



**HAL**  
open science

# Optimisation numérique du montage des dents chez un patient édenté complet avec glossectomie partielle : rapport de cas

Mathieu Pierre Quentin Carrière Saint-Martin

## ► To cite this version:

Mathieu Pierre Quentin Carrière Saint-Martin. Optimisation numérique du montage des dents chez un patient édenté complet avec glossectomie partielle : rapport de cas. Sciences du Vivant [q-bio]. 2024. dumas-04408844

**HAL Id: dumas-04408844**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04408844v1>**

Submitted on 22 Jan 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.

**U.F.R D'ODONTOLOGIE**

Année 2024

Thèse n° 06

THESE POUR L'OBTENTION DU  
**DIPLOME D'ETAT de DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE**

Présentée et soutenue publiquement

Par CARRIÈRE SAINT-MARTIN, Mathieu Pierre Quentin

Née le 23/02/1996 à MARMANDE

Le 11 janvier 2024

**OPTIMISATION NUMÉRIQUE DU MONTAGE DES DENTS  
CHEZ UN PATIENT ÉDENTÉ COMPLET AVEC  
GLOSSECTOMIE PARTIELLE : RAPPORT DE CAS**

Sous la direction du Dr Adrien NAVEAU

Membres du jury :

Président : Raphaël DEVILLARD, Professeur Universitaire - Praticien Hospitalier  
Directeur : Adrien NAVEAU, Maître de Conférence Universitaire - Praticien Hospitalier  
Rapporteur : Christophe BOU, Maître de Conférence Universitaire - Praticien Hospitalier  
Assesseur : Guillaume CRESTE, Praticien Hospitalier

# UNIVERSITE DE BORDEAUX

MAJ  
01/01/2023

**Président** M. LEWIS Dean  
**Directeur de Collège des Sciences de la Santé** M. PELLEGRIN Jean-Luc

## COLLEGE DES SCIENCES DE LA SANTE UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE DES SCIENCES

**Directrice** Mme BERTRAND Caroline 58-01  
**Directeur Adjoint à la Pédagogie** M. DELBOS Yves 56-01  
**Directeur Adjoint – Chargé de la Recherche** M. CATROS Sylvain 57-01  
**Directeur Adjoint – Chargé des Relations Internationales** M. SEDARAT Cyril 57-01

### ENSEIGNANTS DE L'UFR

#### PROFESSEURS DES UNIVERSITES

Mme	Caroline	BERTRAND	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Marie-José	BOILEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Sylvain	CATROS	Chirurgie orale	57-01
M.	Raphaël	DEVILLARD	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Bruno	ELLA NGUEMA	Sciences anatomiques et physiologiques - Biomatériaux	58-01
M.	Jean- Christophe	FRICAIN	Chirurgie orale	57-01

#### MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

Mme	Elise	ARRIVÉ	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Audrey	AUSSEL	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
Mme	Cécile	BADET	Biologie Orale	57-01
M.	Etienne	BARDINET	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Michel	BARTALA	Prothèse dentaire	58-01
M.	Cédric	BAZERT	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Christophe	BOU	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Sylvie	BRUNET	Chirurgie orale	57-01
M.	Jacques	COLAT PARROS	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M,	Jean- Christophe	COUTANT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	François	DARQUE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	François	DE BRONDEAU	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Yves	DELBOS	Odontologie pédiatrique	56-01
M,	Emmanuel	D'INCAU	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Mathilde	FENELON	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Hélène	FRON-CHABOUIS	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Elsa	GAROT	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Dominique	GILLET	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Olivia	KEROUREDAN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Jean-François	LASSERRE	Prothèse dentaire	58-01
M.	Yves	LAUVERJAT	Parodontologie	57-01
M.	Adrien	NAVEAU	Prothèse dentaire	58-01

M.	Philippe	POISSON	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
M.	Patrick	ROUAS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	François	ROUZÉ L'ALZIT	Prothèse dentaire	58-01
M.	Johan	SAMOT	Biologie Orale	57-01
Mme	Maud	SAMPEUR	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Cyril	SEDARAT	Parodontologie	57-01
Mme	Rawen	SMIRANI	Parodontologie	57-01
Mme	Noélie	THEBAUD	Biologie Orale	57-01
M.	Eric	VACHEY	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01

#### **PRATICIENS HOSPITALIER-UNIVERSITAIRE**

M.	Pierre-Hadrien	DECAUP	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Julia	ESTIVALS	Odontologie pédiatrique	56-01

#### **AUTRES ENSEIGNANTS**

M.	Maxime	BOITEAUD	CDD 2e degré Santé publique	56-02
----	--------	----------	-----------------------------	-------

#### **CCU-AH (Chefs de Clinique Universitaire - Assistant des Hôpitaux)**

M.	Adrien	AMELINE	Orthopédie dento-faciale	56-02
M.	William	AUMAILLEY	Prothèse dentaire	58-01
M.	Baptiste	BERGES	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Virginie	CHUY	Prévention épidémiologie – Economie de la santé – Odontologie légale	56-02
Mme	Diane	DELADRIERE	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Mathieu	DELOLME	Parodontologie	57-01
M.	Quentin	DESPERIEZ	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Laura	DONNET	Biologie Orale	57-01
Mme	Laurie	FUCHS	Odontologie pédiatrique	56-01
M.	Joran	GARDIN	Parodontologie	57-01
M.	Paul	GIRARDEAU	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	Pierre-André	GUILLAUD	Parodontologie	57-01
M.	Louis	HUAULT	Sciences anatomiques et physiologiques	58-01
M.	Jean-Baptiste	IRIBARREN	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Aymeric	JOUBERT DU CELLIER	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Sarah	KAWCHAGIE	Prothèse Dentaire	58-01
Mme	Camille	LACAULE	Orthopédie dento-faciale	56-01
M.	Xavier	LAGARDE	Chirurgie Orale	57-01
M.	Clément	LEBRET	Chirurgie Orale	57-01
Mme	Mathilde	LEVRIER	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Léa	MASSE	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Chiara	PASCALI	Prothèse dentaire	58-01
Mme	Imane	RAMDANI	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
Mme	Ana	RIBEIRO MAGALHES	Odontologie pédiatrique	56-01
Mme	Florianne	VILLAT	Dentisterie restauratrice et endodontie	58-01
M.	Clément	VACHEY	Odontologie conservatrice – Endodontie	58-01

## Remerciements

### À notre Président de thèse

Monsieur le Professeur Raphaël DEVILLARD  
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier  
Sous-section Dentisterie restauratrice et endodontie            58-01

*Je vous remercie de m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury.*

*Merci pour votre gentillesse et pour nos précieux échanges tout au long de mon internat en médecine bucco-dentaire.*

*Veillez trouver dans ce travail, le témoignage de ma vive reconnaissance et mon profond respect.*

### À notre Directeur de thèse,

Monsieur le Docteur Adrien NAVEAU  
Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier  
Sous-section Prothèse dentaire            58-01

*Je tiens à vous remercier de m'avoir proposé ce sujet et ainsi accepté avec enthousiasme d'être sous la direction de cette thèse.*

*Merci pour votre aide, vos conseils et votre implication tout au long de l'élaboration de ce travail.*

*Je vous suis très reconnaissant vis-à-vis de votre disponibilité et de votre sympathie qui m'ont beaucoup apporté au cours de mes années successives à l'Hôpital Saint-André.*

*Veillez trouver dans ce travail le témoignage de ma gratitude et de mon plus grand respect.*

À notre Rapporteur de thèse

Monsieur le Docteur Christophe BOU

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Sous-section Prévention épidémiologie – Économie de la santé – Odontologie légale 56-02

*Je tiens à vous remercier d'avoir accepté de corriger ce travail et de faire partie intégrante de mon point final dans ma formation à l'Université de Bordeaux.*

*Merci pour vos précieux conseils, pour votre gentillesse et pour ces moments partagés à l'Hôpital Saint-André.*

*Veillez trouver dans ce travail le témoignage de ma gratitude et de mon plus grand respect.*

À notre Assesseur de thèse

Monsieur le Docteur Guillaume CRESTE

Praticien Hospitalier (CHU Limoges)

*Je vous remercie d'avoir accepté de participer à ce jury de thèse.*

*Ce travail est l'occasion de vous remercier pour votre gentillesse, votre disponibilité et votre bienveillance dont vous avez fait preuve au cours de mon passage au CHU de Limoges.*

*Ces moments à travailler ensemble ont été riches d'enseignement et resteront de très bons souvenirs.*

*Vous trouverez dans ce travail l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.*

**À ma maman**, merci pour ce que tu m'as apporté, pour la bonne éducation que tu as su m'inculquer et pour ces valeurs que tu as su me transmettre. Si j'en suis arrivé jusque-là, c'est grâce à toi, ton courage et ton investissement. Te remercier ne sera jamais à la hauteur de tous les sacrifices que tu as fait pour moi.

**À mon papa**, merci pour ce soutien, cette confiance et cet amour tout au long de ma vie et de mes études malgré la distance. Merci d'être présent et de m'accompagner dans tous mes projets. Je ne peux être que reconnaissant de tout ce que j'ai et qui m'a permis d'en être là aujourd'hui.

**À mes grands-parents (Pierrette, Janine, Jacquy et Georges)** qui ont toujours été là pour moi. Merci pour votre amour, merci de m'avoir soutenu depuis toujours et merci de m'avoir transmis vos belles valeurs. Je vous aime.

**À toute ma famille (CARRIERE et SAINT-MARTIN)**, merci de m'accompagner depuis toutes ces années. Vous avoir à mes côtés est un bonheur inestimable et une immense richesse.

**À Margaux**, merci d'être là et de me faire sentir chaque jour comme l'homme le plus chanceux. Tu ne cesses de me surprendre avec tout ce que tu peux faire et tout ce que tu peux accomplir. Merci pour cet amour, ce bonheur et ces projets qui rendent la vie tellement belle et me poussent à toujours plus me dépasser.

**À la famille LIOTARD**, merci de m'avoir si bien accueilli dans votre famille et pour tous ces merveilleux moments partagés. Je suis très heureux d'avoir intégré votre jolie famille.

**À Baptiste**, et aux merveilleux moments passés entre Marmande et Bordeaux. Souvenir d'un confinement respecté à la lettre, de nos matchs de foot du dimanche et de nos parties d'Escape Game au 100% de réussite.

**À Lucas**, et aux bons souvenirs de ces années de colocation à Larminat. On peut enfin dire que nous sommes arrivés au bout du chemin de nos longues études. Je crois qu'on peut profiter de ce verre de Danao sur le balcon en écoutant « A Sky Full Of Stars ».

À **Mathilde**, et à tous ces moments passés ensemble à la faculté, au tutorat, à l'hôpital et ailleurs que ce soit en tutu rose pour faire un twerk ou en pirate pour un appel téléphonique dans un Carrefour.

À **Adrien**, et aux très bons moments passés à Saint-André, à Albi ou en soirée Woodstock. On s'en souviendra longtemps et dans le cas où tu ne saurais toujours pas, non, je ne veux pas de ce cigarillo.

À **Louise et Bérangère**, merci pour ces soirées du jeudi soir pour leurs anecdotes et les commandes à aller chercher à d'autres adresses.

À **Solène et Karl**, pour ces sandwichs en bas du PQR à ressasser les mésaventures de la journée et ces jours de chasse aux poï'z. Mais quand finira-t-on Terra Aventura ? Si seulement c'était possible de la finir un jour (mais j'y crois).

À **Joran et Simon**, que j'ai croisé pour la première fois dans les couloirs de Saint-André avec leur blouse d'interne et avec qui j'ai rapidement sympathisé pour une belle amitié jusqu'à vibrer pendant la dernière coupe du monde.

À **tous mes amis de Marmande et de Bordeaux**, ce sont souvent des petits moments qui paraissent banals qui créent les meilleurs souvenirs lorsque l'on est avec les bonnes personnes. Merci d'ajouter de la valeur aux moments que nous avons passés ensemble.

À **l'ensemble des internes et anciens internes bordelais de nature ou d'adoption (Joran, Simon, Sarah, Matthieu, Adrien, Mathilde, Solène, Rosa, Théo, Devit, Théo, Jade, Jérémy, Lélia, Xavier, Chloé, Emma, Clément, Quentin, Berkand, Camille, Joséphine, Clara, Thibault, Sarah, Claire, Edouard, Julie, Aude, Sarah, Clarisse, Caroline, Adrien)**, merci pour ces années hospitalières rendant le temps encore plus rapide. Merci pour ces anecdotes, ces aides précieuses, ces fous rire et ces moments de partage tous ensemble autour d'un café au relais H ou autour d'un verre.

**Au Dr Francisco ARROYO MOYA et au Dr Carlos MATEZANS**, un grand merci de m'avoir accueilli comme stagiaire que ce soit pendant ou avant mes études en odontologie. Merci pour votre considération et votre sympathie. Je tiens à vous manifester toute ma reconnaissance et mon profond respect.

**Au Dr Jean-Jacques BOUTONNET**, merci pour ces premiers moments en dentaire dans votre cabinet et pour ces petits malaises dans le couloir dont je ne voyais pas le bout.

**À l'ensemble des enseignants et ceux qui m'ont accompagné durant l'ensemble de ma formation su Xavier Arnoz, Limoges, Saint-André ou encore Pellegrin**, merci pour votre accompagnement et vos conseils au cours de mes années d'étude. Je vous remercie infiniment de m'avoir transmis vos connaissances et de m'avoir donné goût à ce métier.

**Aux personnels paramédicaux (Xavier Arnoz, Limoges, Saint-André et Pellegrin)**, merci pour votre gentillesse, votre bonne humeur, votre bienveillance et votre aide précieuse dans mon travail en sein des différents hôpitaux.

