Infante L, Yilmaz B, Mcglumphy E, Finger I. Fabricating complete dentures with CAD/CAM technology. *J Prosthet Dent*. 2014 May; 111(5):351-5. Doj: 10.1016/j.
27. Site internet Vita.
28. Prothèses amovibles totales numériques avec Vita Vionic Vigo. *Tech.Dent N°420-12/2021*
29. Manuel d’utilisation Trios 3Shape. 2021
30. Fajri L, Bendfidil F, Merzouk N, El Mohtarim B, Abdedine A. Diagnostic et gestion des lésions des muqueuses d’origines prothétique chez l’édenté complet. *Actual Odonto-Stomatol*. 2008 ;(243) :225-38
31. Pompignoli M, J-Y Doukhan, D. Raux, Prothèse complète-Clinique et Laboratoire CdP. ;2021.In
32. Alhaji MN, Khalifa N, Abduo J, Amran AG, Ismail IA. Determination of occlusal vertical dimension for complete dentures patients: an updated review. *Journal of Oral Rehabilitation*. nov 2017;44(11):896-907.
33. Pompignoli M., Voisin P-M. Le traitement de l’édentement total. (Le livre Blanc)
34. 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.
35. Louis JP, Chevalley F, Helfer M, Vaillant Corry AS. Traiter l’édenté total. Paris : Espace ID ; 2016. 334 p.
36. Itic A, Braud A, Berteretche MV. Quelques clés pour réussir une prothèse complète à la mandibule. *Stratégie prothétique*. 2018;18(2): 111-121.
37. Kamina P, Renard M. Anatomie, introduction à la clinique : articulation temporo- mandibulaire et dents. Paris: Maloine; 1994.
38. Demirjian A, Buschang PH, Tanguay R, Patterson DK. Interrelationships among measures of somatic, skeletal, dental, and sexual maturity. *Am. J. Orthod. Dentofacial. Orthop*. 88 (1985) 433-438.
39. Frank H. Netter M. Atlas of Human Anatomy. Elsevier Inc.; 2013
40. Raybaud H, Voha C, Delebarre H. Dermatologie buccale – Aide au diagnostic des lésions de la muqueuse orale basée sur des critères cliniques [Internet]. [cité 29 janv 2022].

41. Kamina P. Anatomie, introduction à la clinique : muscles, vaisseaux, nerfs et viscères. Paris: Maloine; 1996.
42. Savignat M. Bases anatomiques en chirurgie orale. 2019; Université de Lille.

Serment d'Hippocrate

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate,

Je promets et je jure, au nom de l'Être Suprême, d'être fidèle aux lois de l'Honneur et de la probité dans l'exercice de La Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui se passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon Devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'Humanité.

Respectueux et reconnaissant envers les Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses,

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.



Approbation – Improbation

Les opinions émises par les dissertations présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, sans aucune approbation ou improbation de la Faculté de Chirurgie dentaire (1).

Lu et approuvé,

Vu,
Nice, le

Le Président du jury,

Le Doyen de la Faculté de
Chirurgie Dentaire d'UCA

Professeur

Professeur Laurence LUPI

(1) Les exemplaires destinés à la bibliothèque doivent être obligatoirement signés par le Doyen et par le Président du Jury.

Thèse présentée par Jules Verdino le 11 juin 2024 à Nice

Les limites de l'alternative numérique en prothèse amovible complète ; Applications cliniques à l'Institut de Médecine Bucco-Dentaire de Nice

Thèse : Chirurgie Dentaire, Nice, 2024, n°42-57-23-52

Directeur de thèse : Dr Pouyssegur Valérie

Mots-clés : Prothèse amovible complète, empreinte numérique, scanner optique

Résumé:

Le patient souffrant d'édentement total demeure une condition clinique toujours courante de nos jours. Dans le traitement de cette situation, la prise d'empreinte demeure l'un des éléments principaux pour la réalisation d'une prothèse amovible complète conventionnelle. Cependant, avec l'avènement des caméra optique, la question se pose quant à une éventuelle évolution dans la prise d'empreinte des arcades édentées.

Cette thèse vise à examiner les spécificités anatomiques et physiologiques des tissus de soutien pour définir les caractéristiques de cette prothèse.

Elle explore également les limites et les possibilités offertes par les scanners intra-oraux dans la réalisation de prothèses amovibles complètes, afin de déterminer leur viabilité clinique.