## **Liste des abréviations**

ATM : Articulation Temporo-Mandibulaire

CAO : Conception Assistée par Ordinateur

CFAO : Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur

EMG : ÉlectroMyoGraphie

FAO : Fabrication Assistée par Ordinateur

FDA : Food and Drug Administration (agence fédérale américaine des produits de santé)

HPV : Human PapillomaVirus (virus du papillome humain)

OIM : Occlusion d'Intercuspidie Maximale

PEI : Porte-Empreinte Individuel

RIM : Relation Inter-Maxillaire

TNM : Tumor - Node - Metastasis (tumeur - adénopathie - métastase)

# Table des matières

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	<b>4</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b> .....	<b>9</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>11</b>
<b>I. GENERALITES</b> .....	<b>13</b>
A. CANCERS DE LA LANGUE .....	13
1. <i>Pathologie</i> .....	13
2. <i>Épidémiologie</i> .....	13
3. <i>Facteurs de risque</i> .....	15
4. <i>Symptômes</i> .....	16
5. <i>Diagnostic</i> .....	16
6. <i>Prise en charge</i> .....	17
7. <i>Répercussions oro-fonctionnelles de la prise en charge par glossectomie</i> .....	17
B. GESTION DE LA STABILITE PROTHETIQUE CHEZ L'EDENTE COMPLET .....	23
1. <i>Facteurs morphologiques</i> .....	23
2. <i>Facteurs musculaires</i> .....	24
3. <i>Facteurs occlusaux</i> .....	26
C. OUTILS NUMERIQUES D'ENREGISTREMENT ET D'ANALYSE DES DONNEES NEURO-MUSCULO-CINETIQUES	28
1. <i>Électromyographie de surface</i> .....	28
2. <i>Cinématique mandibulaire</i> .....	29
3. <i>Ces outils et leurs limites</i> .....	31
<b>II. RAPPORT DE CAS</b> .....	<b>32</b>
A. ANALYSE DU CAS .....	32
1. <i>Bilan médical</i> .....	32
2. <i>Examen clinique</i> .....	32
3. <i>Décision thérapeutique</i> .....	34
B. ÉTAPES CLINIQUES DE TRAITEMENT.....	34
C. ÉTAPES CFAO AU LABORATOIRE .....	37
1. <i>Conception assistée par ordinateur</i> .....	37
2. <i>Fabrication assistée par ordinateur</i> .....	38
D. ANALYSE ET COMPARAISON NEURO-MUSCULO-CINETIQUE DES ESSAYAGES .....	40
1. <i>Protocole MAC2</i> .....	40
2. <i>Données musculaires</i> .....	41
3. <i>Données cinétiques</i> .....	47
4. <i>Choix de l'essayage de référence et prothèses d'usage</i> .....	50
<b>III. DISCUSSION</b> .....	<b>51</b>
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>56</b>
<b>TABLE DES TABLEAUX</b> .....	<b>57</b>
<b>TABLE DES FIGURES</b> .....	<b>58</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>59</b>

## Introduction

La langue représente 40 à 50 % des localisations du cancer buccaux (1). Une fois le diagnostic de carcinome lingual posé, l'ablation chirurgicale de la tumeur souvent accompagnée de l'exérèse des zones environnantes (marges de sécurité) est l'une des options thérapeutiques les plus fréquentes. La glossectomie fait partie de ces prises en charge chirurgicales. Celle-ci entraîne une résection partielle ou totale de la langue et peut être associée à des thérapies complémentaires telles que la radiothérapie et/ou la chimiothérapie (2,3). Une intervention chirurgicale de type glossectomie qu'elle soit partielle ou totale entraîne de lourdes conséquences sur le plan fonctionnel : troubles de l'élocution, difficultés à contrôler le bol alimentaire pendant la mastication et la déglutition et salivation incontrôlée (4–7). Ces patients se retrouvent dans des situations bucco-dentaires complexes avec dans la quasi-totalité des cas des édentements multiples et même dans des situations d'édentement complet pour un grand nombre. Ces situations accentuent d'autant plus les problèmes fonctionnels de ces derniers.

Sans implant dentaire, le pronostic de la réhabilitation prothétique chez les patients édentés complets ayant subi une glossectomie est médiocre (8). En effet, la qualité et la quantité de la surface d'appui disponible limitent le support prothétique. De plus, l'absence de salive combinée à une anatomie irrégulière des tissus mous peut compromettre l'étanchéité périphérique nécessaire à la rétention prothétique. Ainsi, dans ce contexte de déséquilibre neuro-musculaire, la stabilisation prothétique repose principalement sur des facteurs occlusaux. Lorsque l'espace prothétique est modifié, une disposition physiologique des dents dans le couloir défini par les joues ou les lèvres et la langue contribue à équilibrer les pressions tissulaires sur les surfaces polies prothétiques (9–12). Ce couloir prothétique correspond à la zone neutre et est garante de la stabilisation prothétique d'autant plus dans des situations cliniques musculo-fonctionnelles atypiques. En ce sens, différents montages dentaires peuvent être choisis, et ce choix aura un impact sur l'activité musculaire.

L'équilibre musculaire est d'une importance primordiale pour restaurer une fonction masticatoire efficace (13). Ce paramètre peut être évalué par des techniques d'électromyographie de surface qui enregistrent la force, le tonus et l'activité musculaire. Certains protocoles ont été décrits dans le contexte spécifique des prothèses maxillo-faciales, en particulier chez les patients ayant subi une mandibulectomie, afin de fournir une analyse neuromusculaire et cinétique (14,15). Les mesures peuvent être effectuées avant, pendant et

après le traitement prothétique. La réalisation de différents essais ainsi que la comparaison de ces différentes configurations dentaires est intéressant sur le plan neuro-musculo-fonctionnel afin de mieux appréhender notre choix thérapeutique. Cependant, cela entraîne un surcoût de production du fait de la nécessité de réalisation d'essais rigides afin d'enregistrer la fonction de manière fiable.

L'hypothèse de cette thèse était de montrer l'apport des outils numériques disponibles dans l'optimisation du montage des dents chez les patients édentés ayant subi une glossectomie partielle. Cette thèse s'est articulée autour d'un cas clinique, dont l'objectif était de décrire l'utilisation d'une empreinte piézographique associée à des outils de conception et de fabrication assistées par ordinateur (CAD-CAM) pour la mise en place des dents et de décrire l'utilisation d'outils numériques pour les analyses neuro-musculo-cinétiques.

# **I. Généralités**

## **A. Cancers de la langue**

### **1. Pathologie**

Le cancer, également connu sous le nom de tumeur maligne ou néoplasme, a été décrit pour la première fois par Hippocrate (460 avant J.C. - 370 avant J.C.) comparant une tumeur à un crabe. Cette comparaison fut justifiée par l'aspect en prolongements de certaines tumeurs rappelant de cette manière les pattes du crustacé. Le philosophe et médecin grec donna ainsi à la pathologie, les noms grecs de « karkinos » et « karkinoma » (16). Aujourd'hui, l'OMS définit le cancer comme « un groupe de maladies qui peuvent apparaître dans presque tous les organes ou tissus du corps, lorsque des cellules anormales se développent de manière incontrôlée et se répandent au-delà de leurs limites habituelles pour envahir des régions voisines du corps et/ou se propager à d'autres organes » (17).

Ainsi, ces cellules cancéreuses vont se multiplier pour former une tumeur pouvant devenir visible et palpable. D'abord, localisées dans la zone de primo-développement, les cellules anormales peuvent migrer dans les ganglions lymphatiques (cellules du système immunitaire qui combattent les agressions extérieures) puis pouvant, dans les cas les plus sévères, migrer vers d'autres organes à distance. C'est ce que l'on nomme des métastases (16).

Les cancers de la cavité buccale font partie de la famille des cancers des voies aérodigestives supérieures. Ces types de cancer peuvent se développer au niveau des lèvres, des joues, des gencives, de la langue, du plancher lingual, du palais, des fosses nasales, des sinus, du pharynx ou encore du larynx. Au niveau de la langue, ces cancers peuvent affecter la partie mobile de la langue et la base de la langue. Ces cancers sont pour la plupart diagnostiqués trop tardivement réduisant ainsi les chances de guérison (18).

### **2. Épidémiologie**

En France métropolitaine en 2018, le cancer des voies aérodigestives supérieures est le 4<sup>ème</sup> cancer le plus fréquent chez l'homme et le 10<sup>ème</sup> chez la femme avec des taux de mortalité placé au 7<sup>ème</sup> rang chez l'homme et au 11<sup>ème</sup> rang chez la femme (19). Parmi ces cancers, la

localisation linguale est très fréquente puisqu'elle concerne 40 à 50 % des cancer de la cavité buccale (1).

On estime à 4 677 le nombre annuel de nouveaux cas de cancer de la cavité buccale (incidence) en 2018 en France métropolitaine. La majorité des patients atteints de ce type de cancer sont des hommes (66 % soit 2 patients sur 3) même si le nombre de cas femme a tendance à augmenter. Chez l'homme, on note malgré tout une réduction d'environ 25 % du nombre annuel de nouveaux cas de cancer de la cavité buccale entre 1990 et 2018 en passant de 4 168 à 3 106. À l'inverse chez la femme, on évalue à 1 571 le nombre annuel de nouveaux cas en 2018 contre 708 en 1990 correspondant à une augmentation d'environ 120 % (20).

Respectivement chez l'homme et chez la femme, l'âge médian de diagnostic de cancer de la cavité buccale est de 62 ans et 66 ans avec une nette augmentation de l'incidence des cas à partir de 40 ans. En ce qui concerne le taux d'incidence selon la classe d'âge, la progression est plus importante chez l'homme que chez la femme mais dans les deux cas les courbes d'incidence montrent un pic de nouveaux cas entre 60 et 64 ans. A partir de 65 ans, chez l'homme on note une décroissance progressive tandis que chez la femme, on observe un certain plateau stable. En ce qui concerne le taux de mortalité selon la classe d'âge, la progression est également plus importante chez l'homme que chez la femme. Cette progression est constante dans les deux cas même si on peut noter une légère diminution entre 65 et 80 ans chez l'homme avant une reprise de l'augmentation de la mortalité (19).

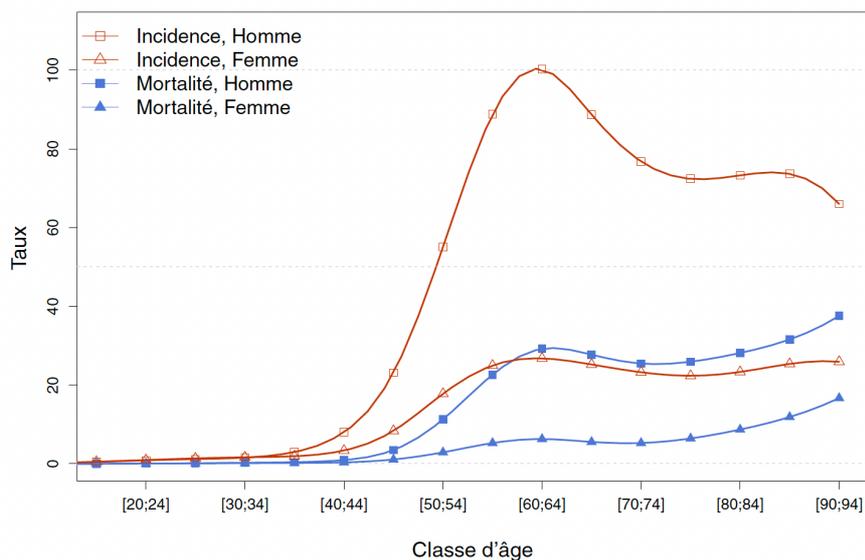


Figure 1 : Taux d'incidence et de mortalité selon la classe d'âge en France métropolitaine en 2018 des cancers de la cavité buccale (20)

Dans le monde en 2020, on décompte 377 713 de nouveaux cas de cancers oraux dont 264 211 d'hommes et 113 502 de femmes. Au niveau des décès dus à cette pathologie, on en dénombre 177 757 dont 125 022 d'hommes et 52 735 de femmes (21). Ces taux d'incidence et de mortalité sont variables selon les pays. Ainsi, notons que les plus forts taux d'incidence normalisé selon l'âge pour 100 000 personnes sont présents en Papouasie-Nouvelle-Guinée, en Inde, au Sri Lanka et au Pakistan (22) qui met en évidence des populations à forte consommation de noix de bétel, appelée aussi noix d'arec (23).

### 3. Facteurs de risque

Plusieurs facteurs sont à mettre en cause dans ce type de pathologie, notamment tout ce qui incombe à la sphère buccale mais les deux principaux facteurs de risque sont le tabac et l'alcool qui, combinés, n'additionnent pas les risques mais les multiplient. On parle alors d'effet synergique (24).

Parmi les autres facteurs de risque, nous pouvons citer :

- L'alimentation : pauvre en fruits et légumes et riche en viande rouge, en produits transformés et salés (25,26)
- L'exposition aux ultra-violets, dans le cadre d'expositions excessives surtout dans les cas de cancer des lèvres
- La consommation de cannabis, de marijuana, de noix de bétel (23)
- Les lésions à potentiel malin (27) : leucoplasie, carcinome verruqueux, leucoplasie proliférative verruqueuse, lichen plan, chéilite actinique, érythroplasie, fibrose orale sous-muqueuse, lésion palatine du fumeur à rétro, lupus érythémateux
- Les plaies traumatiques chroniques responsables d'ulcérations itératives
- Le virus du papillome humain (HPV 16 et 18), qui est le plus impliqué dans la carcinogenèse orale (28,29)
- Les antécédents individuels et/ou familiaux de cancer
- Les troubles héréditaires
- La présence d'un système immunitaire affaibli (immunodépression) suite à une greffe d'organe (réaction du greffon contre l'hôte) ou la prise d'immunosuppresseurs dans le cadre de pathologie inflammatoire auto-immune (30)

#### 4. Symptômes

Les cancers de la langue peuvent se présenter sous différentes formes lésionnelles : érythroplasique ou leuco-érythroplasique pour les tumeurs débutantes et ulcéreuse, végétante ou ulcéro-végétante pour les tumeurs évoluées. Les symptômes révélateurs sont une gêne endo-buccale de plusieurs semaines avec présence d'adénopathies, de douleurs croissantes et d'induration. Des signes accompagnateurs peuvent coexister : mobilité dentaire, saignement au contact, dysphagie, odynophagie, otalgie, paresthésie labiale, protraction linguale déviée, trismus, halitose, hypersalivation, difficulté phonétique et fixité tumorale (31,32).

#### 5. Diagnostic

Lors de la suspicion d'un cancer de la langue, l'examen qui permettra de confirmer ce diagnostic est la biopsie pour analyse anatomo-pathologique. Ainsi, lors de l'obtention du diagnostic positif définitif, un bilan pré-thérapeutique est effectué (31). Il combine :

- Bilan sanguin pour un bilan général du patient
- Bilan d'extension régionale :
  - Panoramique pour un bilan bucco-dentaire
  - Tomodensitométrie cervico-faciale et pulmonaire pour préciser l'extension tumorale et rechercher des adénopathies
  - IRM pour préciser l'envahissement des parties molles
- Bilan d'extension générale avec TEP scan pour rechercher d'éventuelles métastases
- Panendoscopie (œsophagoscopie, laryngoscopie, bronchoscopie) pour rechercher des localisations synchrones

Ainsi, à la suite du recueil de l'ensemble des informations nécessaires au diagnostic, la tumeur peut être classée selon le système international de classification des tumeurs malignes appelé la classification T.N.M = Tumor.Node.Metastasis (33,34) :

- T pour la taille de la tumeur correspondant à l'extension locale du cancer :
  - T0 = pas de signe de tumeur décelable
  - Tis = carcinome in situ
  - T1 = tumeur  $\leq$  2 cm
  - T2 = tumeur entre 2 et 4 cm
  - T3 = tumeur > 4 cm
  - T4 = tumeur envahissant les structures adjacentes (os, cartilage, peau, muscle)

- N pour l'atteinte par les cellules cancéreuses des ganglions lymphatiques correspondant à l'extension loco-régionale du cancer :
  - N0 = pas d'adénopathie
  - N1 = adénopathie homolatérale  $\leq 3$  cm
  - N2 = adénopathie entre 3 et 6 cm (N2a pour adénopathie homolatérale unique / N2b pour adénopathies homolatérales multiples / N2c pour adénopathies bilatérales ou controlatérales)
  - N3 = adénopathie  $> 6$  cm
- M pour la présence de métastases dans d'autres régions de l'organisme correspondant à l'extension à distance :
  - M0 = pas de métastase
  - M1 = métastase à distance

Le diagnostic fondé sur cette classification permet ainsi d'entreprendre la thérapeutique la plus adaptée pour le patient.

## 6. Prise en charge

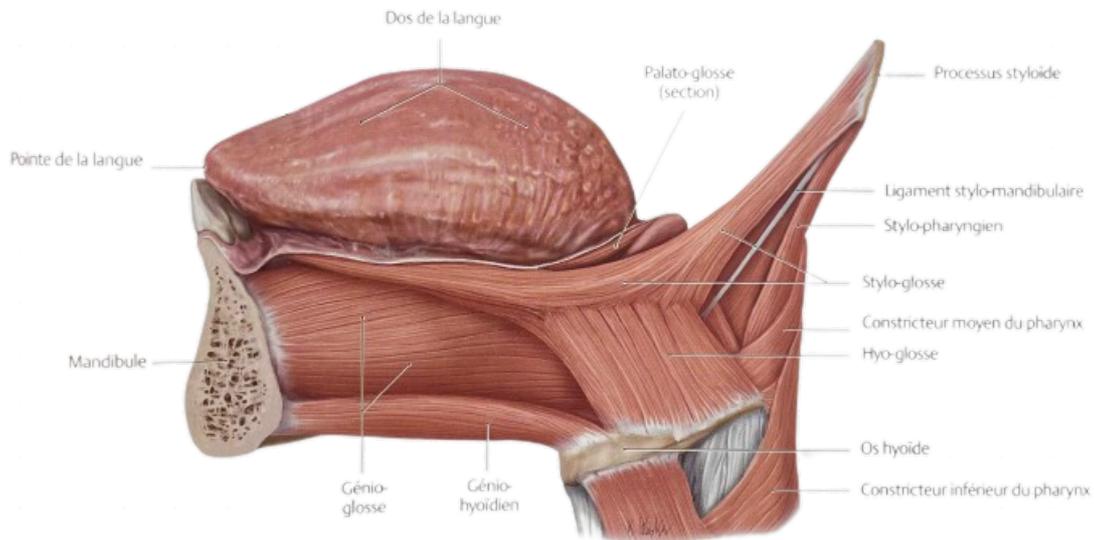
À la suite du diagnostic de cancer lingual, une réunion de concertation pluridisciplinaire est mise en place. Elle réunit les différents professionnels de santé en charge du patient : chirurgien ORL, chirurgien maxillo-facial, oncologue, radiothérapeute, anatomo-pathologiste, chirurgien-dentiste. Cette concertation permet d'établir une prise en charge globale du patient permettant d'accompagner au mieux le patient dans son traitement. Parmi les thérapeutiques utilisées dans ce cadre et qui ont pour objectif l'élimination tumorale, on retrouve la chirurgie, la radiothérapie et la chimiothérapie. Ces traitements peuvent être instaurés seuls ou combinés en fonction des cas afin d'obtenir une meilleure efficacité clinique (2).

## 7. Répercussions oro-fonctionnelles de la prise en charge par glossectomie

### a) Anatomie de la langue et fonctions

La langue est un organe à la fois musculaire et muqueux composée de 17 muscles. Celle-ci peut être séparée en 2 parties avec une partie mobile qu'on appelle le corps de la langue correspondant aux 2/3 antérieurs de la langue et une partie fixe correspondant au 1/3 antérieur appelée la base de la langue. La face ventrale de la langue est en continuité avec la muqueuse

du plancher lingual tandis que sa face dorsale fait face à la voute palais. Cette face dorsale accueille également les différentes papilles gustatives : caliciformes, filiformes, fungiformes et foliées (ces dernières étant plutôt localisées au niveau des bords latéraux). Mise à part la mission gustative de la langue, celle-ci présente également d'autres fonctions essentielles que sont la déglutition, la phonation et la mastication.



*Figure 2 : Muscles de la langue (35)*

*b) Physiologie et troubles de la déglutition*

La déglutition représente l'action d'avalier. Ce mécanisme réflexe se produit environ 1000 fois par jour et permet le passage de la salive ou du bol alimentaire de la bouche vers la suite du tractus digestif (pharynx, œsophage et estomac).

Les traitements des cancers oraux peuvent affecter de manière conséquente la fonction de déglutition. Plusieurs facteurs peuvent être entraînés des conséquences sur la fonction de déglutition. Le principal facteur de ces troubles de déglutition chez les patients atteints de cancer de la bouche et de l'oropharynx ayant eu une intervention chirurgicale est l'étendue de la résection chirurgicale et plus particulièrement, la quantité de langue et de base de langue réséquées (36). Des résections plus importantes de volume lingual sont associées à une réduction de l'aptitude à manipuler le bol alimentaire et une réduction de l'ingestion de ce dernier (37). Certaines études montrent également le rôle de la méthode de reconstruction dans la déglutition avec de meilleurs résultats pour les fermetures primaires ou avec une technique de greffe cutanée par rapport aux techniques par lambeaux pédiculés ou libres (38,39).

Les prise en charge par radiothérapie sont aussi à l'origine de lésions tissulaires avec des impacts pendant le traitement par rayonnements mais aussi après avec l'apparition de mucites, trismus, fibrose tissulaire, xérostomie/hyposialie, dysgueusie/agueusie, atrophie muqueuse ou encore des ostéoradionécroses des maxillaires. Ces complications secondaires à l'instauration des traitements peuvent avoir un effet sur la fonction de déglutition des patients qui est déjà altérée pour ceux qui ont subis une étape chirurgicale en amont (40).

c) Physiologie et troubles de la phonation

La phonation est un mécanisme complexe, qui est la résultante de l'émission de sons par le larynx par l'intermédiaire des cordes vocales. Les sons entendus sont le fruit du passage d'un courant d'air qui passe à travers le larynx entraînant la vibration des cordes vocales avec une modulation sonore secondaire par le voile du palais, le palais dur, les dents, les lèvres, la langue et la position de la mandibule (41). Ces éléments anatomiques et leurs mouvements vont faire varier les sons en créant les différents phonèmes utilisés en langue française.

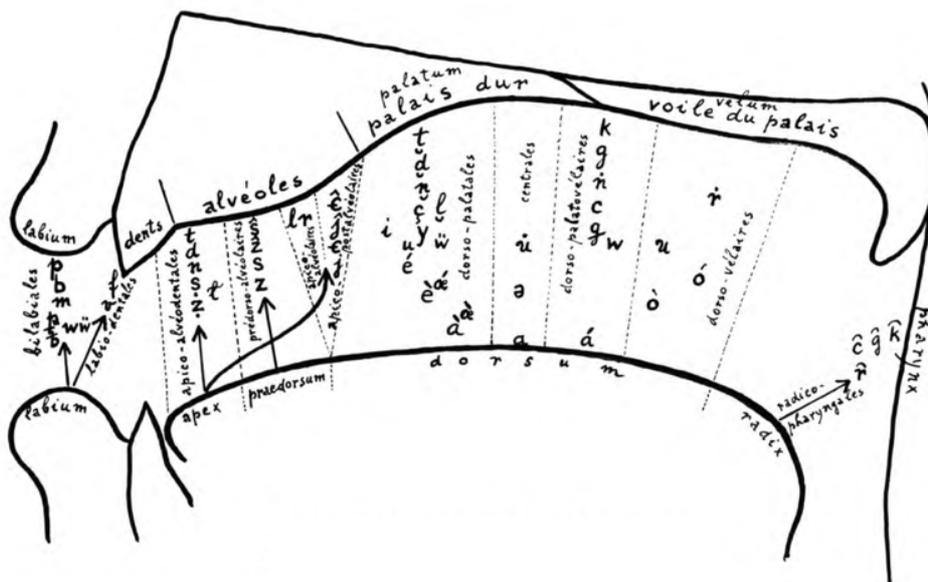


Figure 3 : Représentation schématique des zones phonétiques (42)

L'exérèse de toute ou une partie de la langue entraîne des modifications dans l'élocution. En effet, la partie résiduelle n'est pas capable de réaliser les mêmes mouvements et contacts adéquats avec la même précision et rapidité ainsi, l'observation de distorsions sonores est fréquente (37) : tonalité plus basse, gamme de tonalités réduite, perturbations de l'asymétrie, bruits majorés de l'oropharynx (43). L'intelligibilité suivant une telle chirurgie est liée à la quantité de tissu résiduel avec des résultats en terme de compréhension plus altérée dans les cas

de résection importante (44). Néanmoins, certains patients gardent une prononciation compréhensible en dépit d'une glossectomie totale ou partielle par des phénomènes de compensations (45).

Mise à part la quantité de tissu résiduel (ou quantité de tissu absent), d'autres facteurs altèrent la fonction phonatoire tels que la localisation avec impact majeur lors de l'élimination de la pointe de la langue (46), la mobilité linguale (47) et la non altération des structures annexes nécessaires à la phonation (lèvres, dents, palais dur, palais mou, pharynx, larynx). En ce sens, les greffes de peau entre la langue et la muqueuse buccale peuvent augmenter la mobilité et le volume lingual améliorant ainsi l'élocution du patient.

#### *d) Physiologie et troubles de la gustation*

La gustation fait partie des cinq sens de l'Homme et se définit par la détection des saveurs : sucré, salé, acide, amer, umami. L'intégration des informations sensorielles se fait par l'activation des bourgeons du goût présents dans toute la cavité buccale. Ces bourgeons localisés dans les papilles sont situés au niveau de la face dorsale de la langue où leur nombre est le plus important (près de 4 500 bourgeons), des faces internes des joues, du palais, du pharynx, de l'épiglotte et de la partie supérieure de l'œsophage (48).

Les traitements tumoraux des patients atteints d'un carcinome lingual tels que la chimiothérapie, la radiothérapie et la glossectomie peuvent entraîner une altération de la gustation affectant grandement la qualité de vie des patients. On différencie trois troubles gustatifs : l'incapacité partielle (hypoguesie), l'incapacité totale (agueusie) et la sensation gustative anormale (dysguesie). Les troubles du goût sont fréquents avec une chimiothérapie avec une incidence de 56,3% dans les cas de chimiothérapie seule (49) et un retour à la normale dans les 3 à 4 mois qui suivent l'arrêt de la chimiothérapie (50). En cas d'irradiation, les patients présentent des troubles de la gustation au bout de quelques semaines après le début de la radiothérapie avec une récupération entre 6 à 12 mois après l'arrêt. Cependant, certains patients ne présentent pas de récupération de leur sensation gustative tandis que d'autres en présentent une incomplète même plusieurs années après (51).

La majorité des patients atteints d'un carcinome lingual subissent une intervention chirurgicale d'exérèse, accompagnée ou non d'une phase reconstructrice. L'élimination chirurgicale de volume lingual n'entraîne pas forcément des troubles de la gustation même si la langue possède

la majorité des récepteurs gustatifs. Par conséquent, des phénomènes de compensation se produisent avec les autres récepteurs de la cavité buccale (52). Une étude japonaise sur la sensation gustative en fonction du volume lingual montre, de manière significative, la relation entre la gustation et le volume de base de langue résiduel (53). Ainsi, les glossectomies avec préservation d'au moins la moitié de la base de la langue permettent de réduire les dysgueusies chez les patients.

e) Physiologie et troubles de la mastication

La mastication est un processus complexe qui a pour but le fractionnement des aliments et leur insalivation. Elle correspond à la mobilisation de la mandibule par les muscles masticateurs, qui entraînent l'affrontement des dents maxillaires et mandibulaires, permettant l'écrasement des aliments qui sont guidés par la langue et les joues en direction des faces occlusales dentaires (54). Une langue suffisamment forte et suffisamment mobile est essentielle pour une bonne mastication en permettant constamment de ramener le bol alimentaire entre les dents. Ceci favorisant une bonne lacération du bol alimentaire afin de le segmenter finement. L'étape finale de ce processus est également initiée par la langue en projetant le bol alimentaire dans l'oropharynx et ainsi déclencher la déglutition.

La glossectomie, qu'elle soit partielle ou totale, impact le processus masticatoire entraînant une perte d'efficacité. La langue joue un rôle complexe dans la mastication. L'évaluation de la qualité de la mastication montre une qualité et une force de mastication significativement réduite chez des patients ayant subi une glossectomie (55,56). Les patients présentaient notamment une mastication plus lente, moins efficace et moins coordonnée avec un impact en corrélation avec le volume de la zone de résection (4).

Il est tout de même important de souligner que ces effets ne sont pas systématiques et peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que la taille et la localisation de la résection de la langue, le type de cancer traité et la technique chirurgicale utilisée. Chacun de ces critères affectent le rôle de la langue dans la mastication engendrant des complications pour le patient mais aussi pour le praticien traitant. Par conséquent, il est important de réaliser une évaluation individuelle de chaque patient afin de déterminer les effets spécifiques de la glossectomie sur sa mastication et son alimentation. Une anatomie atypique linguale, qu'elle soit congénitale ou acquise, entraîne la présence de zones libres où les aliments peuvent s'accumuler avec la

nécessité d'une gestion de ces zones par l'enregistrement des couloirs prothétiques via des empreintes dites fonctionnelles. Ces langues atypiques provoquent également une diminution du pouvoir d'autonettoyage de la langue sur les surfaces dento-prothétiques et entraînent la présence de situations plus défavorables au niveau prothétique avec des difficultés accrues en terme de stabilité et de rétention (57). Ainsi, il faut être particulièrement rigoureux et vigilant à la langue dans ces conditions dans les étapes cliniques au fauteuil et les étapes de conception et réalisation au laboratoire.

f) Rôle de la rééducation

Les conséquences de la glossectomie sont donc multiples avec des difficultés lors de la parole et de l'alimentation. Ces patients ont donc besoin, après chirurgie, d'une période d'adaptation et d'outils permettant de réapprendre à fonctionner. C'est l'objectif la rééducation fonctionnelle. La rééducation est un processus de réadaptation visant à aider les patients à retrouver leur capacité à parler, à manger et à déglutir. La rééducation est généralement commencée dès que possible après la chirurgie, en collaboration avec une équipe pluridisciplinaire de professionnels de la santé, tels que des orthophonistes, des kinésithérapeutes, des diététiciens et des chirurgiens.

L'un des principaux objectifs de la rééducation après glossectomie est de restaurer la fonction de la langue. Cela peut être réalisé en utilisant des exercices de langue spécifiques pour aider à renforcer les muscles de la langue et améliorer la coordination musculaire de la langue et de la musculature environnante péri-orale. Les exercices sont multiples avec des exercices de respiration pour améliorer la capacité pulmonaire et réduire la fatigue, des exercices de phonation pour améliorer la qualité de la voix et pour aider les patients à retrouver leur capacité à communiquer efficacement ainsi que des exercices de langue spécifiques pour améliorer le contrôle lingual, l'amplitude linguale et la manipulation du bolus afin de restaurer la fonction de la langue (58,59).

Un autre volet important de la rééducation après glossectomie est l'adaptation à la nourriture solide. Après la chirurgie, les patients peuvent avoir des difficultés à mâcher et à avaler de la nourriture solide en raison de la perte de leur langue. Les diététiciens travailleront avec les patients pour créer un régime alimentaire adapté à leurs besoins, en utilisant des aliments plus

faciles à mâcher et à avaler. Les patients peuvent également bénéficier d'une prise en charge prothétique afin d'améliorer leurs fonctions orales (38,60).

## B. Gestion de la stabilité prothétique chez l'édenté complet

La présence d'une instabilité prothétique peut amener à un échec de traitement avec des retentissements sur les fonctions oro-faciales du patient et donc sur sa qualité de vie. Cette stabilité prothétique est l'un des facteurs déterminants dans le succès thérapeutique. Chez l'édenté total, la tâche peut s'avérer complexe surtout dans les cas de résorption osseuse importante de classe V et VI de CAWOOD et HOWELL (61). Cette résorption est la conséquence d'une non stimulation osseuse qui entraîne des mécanismes physiologiques de résorption osseuses centripète au maxillaire et centrifuge à la mandibule (62). Cette stabilité est surtout difficile à obtenir à la mandibule du fait du faible volume de surface d'appui et la présence d'un organe mobile très déstabilisant qu'est la langue. Trois facteurs régissent cette stabilité prothétique : facteurs morphologiques, facteurs musculaires et les facteurs occlusaux

### 1. Facteurs morphologiques

Au niveau anatomique, cette stabilité prothétique est liée à la quantité et surtout la qualité de la surface d'appui avec des zones favorables et défavorables (tableau 1 et tableau 2).

<u>Maxillaire</u>	<u>Mandibulaire</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fibro-muqueuse ferme et adhérente</li> <li>- Absence d'interférences avec le libre jeu des organes para-prothétiques</li> <li>- Crêtes (en fonction de l'anatomie, de la largeur et de la hauteur)</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tubérosités marquées</li> <li>- Zones ampulaires d'EISENRING</li> <li>- Voûte palatine (plus favorable lorsqu'elle est en U que lorsqu'elle est plate)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trigones marqués</li> <li>- Poches de FISCH</li> <li>- Zone sublinguale, zones rétro-molaires et volets linguaux profonds</li> </ul>

*Tableau 1 : Surfaces d'appui favorables*

<u>Maxillaire</u>	<u>Mandibulaire</u>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Crêtes flottantes</li> <li>- Zones dépressibles</li> <li>- Zones hypertrophiques</li> <li>- Exostoses</li> <li>- Insertions freinales</li> <li>- Ligaments ptérygo-maxillaires</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voûte palatine en V</li> <li>- Papilles rétro-incisive et bunoïdes</li> <li>- Raphé médian</li> <li>- Zones de SCHROËDER</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lignes obliques internes</li> <li>- Lignes oblique externes</li> </ul>

*Tableau 2 : Surfaces d'appui défavorables*

Ces différentes zones doivent être connues et reconnues par le praticien afin de les exploiter au mieux pour maximiser la stabilité prothétique. De fait, lorsque cela est nécessaire, des étapes de préparation tissulaire pré-prothétique doivent être mises en œuvre pour se retrouver dans une situation de réalisation et conception prothétique idéale. Ces préparations peuvent être de plusieurs ordres (63,64) :

- Chirurgie pré-prothétique : chirurgie des tissus mous (greffe, freinectomie, régularisations tubérosités), chirurgie des tissus osseux (exostoses)
- Préparation tissulaire pré-prothétique : mise en condition tissulaire

## 2. Facteurs musculaires

La musculature péri-prothétique joue un autre rôle fondamental dans la stabilité prothétique. La contraction de ces muscles accolés à la surface prothétique entraîne des incidences différentes sur la stabilisation de la prothèse selon l'orientation des fibres musculaires (41). Certains muscles sont qualifiés de muscles stabilisateurs du fait de l'orientation parallèle des fibres musculaires par rapport au plan d'occlusion : l'orbiculaire des lèvres (au niveau antérieur), le buccinateur (au niveau latéral), les fibres postérieures du mylo-hyoïdien et le génioglosse (au niveau lingual). D'autres muscles sont déstabilisateurs avec des fibres musculaires perpendiculaires au plan d'occlusion : l'incisif antérieur, le mentonnier (au niveau antérieur), le masséter (au niveau latéral) et les fibres antérieures du mylo-hyoïdien (au niveau lingual).

Afin de contribuer à la stabilisation prothétique, la conception de l'extrados de la prothèse doit favoriser l'action de ces muscles stabilisateurs par la création de surfaces polies stabilisatrices.

Elles permettent de répondre aux exigences biomécaniques et fonctionnelles de la restauration prothétique. L'objectif étant que les muscles et les expressions faciales ne déstabilisent la prothèse avec un rôle de plaquage de la prothèse sur la surface d'appui. Elles doivent ainsi reproduire l'anatomie des tissus mous de façon précise mais non exagérée et permettre un équilibre des pressions qui s'exercent par le tonus musculaire avec d'un côté les muscles de la langue et d'un autre côté les muscles des joues et des lèvres (65). Ces principes sont connus déjà depuis de nombreuses années avec des premières descriptions par Pierre FAUCHARD en 1786 (66) repris ensuite par FISH et RUSSELL (67,68).

La meilleure technique afin d'enregistrer l'aspect de ces surfaces polies stabilisatrices est de réaliser un enregistrement fonctionnel à l'aide d'une empreinte dite piézographique ou tertiaire. Celle-ci permet d'enregistrer les forces musculaires qui s'opposent, de déterminer avec précision l'espace prothétique mandibulaire et de réaliser la prothèse en rapport avec la dynamique des muscles avoisinants. Ce type d'enregistrement est décrit pour la première fois par KLEIN dans les années 70 qui décrit « la piézographie comme le résultat du modelage d'un matériau plastique par la dynamique des organes limitant un espace virtuel ou réel où ce matériau est introduit » (69).

Cette empreinte piézographique se réalise avec un matériau d'enregistrement de type élastomère (silicone, polyéther ou polysulfure) de moyenne viscosité qui va être modelé sur une lame de Brill (figure 3). Cet enregistrement est réalisé de manière fonctionnelle sans le port de la prothèse maxillaire (ou le montage des dents sur cire maxillaire) en invitant le patient à répéter des phonèmes ([sis], [so], [te], [de], [se], [me], [pe]), à réaliser des déglutitions et des mouvements de mimique : rire, embrasser, remuer les lèvres et les joues (10,70,71).

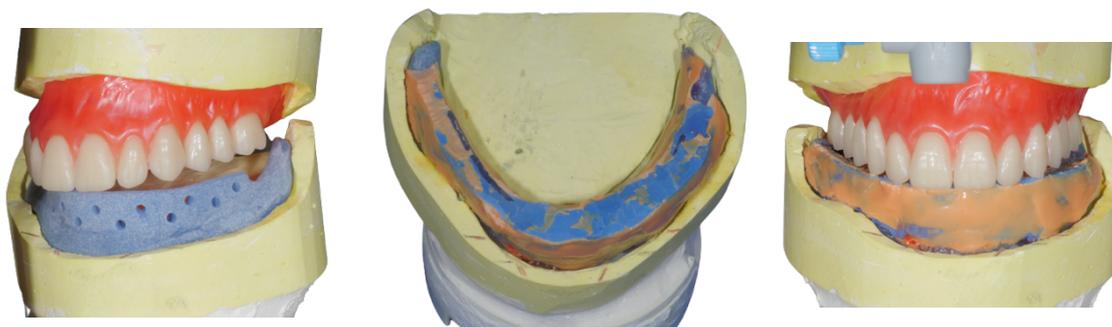


Figure 4 (a,b,c) : Empreinte piézographique

a. Lame de Brill

b. Empreinte piézographique en vue occlusale

c. Empreinte piézographique en vue vestibulaire

Ce concept permet l'enregistrement et la sculpture par le patient de son futur extrados prothétique en accord avec la musculature environnante qui permettra, par réplique de l'empreinte, une réalisation adaptée des surfaces polies stabilisatrices et une parfaite gestion du couloir prothétique (72). Ce couloir prothétique correspond à la zone neutre et est garante de la stabilisation prothétique d'autant plus dans des situations cliniques musculo-fonctionnelles atypiques. Ce couloir prothétique correspond à la zone d'équilibre des pressions et des forces musculaires contraires engendrés par la langue d'un côté et par les joues ou les lèvres de l'autre (9–12). Dans des situations de glossectomies, l'espace neutre est un espace qu'il convient de remplir afin de compenser la perte tissulaire afin d'éviter le blocage alimentaire.

Outre les surfaces polies stabilisatrices, le joint périphérique demeure également un acteur majeur dans la rétention prothétique et donc dans la stabilité de la prothèse avec rôle fondamentale d'adhésion et de cohésion entre la fibro-muqueuse et la prothèse lorsque celui-ci est suffisamment hermétique (joint périphérique, joint postérieur au maxillaire, joint sublingual à la mandibule).

Ces différents facteurs musculaires demeurent primordiaux dans le succès de la restauration prothétique chez des patients qui présentent des crêtes très résorbées ou des patients avec des pertes de substance notables tel que de glossectomie.

### 3. Facteurs occlusaux

En prothèse amovible complète, le montage des dents et l'équilibre occlusal sont primordiaux dans la stabilisation prothétique. Le montage des dents par le prothésiste est régi par des règles essentielles à l'équilibre prothétique :

- Alignement des sillons mésio-distaux et des faces vestibulaires/palatines/linguales
- Respect de la courbe de WILSON (sens frontal) et de la courbe de SPEE (sens sagittal)
- Respect du couloir prothétique de CHATEAU correspondant à la zone neutre, zone d'équilibre musculaire entre les forces qui s'opposent
- Respect de l'aire de sustentation d'ACKERMANN, aire antérieure mandibulaire préfigurant le position des futures incisives et canines située entre le sommet de la crête et le fond du vestibule antérieur
- Respect de l'aire de POUND, triangle dont le sommet est au niveau des pointes canines et dont la base est à l'aplomb du trigone dans laquelle les dents mandibulaires postérieures doivent être sous peine d'entraîner des déstabilisations

Au niveau du plan d'occlusion, ce dernier est parallèle aux surfaces d'appui et se trouve généralement à mi-distance des crêtes afin de garantir la meilleure stabilisation possible. Cependant, lorsqu'une crête est fortement résorbée, celui-ci peut se rapprocher de la crête plus atteinte par la résorption afin d'atténuer le bras de levier et les pressions qui s'exercent sur les fibro-muqueuses (73).

L'équilibre occlusal passe également par la réalisation de contacts généralisés symétriques et simultanés en statique et en dynamique. Le montage des dents se fera en suivant ainsi un concept occlusal en occlusion bilatéralement équilibrée dans une dimension verticale définie et enregistrée dans une position de référence en relation centrée (74,75).

En occlusion statique, le schéma occlusal se caractérise par :

- Des contacts généralisés entre les dents postérieures avec un rapport cuspidé-fosse et cuspidé-embrasure
- Une absence de contact entre les dents antérieures (incisives et canines)

En propulsion, il se définit par :

- Des contacts entre les bords libres des incisives et au moins un contact bilatéral postérieur sur les molaires (notion de trépied)
- Absence de contact canin

En diduction, il est caractérisé par :

- Des contacts répartis entre les bords libres et les cuspides des dents postérieures côté travaillant et côté non travaillant
- Absence de contact canin

Ces principes occlusaux essentiels en prothèse amovible complète permettent de lutter contre les forces de translation et de rotation dans les trois plans de l'espace afin de favoriser un bon maintien prothétique.

Dans des cas de décalage important des bases osseuses dans le sens transversal lié à une forte résorption osseuse, le montage en articulé inversé ou croisé peut avoir certains avantages. Cet inversé d'articulé permet de compenser ce décalage et de retrouver des contacts cuspides-fosses pour une mastication efficace. Cependant, il présente également des inconvénients : risque augmenté de morsure des joues et de la langue, problèmes esthétiques (surtout en secteur antérieur) et favorise la résorption si non répartition harmonieuse des charges occlusales (76).

## C. Outils numériques d'enregistrement et d'analyse des données neuro-musculo-cinétiques

### 1. Électromyographie de surface

#### a) Concept

L'électromyographie (EMG) est une technique fiable et objective dans l'évaluation de la fonction et de l'efficacité musculaire via la détection des potentiels électriques des muscles. Il existe deux types d'EMG : l'EMG intra-musculaire qui utilise une aiguille-électrode insérée au travers de la peau au niveau du tissu musculaire et l'EMG de surface utilisant des électrodes appliquées directement à la surface de la peau (77). La technique d'EMG de surface est une méthode d'enregistrement non invasive de l'activité électrique des muscles qui reste la plus utilisée dans le domaine maxillo-facial car mieux tolérée par les patients. Celle-ci mesure les potentiels d'action produits par les fibres musculaires au cours de la contraction musculaire. Ces potentiels sont enregistrés et amplifiés à la surface du corps au moyen de capteurs (électrodes de surface). L'activité musculaire est recueillie sous forme de signaux électromyographiques traduits en données ou en graphique (78).

Dans le cadre d'une analyse maxillo-faciale, ces électrodes sont placées au niveau des muscles masticateurs et notamment sur le muscle temporal et le muscle masséter qui sont accessibles facilement, de par leurs positions superficielles à l'inverse du muscle ptérygoïdien mésial et du muscle ptérygoïdien latéral qui demeurent en position profonde difficilement accessibles à l'enregistrement. La fonction musculaire étant en étroite relation avec l'équilibre occlusal, l'analyse neuro-musculaire du fonctionnement des muscles masticateurs du patient permet de fait une évaluation de la fonction occlusale (79). Plusieurs dispositifs d'électromyographie de surface existent sur le marché, on peut citer entre autres : K7x/EMG® (Myotronics), BioEMGIII® (BioResearch), M-Scan® (BioResearch) et Teethan® (Teethan).

Malgré une évaluation intéressante des données musculaires dans le cadre d'une prise en charge globale, les études s'accordent à dire qu'il ne s'agit pas d'un outil diagnostique. L'EMG de surface est une méthode qui, comme son nom l'indique, ne permet pas l'enregistrement de l'activité électrique des muscles profonds et nécessite une connaissance approfondie pour interpréter les signaux. Il s'agit donc plutôt d'un outil complémentaire pour le diagnostic clinique notamment des troubles musculo-squelettiques ou encore pour des douleurs myo-fasciales (80,81).

## b) Intérêts en prothèse maxillo-faciale

Dans les réhabilitations complexes maxillo-faciales, les patients se présentent avec de multiples déficits majeurs : masticatoire, esthétique, phonétique, respiratoire, digestif, psychologique et social. La réalisation de prothèse dentaire chez ces patients permet une restauration de ces fonctions altérées.

Au niveau masticatoire, les études examinant l'incidence du port des prothèses maxillo-faciales sur la fonction et l'efficacité masticatoire sont majoritairement des études qualitatives se basant sur des évaluations cliniques et des questionnaires sur la qualité de vie des patients : General Oral Health Assessment Index, Eating Ability et Mixing Ability Index (82–84). Ces outils ne permettent pas d'avoir une approche fonctionnelle quantitative avec des données musculaires (au repos ou en fonction) tels que le tonus musculaire, le synchronisme de contraction et l'efficacité de contraction (85).

L'EMG s'avère complémentaire à ces évaluations qualitatives par l'acquisition de données quantitatives favorisant une analyse fiable, plus objective et plus complète de l'aspect fonctionnel des muscles masticateurs des patients qui nécessitent une prise en charge prothétique maxillo-faciale (86). Ces données peuvent être enregistrées puis comparées à différents moments de la prise en charge (avant le traitement, pendant le traitement et après le traitement prothétique) afin de mesurer les valeurs fonctionnelles dans la rééducation de l'appareil manducateur (87,88). Dans les cas de reconstitutions complexes maxillo-faciales, l'EMG s'avère être un dispositif efficace dans le choix de la position thérapeutique mandibulaire et du schéma occlusal (89).

## 2. Cinématique mandibulaire

### a) Concept

La dynamique mandibulaire fait référence au mouvement de la mandibule et à la façon dont elle interagit avec les autres structures de la tête et du cou pour permettre la mastication, la parole, la respiration et d'autres fonctions essentielles. C'est un concept important pour différents professionnels de la santé tels que les dentistes, les orthodontistes, les chirurgiens maxillo-faciaux, les kinésithérapeutes et les orthophonistes.

Au niveau anatomique, on retrouve le condyle mandibulaire qui s'articule au niveau de la fosse mandibulaire de l'os temporal pour former l'articulation temporo-mandibulaire (ATM). Les mouvements sont facilités par la présence d'un disque articulaire fibro-cartilagineux interposé entre le condyle et la fosse. Les muscles masticateurs environnants, que sont le muscle masséter, le muscle temporal, le muscle ptérygoïdien latéral et le muscle ptérygoïdien médial, sont attachés à la mandibule et sont responsables des mouvements mandibulaires (90).

Au niveau fonctionnel, deux mouvements élémentaires sont réalisables au niveau de l'ATM : la rotation et la translation. Ces mouvements élémentaires peuvent être combinés donnant ainsi un mouvement de roto-translation dit mouvement « composé ». Ces différents mouvements permettent ainsi la réalisation de mouvements fondamentaux mandibulaires : ouverture/fermeture ; propulsion/rétropulsion ; diduction (91).

Les dysfonctionnements de la dynamique mandibulaire impactent de fait de manière directe les fonctions oro-faciales des patients (mastication, déglutition, phonation) avec des répercussions sur leur santé et leur bien-être. L'analyse cinétique devient de plus en plus utilisée en pratique quotidienne avec l'apparition de plusieurs systèmes (JMAOptic®, Modjaw®, Freecorder®BlueFox, SICAT-Function®) ayant pour but un enregistrement fonctionnel permettant ainsi une analyse et un réglage plus fin des paramètres occlusaux.

#### *b) Intérêts en prothèse maxillo-faciale*

Dans les cas de perte de substance qu'elles soient d'origine carcinologique, traumatique ou congénitale, les dyskinésies temporo-mandibulaires sont très fréquentes et en particulier lorsque que cette perte de substance intéresse la mandibule. Les pertes de substance linguales n'ont pas fait l'objet d'étude concernant les conséquences sur la cinématique mandibulaire. Malgré tout, la perte d'une partie ou de la totalité d'un tel organe laisse penser qu'un déséquilibre mandibulaire peut exister après glossectomie entraînant une altération des mouvements mandibulaires.

Contrairement aux pertes de substance linguales, le cas des pertes de substance mandibulaire (notamment dans le cadre des mandibulectomies) est largement décrit, avec des répercussions fonctionnelles importantes et des troubles de la dynamique mandibulaire telle qu'une latéro-déviations, un trismus ou encore une limitation d'ouverture (85,92). Ces répercussions pouvant être aggravées par la présence de thérapie complémentaire, comme la radiothérapie.

Tout comme l'analyse musculaire par l'EMG, l'analyse cinétique permet d'acquérir des données fonctionnelles pouvant être relevées puis confrontées à différents moments de la prise en charge (avant, pendant et après le traitement prothétique) dans un but d'optimisation thérapeutique et d'objectivation quantitative de la rééducation manducatrice (93).

### 3. Ces outils et leurs limites

L'emploi de tels outils d'analyse musculo-cinétique, avec les différentes fonctionnalités qu'ils disposent, demeure intéressante d'un point clinique. Cependant, leur utilisation nécessite d'avoir à disposition le matériel d'enregistrement nécessaire et d'avoir un opérateur présentant une certaine connaissance et expérience vis-à-vis du système utilisé et des protocoles utiles à l'analyse des facteurs neuro-musculo-cinétiques du patient.

Ainsi, plusieurs critères peuvent être un frein à l'utilisation de ces systèmes d'enregistrement :

- Le coût du dispositif
- La connaissance de l'anatomie musculaire pour positionner correctement les électrodes pour l'EMG
- La compréhension du fonctionnement du dispositif et sa mise en œuvre clinique nécessitant une formation adéquate en fonction du système utilisé (logiciel, mise en place du dispositif, accessibilité des données)
- La compréhension des protocoles d'évaluation de la fonction musculaire qui peuvent être longs et fastidieux
- La compréhension du patient dans la réalisation des différents mouvements
- L'interprétation des résultats obtenus et les conséquences cliniques permettant une meilleure approche avec optimisation thérapeutique

## II. Rapport de cas

### A. Analyse du cas

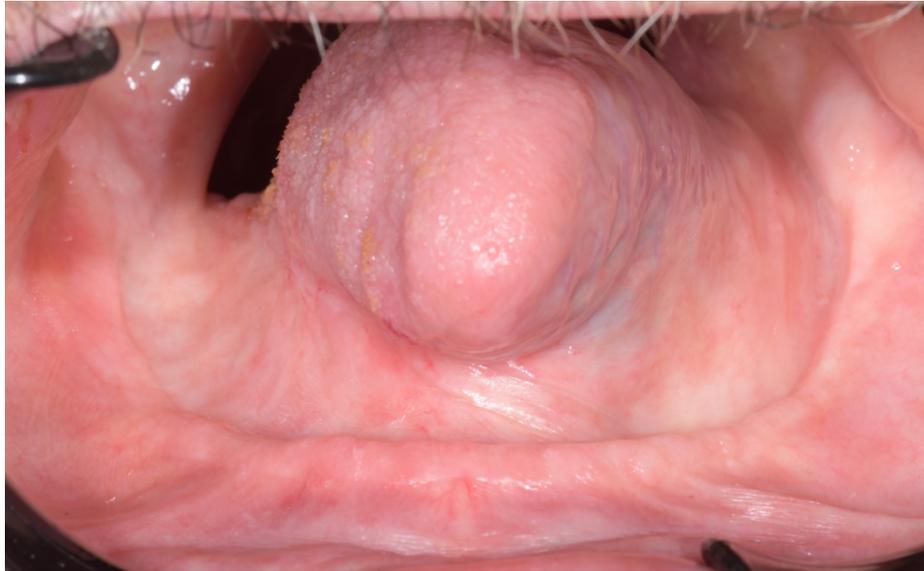
#### 1. Bilan médical

En 2021, un patient de 68 ans se présente dans le service de prothèse et de parodontologie de l'Hôpital Saint-André (CHU de Bordeaux) pour une réhabilitation complète par prothèses dentaires amovibles. Son histoire médicale est marquée par une hypertension artérielle traitée par Ramipril et par un carcinome épidermoïde ulcéré de la langue de stade T3N3bM0 en 2019. Suite à la découverte de son carcinome épidermoïde, le patient a été traité chirurgicalement par hémiglossectomie partielle droite et curetage fonctionnel de la jugulo-carotide supérieure droite dans une clinique privée. En outre, il a subi une chimiothérapie complémentaire (9 séances de carboplatine) et une radiothérapie complémentaire (36 séances d'arcthérapie volumétrique par modulation d'intensité pour une dose totale de 68,4 Gy).

Le patient n'est actuellement pas porteur de prothèse depuis son édentation complète au cours de sa prise en charge oncologique mais a déjà porté des prothèses dentaires amovibles partielles par le passé. Lors de notre consultation, le patient nous fait part de ses doléances qui sont masticatoires et phonétiques. Au niveau alcool-tabagique, le patient ne fume plus depuis son diagnostic de carcinome épidermoïde (tabagisme sevré estimé à 20 PA) et sa consommation d'alcool est occasionnelle.

#### 2. Examen clinique

Cet examen clinique complet a permis de mettre en lumière les difficultés de la prise en charge afin de mieux appréhender la gestion clinique du cas. Malgré l'existence d'une gencive attachée au niveau des crêtes édentées, l'examen endo-buccal mandibulaire révèle une forte résorption crestale dans le plan vertical et dans le plan horizontal (figure 5). Cette situation clinique mandibulaire d'hypoplasie donne un aspect des tables osseuses en lame de couteau surtout au niveau antérieur (classe IV selon CADWOOD et HOWELL) voire plate au niveau au niveau postérieur (classe V selon CADWOOD et HOWELL). La mobilisation de la muqueuse mandibulaire met en évidence la présence d'un vestibule peu profond avec une ligne de réflexion muqueuse haute.



*Figure 5 : Photographie endo-buccale arcade mandibulaire*

Au maxillaire, la fibro-muqueuse est également adhérente avec la présence de crêtes de bon volume et de quelques contre-dépouilles vestibulaires favorables à la stabilisation et à la rétention prothétique. La comparaison entre le maxillaire et la mandibule montre une hypoplasie maxillaire moins marquée par rapport à celle de la mandibule (figure 6). Le maxillaire présente ainsi des crêtes édentées adhérentes et arrondies avec une hauteur et une largeur qui sont suffisantes (classe III selon CADWOOD et HOWELL).



*Figure 6 : Photographie endo-buccale arcade maxillaire*

En ce qui concerne la langue, celle-ci dispose d'un volume réduit, dévié vers la gauche au niveau de l'assise en position de repos entraînant une diminution de l'espace dentaire côté gauche entre la joue et la langue en position de repos. Elle présente un trajet de recentrage avec rotation apicale à droite lors de la mobilisation. L'hémiglossectomie a également entraîné une réduction de la mobilité linguale. Le patient nous explique que depuis son intervention chirurgicale d'exérèse, il a des difficultés pour s'exprimer distinctement et des difficultés pour s'alimenter correctement, notamment pour mâcher et déplacer le bol alimentaire, même s'il s'est habitué à fonctionner de la sorte au fil du temps.

### 3. Décision thérapeutique

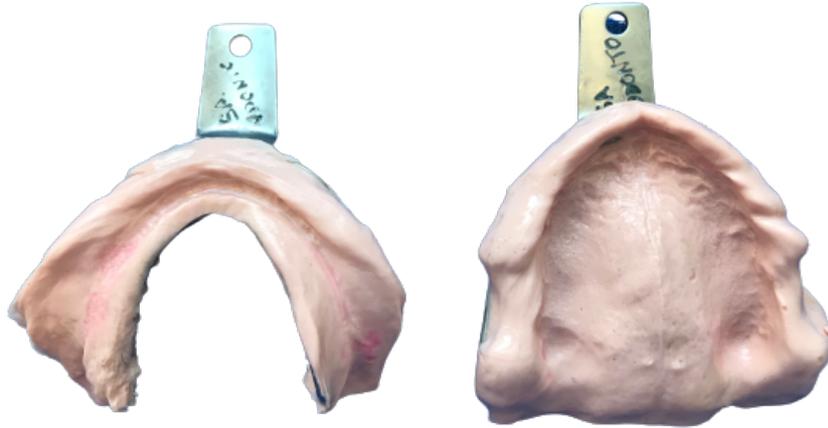
Malgré l'apport de l'implantologie dans ce type de situation, cette proposition thérapeutique n'a pas été retenue car le patient était réfractaire à l'idée de subir une autre procédure chirurgicale quelle qu'elle soit : greffe de peau, vestibuloplastie ou encore pose d'implants dans notre cas.

Ainsi, la réalisation de prothèses amovibles complètes a été décidé dans un but d'amélioration de la fonction masticatoire et l'élocution. D'un point de vue élaboration technique, une empreinte piézographique est préconisée afin de s'adapter au mieux à la zone neutre.

#### B. Étapes cliniques de traitement

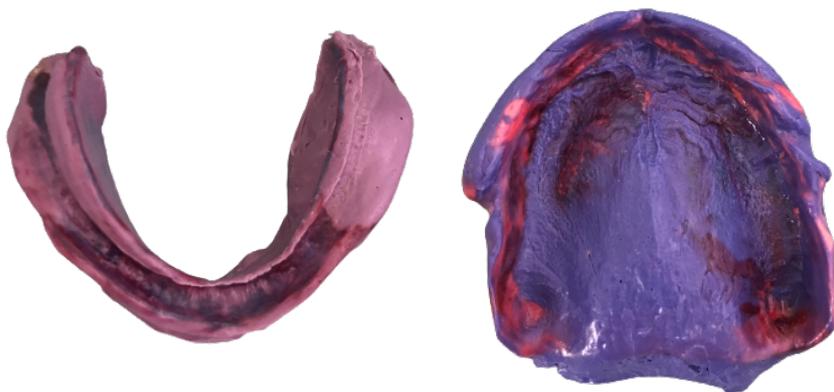
Les étapes conventionnelles de prothèse amovible complète ont été effectués dans un premier temps et celles-ci précèdent les étapes d'enregistrement et d'analyse neuro-musculo-cinétique.

L'ensemble s'étant déroulé sur sept rendez-vous. Tout d'abord, une étape d'empreinte primaire, dite muco-statique, a été réalisée. Les empreintes primaires ont pour but l'enregistrement de l'ensemble des surfaces d'appui ostéo-muqueuse sans déplacer les tissus et l'obtention de modèles primaires nécessaires à la réalisation des porte-empreintes individuels (PEI). Ces empreintes ont été réalisées à l'alginate (Zelgan®+ de chez Dentsply Sirona) avec des porte-empreintes pleins de type Cerpac (figure 7). Le choix du matériau s'est porté sur l'alginate au lieu du plâtre du fait de l'irradiation du patient dans la zone cervico-faciale qui aurait pu engendrer des brûlures de la muqueuse avec l'utilisation du plâtre.



*Figure 7 : Empreintes primaires à l'alginate*

Lors de notre deuxième séance, des empreintes secondaires dynamiques anatomo-fonctionnelles ont été effectuées. Elles permettent d'appréhender l'ensemble des surfaces d'appui ostéo-muqueuse avec leur comportement viscoélastique (dépressibilité tissulaire) ainsi que l'enveloppe de mouvement des structures périphériques. Elles sont essentielles pour ajuster précisément les bords prothétiques afin de permettre les phénomènes d'adhésion et de cohésion entre la fibro-muqueuse et la prothèse. Après réglage des PEI, un marginage des bords a été réalisé suivi d'une empreinte de surfacage via modelage dynamique par les tests de HERBST avec des matériaux d'empreinte polyéther respectivement Permadyne™ orange et bleu de 3M ESPE au maxillaire et Permadyne™ orange et Impregum™ F de 3M ESPE à la mandibule (figure 8).



*Figure 8 : Empreintes secondaires à l'Impregum à la mandibule et à la Permadyne bleue au maxillaire*

Lors de ce troisième rendez-vous, deux étapes essentielles ont été mises en œuvre : l'enregistrement de la relation inter-maxillaire (RIM) accompagné du choix des dents (dimensions, forme et teinte) ainsi que la réalisation d'une empreinte piézographique à la mandibule afin de réaliser le comblement de la zone neutre et le bon positionnement des dents.

L'enregistrement de la RIM a été fait après réglage du bourrelet maxillaire :

- Ajustage des bases d'occlusion selon les plans de référence (ligne bi-pupillaire, plan de Camper)
- Réglage esthétique maxillaire (concavité antérieure, soutien labial correct et hauteur du bourrelet antérieur pour la visibilité dentaire)
- Contrôle phonétique
- Tracé des repères esthétiques (centre inter-incisif, pointes canines, ligne du sourire)

À la suite de la validation du bourrelet maxillaire, le réglage du bourrelet mandibulaire a été effectué à la dimension verticale souhaitée et validé par un contrôle visuel esthétique, le test de la gorgée d'eau et la technique de Silverman (phonème « Se »).

Pour l'empreinte piézographique, le prothésiste dentaire a fourni une lame de Brill qui permettra un bon soutien au matériau d'enregistrement (figure 9). Avant la réalisation de l'empreinte, la lame de Brill a été rebasée avec un matériau d'empreinte pour une meilleure stabilisation sur le modèle en plâtre. Une fois rebasée, l'empreinte piézographique a été réalisée en recouvrant l'extrados de la lame de Brill par un matériau polyéther de moyenne viscosité (Impregum™ F de 3M ESPE). L'enregistrement piézographique étant un enregistrement dynamique, le patient a été invité à réaliser des exercices fonctionnels par répétition de phonèmes ([sis], [so], [te], [de], [se], [me], [pe]) ainsi que la réalisation de mouvement de mimique faciale (rire, embrasser, remuer les lèvres et les joues) et ce jusqu'à la prise complète du matériau.



*Figure 9 : Modèle mandibulaire en plâtre avec lame de Brill*

L'ensemble des enregistrements est transmis au laboratoire de prothèse afin que celui-ci réalise la conception et la fabrication des appareils.

## C. Étapes CFAO au laboratoire

### 1. Conception assistée par ordinateur

Le prothésiste dentaire a désormais toutes les informations nécessaires à la réalisation prothétique. Ce dernier peut alors transférer toutes ces données physiques en données numérique via l'intermédiaire d'un scanner de laboratoire (scanner 3Shape E2®). En ce sens, il réalise le scannage des modèles de travail, des bases d'occlusion et de l'empreinte piézographique. Dès lors, il peut à l'aide d'un logiciel dédié (3Shape Dental System®) réaliser le matching des données récoltées et peut ainsi faire la conception assistée par ordinateur (CAO) avec un montage sur articulateur numérique. Grâce au numérique, la superposition devient très fidèle et reproductible entre l'empreinte piézographique et le montage des dents que réalise le prothésiste. Tout ceci dans l'optique de répondre au mieux à notre impératif clinique qui est d'inclure notre montage dentaire dans la zone neutre (figure 10, 11, 12).

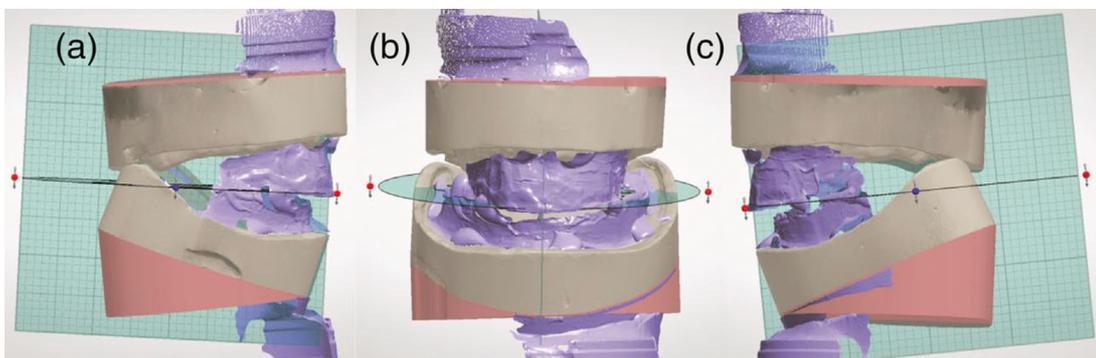


Figure 10 : Montage sur articulateur des modèles numériques

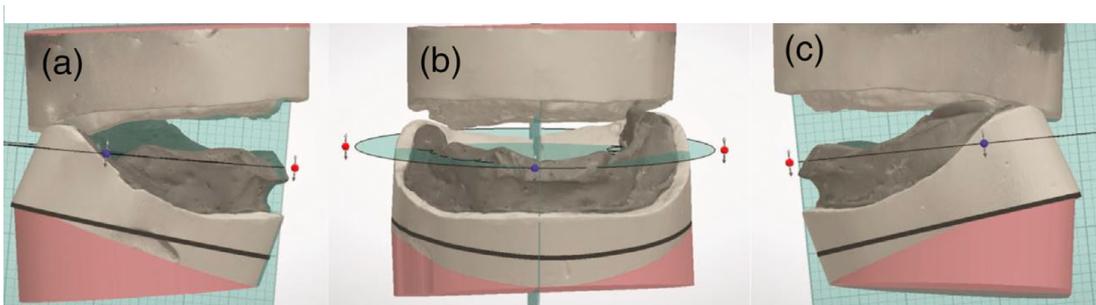


Figure 11 : Matching numérique des modèles avec l'empreinte piézographique

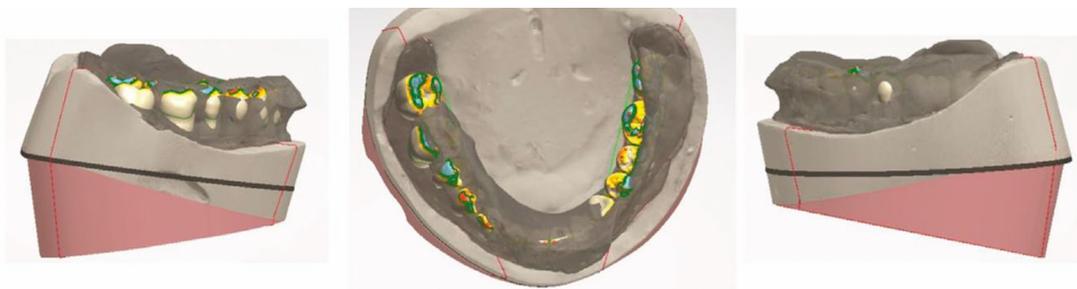


Figure 12 : Montage des dents selon l'empreinte piézographique respectant la zone neutre

Une fois tout le travail de matching effectué, le montage numérique des dents peut alors débuter en commençant par le montage des dents antérieures selon les recommandations habituelles de montage puis les dents postérieures en respectant la zone neutre. Les dents utilisées pour le montage sont issues d'une bibliothèque de dents (Fabulous Smile Book) : FAB 1-18 Anita.

À la suite de son montage numérique, le prothésiste nous a adressé une première proposition avec un montage en inversé d'articulé postérieur. N'étant que peu convaincu par ce type de montage, nous lui avons demandé un deuxième montage sans inversé d'articulé. Nous avons donc pris la décision de réaliser une comparaison des deux montages en réalisant une impression de deux essayages (essayage 1 avec un inversé d'articulé postérieur et essayage 2 sans inversé d'articulé postérieur). Cette comparaison s'est faite via le protocole MAC2, protocole d'analyse musculo-cinétique, qui sera exposé dans le chapitre (15,85).

## 2. Fabrication assistée par ordinateur

Après avoir recueillies l'ensemble des informations, les avoir converties en numérique et avoir fait l'étape de CAO, la fabrication assistée par ordinateur (FAO) peut être réalisée. Dans notre cas clinique, il y a deux phases dans la FAO. La première phase de fabrication a lieu pour la réalisation des deux prothèses d'essai. Ces deux essayages ont été imprimés à l'aide d'une imprimante 3D NextDent 5100® avec une résine de type NextDent Try-In® (figure 13). Cette résine est un matériau imprimable biocompatible de classe I selon la FDA (Food and Drug Administration, agence fédérale américaine des produits de santé). Cette classe I correspond aux produits à faible risque et comprend l'ensemble des produits qui sont en contact uniquement avec la peau ou les produits en contact bref avec les muqueuses nasales et buccales. La résine NextDent Try-In® est une résine d'impression 3D dédiée à la fabrication des prothèses d'essai.



Figure 13 : Imprimante 3D NextDent 5100® et résine NextDent Try-in®

Les essayages des deux prothèses d'essai accompagnés des analyses de l'activité musculaire et cinétique ont permis de sélectionner l'essayage ayant la meilleure réponse neuro-musculo-cinétique. La réalisation des prothèses amovibles complètes se termine par la deuxième de fabrication assistée par ordinateur avec l'impression d'une plaque base prothétique festonnée et l'impression des dents (personnalisées) qui seront collées ensemble par la suite.

Pour cette deuxième étape de FAO, la même imprimante 3D sera utilisée (NextDent 5100®) avec deux types de résine. Ces résines sont de classe IIa selon la FDA ce qui correspond aux produits à risque intermédiaire comprenant l'ensemble des produits destinés à être introduits dans le corps par des orifices naturels ou par des procédures chirurgicales (appareils auditifs, aiguilles, lentilles de contact ou sonde par exemple). Dans notre cas, une résine sera utilisée pour la partie dentaire et l'autre résine pour la partie plaque base qui seront ensuite collées ensemble (figure 14) :

- Résine NextDent C&B MFH® (Micro Filled Hybrid) pour les dents, disponible en différentes teintes avec possibilité de réalisation des caractérisations de couleur avec tous types de kits de coloration composite
- Résine NextDent Denture 3D+® pour la plaque base, disponible également en plusieurs couleurs



Figure 14 : Résine NextDent C&B MFH® et résine NextDent Denture 3D+®

Pour les deux phases (essayage et prothèse d'usage) et une fois le processus d'impression 3D terminé, un protocole de post-traitement s'avère nécessaire : retrait des supports d'impression (outils spéciaux ou retrait manuel), nettoyage (bain d'alcool isopropylique), séchage, polymérisation (cure UV dans une cuve spéciale : LC-3DPrint Box®), finitions et polissage. La fabrication se termine par un contrôle de qualité visuel rigoureux afin de s'assurer que le dispositif imprimé est exempt de défaut.

## D. Analyse et comparaison neuro-musculo-cinétique des essayages

### 1. Protocole MAC2

Le protocole MAC2 est un protocole d'analyse musculo-cinétique en deux types avec un volet qui concerne l'analyse de l'activité musculaire et un autre volet sur la cinétique mandibulaire (15,85). L'ensemble du protocole compte six critères.

L'activité musculaire (Muscular ACTivity 1 ; MAC1) comprend 3 critères :

- Le tonus musculaire (MAC1a) enregistrant l'activité électrique au repos (patient détendu, mandibule en position de repos physiologique)
- Le synchronisme de contraction (MAC1b) enregistrant le temps de réaction de l'activité musculaire (patient serrant progressivement de la position de repos jusqu'à la contraction maximale de serrage)
- L'efficacité de contraction (MAC1c) enregistrant la contraction musculaire à la demande (patient serrant et relâchant plusieurs fois)

La cinétique mandibulaire (MAndibular Cinematics 2 ; MAC2) comprend également 3 critères :

- L'espace libre d'inocclusion (MAC2a) évaluant la différence entre la position de repos et la position d'occlusion d'intercuspidie maximale (OIM)
- L'amplitude du mouvement mandibulaire (MAC2b) évaluant la trajectoire des mouvements mandibulaires extrêmes
- La vélocité d'ouverture/fermeture (MAC2c) évaluant la vitesse d'ouverture/fermeture (patient ouvrant la bouche en position maximale et la fermant jusqu'au contact dentaire).

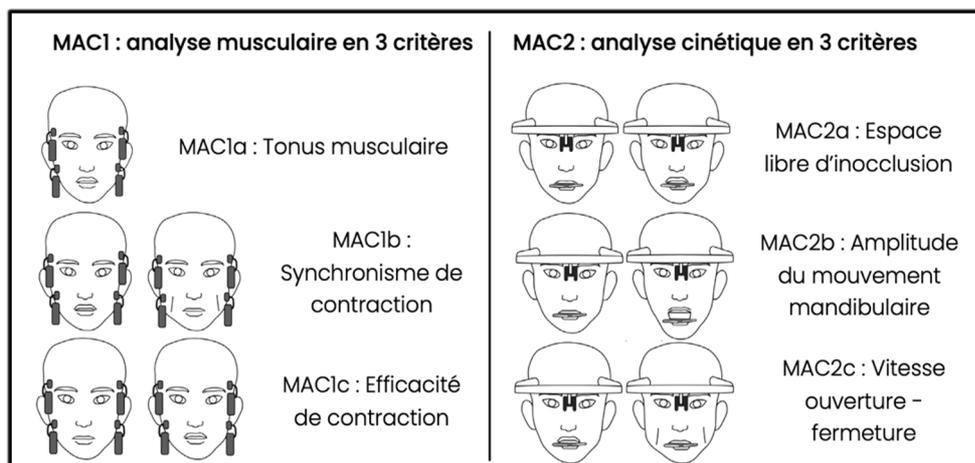


Figure 15 : Protocole MAC2

Pour notre cas clinique, les enregistrements musculo-cinétiques ont été réalisés avec 2 systèmes : le système Teethan® pour l'analyse musculaire et le système JMAOptic® pour l'analyse cinétique.

Avant la remise d'un premier essai en inversé d'articulé, une première analyse (analyse pré-prothétique) a été effectuée selon ce protocole afin de disposer de données de référence. Cette analyse initiale concerne uniquement la partie musculaire car la partie cinétique ne peut être enregistrée du fait de l'absence de prothèse initiale nécessaire à la stabilisation de la fourchette d'enregistrement pour la dynamique mandibulaire. Le premier essai (avec inversé d'articulé postérieur) a été porté pendant une semaine avant de réaliser l'enregistrement de l'activité musculaire et de la cinématique mandibulaire. La même procédure a été suivie pour le deuxième essai (sans inversé d'articulé postérieur) avec un port d'une semaine avant enregistrement (figure 16).

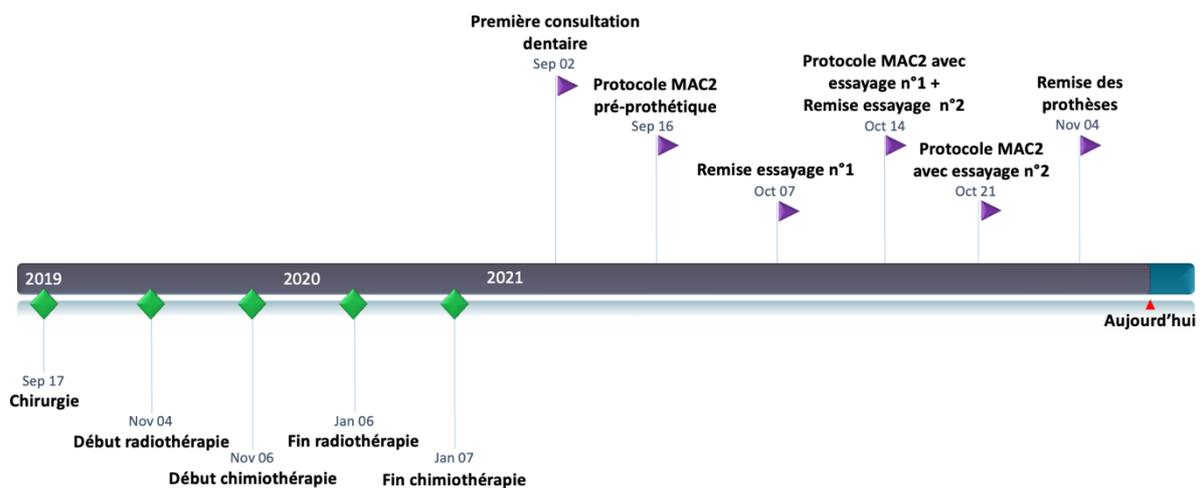


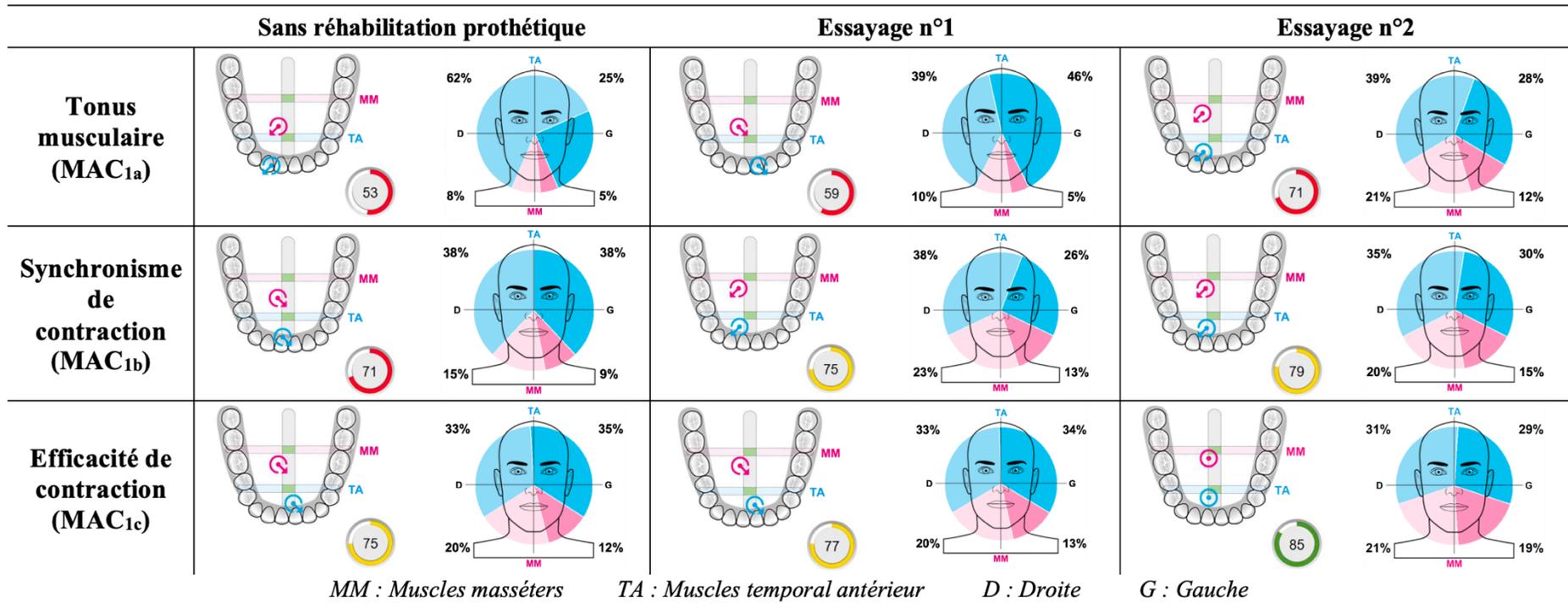
Figure 16 : Chronologie des événements

## 2. Données musculaires

L'activité musculaire (MAC1) a été évaluée à l'aide d'un dispositif d'électromyographie de surface (Teethan®). L'appareil est composé de quatre électrodes sans fil et d'un récepteur sur support USB positionné sur un ordinateur. Les électrodes sont placées sur le visage du patient au niveau des muscles temporaux et masséters.

Les valeurs recueillies lors des différents enregistrements de l'activité musculaire selon les trois critères musculaires du protocole MAC2 (tonus musculaire, synchronie de contraction et efficacité de contraction) sont regroupées dans le tableau 3.

Tableau 3 : Comparaison sans réhabilitation prothétique, avec l'essai 1 et l'essai 2 selon les trois critères de l'activité musculaire du protocole MAC2



Les données recueillies révèlent une amélioration quantitative globale des paramètres entre la situation initiale du patient (sans appareillage) et les situations avec prothèses d'essai. De même, l'enregistrement et l'analyse des données musculaires montre de nettes différences entre les deux projets en faveur du projet sans inversé d'articulé postérieur (essayage 2). Un meilleur équilibre neuromusculaire est retrouvé avec l'essayage 2 comme l'indique les différents indices globaux de coordination neuromusculaire représentés dans le tableau 3 par un nombre de 0 à 100, entouré d'un curseur de couleur rouge, jaune ou vert. Sur chaque critère étudié, l'essayage sans inversé d'articulé postérieur (essayage 2) obtient de meilleur résultat que l'essayage avec un inversé (essayage 1) :

- Tonus musculaire (MAC1a) avec respectivement 71% vs. 59%
- Synchronie de contraction (MAC1b) avec 79% vs. 75%
- Efficacité de contraction (MAC1c) avec 85% vs. 77%

L'analyse permet également de mettre en lumière une meilleure répartition globale des forces musculaires droite-gauche et antéro-postérieure avec l'essayage 2 avec des pourcentages plus proches des 50 % sur le schéma du visage en vue de face du tableau 3.

Le logiciel Teethan® donne accès à des données plus précises en termes d'activité musculaire avec des données sur l'activité musculaire des muscles temporaux antérieurs, sur l'activité musculaire des muscles masséters, sur la torsion musculaire ou encore l'asymétrie que l'on peut retrouver dans les tableaux 4, 5 et 6 ci-après. Les données de ces différents tableaux appuient celles du tableau 3 qui est un condensé de l'ensemble de ces tableaux. Les données en rouge représentent les valeurs éloignées de la norme, celles en orange sont les valeurs proches de la norme (à moins de 5% de la norme) et les données notées en noir sont celles qui sont dans les normes.

Tableau 4 : Comparaison sans réhabilitation prothétique, avec l'essai 1 et l'essai 2 selon le critère de tonus musculaire (MAC1a)

	Normes <sup>1</sup>	Sans réhabilitation prothétique	Essai n°1	Essai n°2
Activité musculaire du muscle temporal <sup>2</sup>	83 ≤ N ≤ 100	60,55 % D	76,78 % G	72,69 % D
Activité musculaire du muscle masséter <sup>2</sup>	83 ≤ N ≤ 100	77,99 % D	72,48 % D	69,21 % D
Barycentre <sup>3</sup>	90 ≤ N ≤ 100	29,19 % A	32,25 % A	64,22 % A
Torsion <sup>4</sup>	90 ≤ N ≤ 100	69,37 % D	78,82 % G	82,87 % D
Travail musculaire <sup>5</sup>	85 ≤ N ≤ 115	15,88 %	26,80 %	35,30 %
Asymétrie <sup>6</sup>	-10 ≤ N ≤ 10	36,76 % D	- 2,40 % G	21,03 % D

<sup>1</sup>Normes du fabricant

<sup>2</sup>Évaluation de l'activité musculaire globale du temporal et du masséter avec précision sur le côté du muscle prédominant dans la paire (D : droite ; G : gauche)

<sup>3</sup>Comparaison de l'activité des muscles temporaux avec celle des muscles masséters avec précision sur les muscles qui prédominent (A : antérieur si les muscles temporaux prédominent ; P : postérieur si les muscles masséters prédominent)

<sup>4</sup>Évaluation de l'activité des deux paires de muscles en révélant l'attitude en torsion de la mâchoire sur le plan horizontal

<sup>5</sup>Évaluation de l'intensité du travail musculaire en fournissant un paramètre strictement lié à la force de l'occlusion

<sup>6</sup>Comparaison de l'activité des muscles du côté droit avec ceux du côté gauche

Tableau 5 : Comparaison sans réhabilitation prothétique, avec l'essayage 1 et l'essayage 2 selon le critère de synchronisme musculaire (MAC1b)

	Normes <sup>1</sup>	Sans réhabilitation prothétique	Essayage n°1	Essayage n°2
<b>Activité musculaire du muscle temporal<sup>2</sup></b>	83 ≤ N ≤ 100	88,84 % R	74,15 % R	84,28 % R
<b>Activité musculaire du muscle masséter<sup>2</sup></b>	83 ≤ N ≤ 100	76,33 % R	71,88 % R	82,86 % R
<b>Barycentre<sup>3</sup></b>	90 ≤ N ≤ 100	49,12 % A	70,71 % A	69,94 % A
<b>Torsion<sup>4</sup></b>	90 ≤ N ≤ 100	89,78 % L	85,65 % R	89,77 % R
<b>Travail musculaire<sup>5</sup></b>	85 ≤ N ≤ 115	177,08 %	48,07 %	58,62 %
<b>Asymétrie<sup>6</sup></b>	-10 ≤ N ≤ 10	5,58 % R	22,60 % R	11,04 % R

<sup>1</sup>Normes du fabricant

<sup>2</sup>Évaluation de l'activité musculaire globale du temporal et du masséter avec précision sur le côté du muscle prédominant dans la paire (D : droite ; G : gauche)

<sup>3</sup>Comparaison de l'activité des muscles temporaux avec celle des muscles masséters avec précision sur les muscles qui prédominent (A : antérieur si les muscles temporaux prédominent ; P : postérieur si les muscles masséters prédominent)

<sup>4</sup>Évaluation de l'activité des deux paires de muscles en révélant l'attitude en torsion de la mâchoire sur le plan horizontal

<sup>5</sup>Évaluation de l'intensité du travail musculaire en fournissant un paramètre strictement lié à la force de l'occlusion

<sup>6</sup>Comparaison de l'activité des muscles du côté droit avec ceux du côté gauche

Tableau 6 : Comparaison sans réhabilitation prothétique, avec l'essai 1 et l'essai 2 selon le critère d'efficacité musculaire (MAC1c)

	Normes <sup>1</sup>	Sans réhabilitation prothétique	Essai n°1	Essai n°2
<b>Activité musculaire du muscle temporal<sup>2</sup></b>	83 ≤ N ≤ 100	86,54 % G	86,05 % G	86,97 % D
<b>Activité musculaire du muscle masséter<sup>2</sup></b>	83 ≤ N ≤ 100	76,40 % D	76,74 % D	87,08 % D
<b>Barycentre<sup>3</sup></b>	90 ≤ N ≤ 100	62,81 % A	65,97 % A	79,42 % A
<b>Torsion<sup>4</sup></b>	90 ≤ N ≤ 100	87,94 % G	88,03 % G	90,58 %
<b>Travail musculaire<sup>5</sup></b>	85 ≤ N ≤ 115	163,09 %	90,33 %	104,78 %
<b>Asymétrie<sup>6</sup></b>	-10 ≤ N ≤ 10	5,26 % D	7,36 % D	3,25 % D

<sup>1</sup>Normes du fabricant

<sup>2</sup>Évaluation de l'activité musculaire globale du temporal et du masséter avec précision sur le côté du muscle prédominant dans la paire (D : droite ; G : gauche)

<sup>3</sup>Comparaison de l'activité des muscles temporaux avec celle des muscles masséters avec précision sur les muscles qui prédominent (A : antérieur si les muscles temporaux prédominent ; P : postérieur si les muscles masséters prédominent)

<sup>4</sup>Évaluation de l'activité des deux paires de muscles en révélant l'attitude en torsion de la mâchoire sur le plan horizontal

<sup>5</sup>Évaluation de l'intensité du travail musculaire en fournissant un paramètre strictement lié à la force de l'occlusion

<sup>6</sup>Comparaison de l'activité des muscles du côté droit avec ceux du côté gauche

### 3. Données cinétiques

La cinétique mandibulaire (MAC2) a été évaluée à l'aide d'un arc facial numérique (JMAOptic® de chez Zebris). Le système se compose de deux éléments notables : un arc facial connecté à un ordinateur par un support USB et un capteur de mouvement positionné sur une fourchette au niveau de la mandibule communiquant avec l'arc facial. L'arc facial est positionné au centre sur le nez avec un appui nasal et sur les deux côtés au-dessus des pavillons des oreilles à l'aide de coussins d'appui positionnés sur les bras latéraux. Avant utilisation, l'arc facial est calibré à l'aide d'un pointeur. La communication entre l'arc facial et le capteur mandibulaire en combinaison avec le logiciel Zebris dédié (Zebris for Ceramill Software®) permet d'analyser les données de mouvement du patient.

Cette analyse cinétique n'a pas été réalisée avant les travaux prothétiques (en situation initiale) car il est impossible d'obtenir une stabilisation du capteur mandibulaire en l'absence de dent (naturelle ou prothétique). Le positionnement du capteur étant impératif pour pouvoir enregistrer les différentes données cinétiques.

Les valeurs recueillies lors de l'examen cinétique mandibulaire ont également été séparées en tableaux représentant les deux premiers critères requis pour l'analyse cinétique dans le protocole MAC2 : l'espace libre d'inocclusion (tableau 7) et l'amplitude du mouvement mandibulaire (tableau 8).

En ce qui concerne ces deux premiers critères, l'essai 2 montre de meilleurs résultats que l'essai 1 avec une augmentation de l'amplitude de mouvement de 3,3 mm (respectivement 38,8 mm vs. 35,0 mm), une réduction du décalage transversal de 0,1 mm (0,1 mm vs. 0,2 mm), et sagittal de 3,5 mm (0,8 mm vs. 4,3 mm) entre la position de repos et la position d'OIM.

L'enregistrement du troisième critère (vitesse d'ouverture/fermeture) s'est fait sur une série de cinq mesures pour chaque essai. Les résultats montrent une vitesse moyenne de 0,57 sec  $\pm$  0,14 sec pour l'essai 1 par rapport à une vitesse moyenne de 0,35 sec  $\pm$  0,12 s pour l'essai 2 ( $p = 0,008$ ). Ainsi, la vitesse est significativement plus rapide avec le port de l'essai 2 par rapport à celui de l'essai 1.

Tableau 7 : Comparaison sans réhabilitation prothétique, avec l'essai 1 et l'essai 2 selon le critère de l'espace libre d'inocclusion (MAC2a)

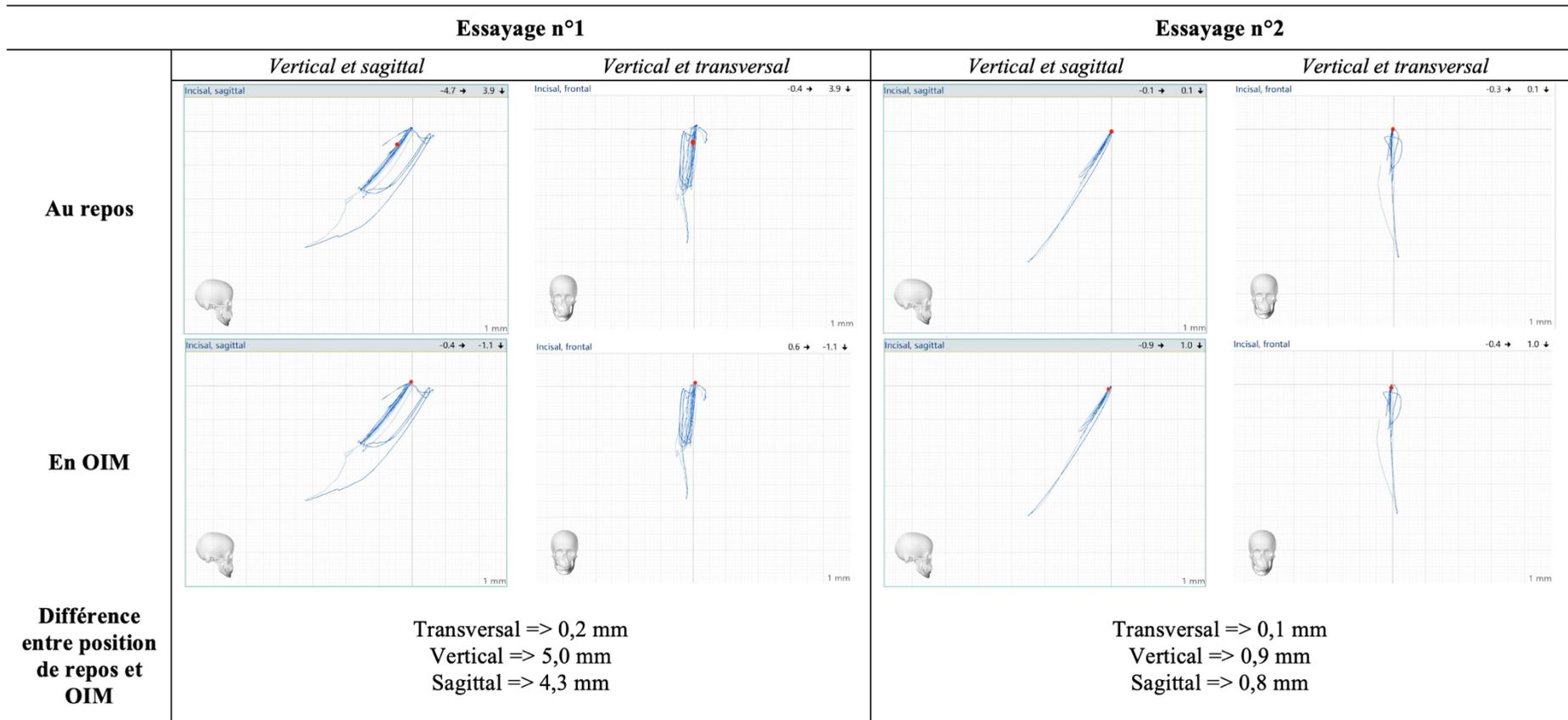
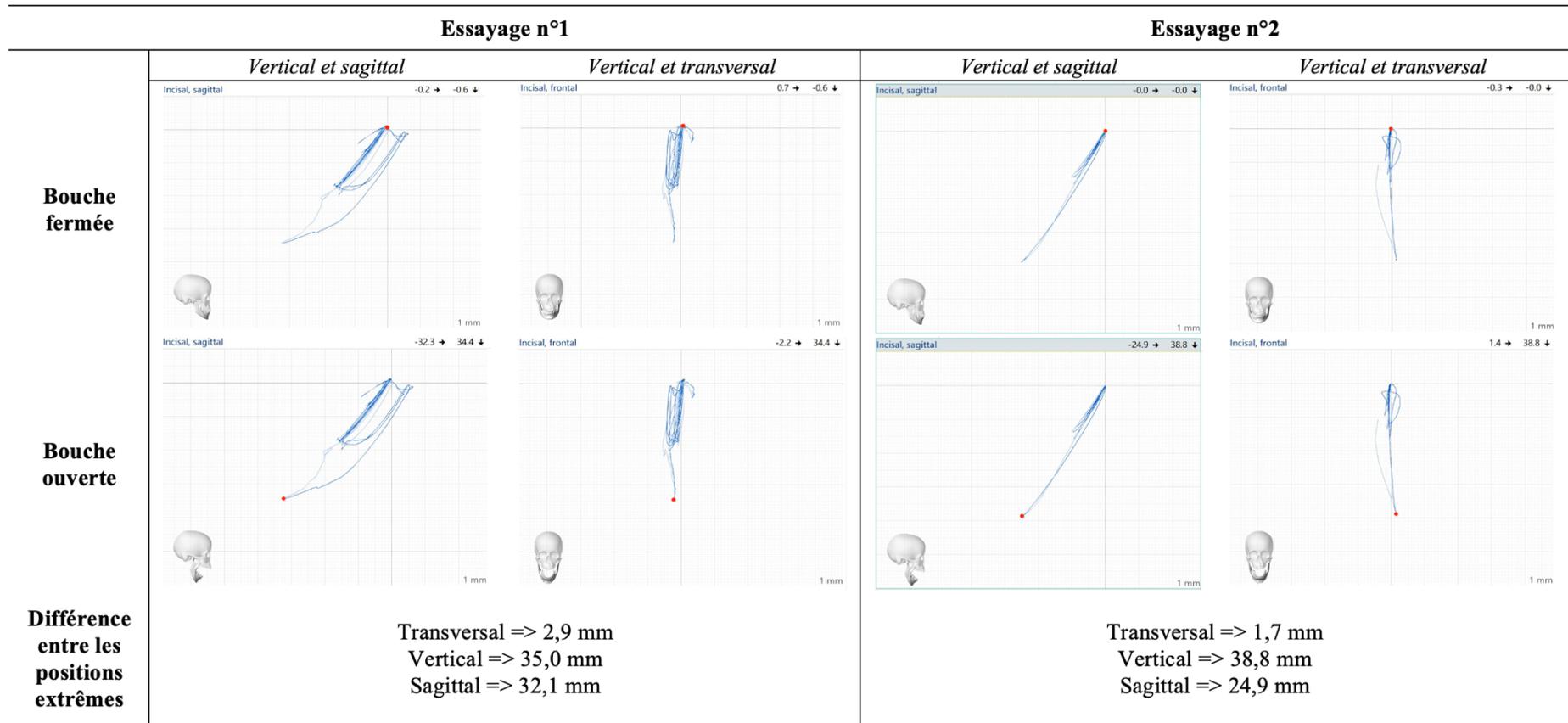


Tableau 8 : Comparaison sans réhabilitation prothétique, avec l'essai 1 et l'essai 2 selon le critère de l'amplitude du mouvement mandibulaire (MAC2b)

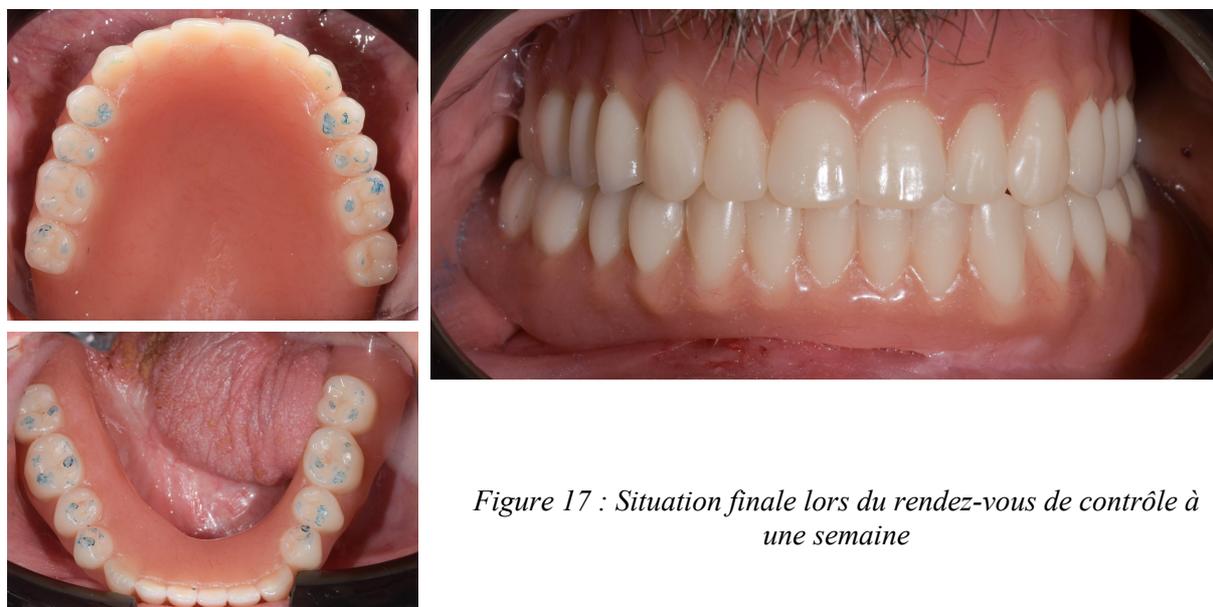


#### 4. Choix de l'essayage de référence et prothèses d'usage

Les différents enregistrements neuro-musculo-cinétiques ainsi que leur interprétation permettent une analyse comparative entre les deux essayages. Cette analyse permet de mettre en évidence une différence significative entre les deux essayages. De fait, le concept le mieux adapté à la situation clinique du patient est celui de l'essayage 2. C'est ce concept qui présente les meilleures données neuro-musculo-cinétiques, et c'est sur la base de ce modèle que la fabrication des prothèses complètes amovibles d'usage a été effectuée.

Comme l'essayage, les prothèses ont été fabriquées par impression 3D avec l'imprimante NextDent 5100® à l'aide de deux résines une pour les dents et une pour la plaque base, collées ensemble dans un deuxième temps. Une fois réalisées, les prothèses ont été remises au patient lors de la dernière séance clinique (septième rendez-vous) après avoir effectué les réglages occlusaux et donné au patient les instructions habituelles vis-à-vis des prothèses amovibles : rééducation progressive, hygiène bucco-dentaire, hygiène prothétique et alimentation (régime mou pour commencer).

Un rendez-vous de suivi a été fixé à une semaine puis à un mois pour une nouvelle équilibration occlusale et des modifications de texture alimentaire (régime mou à normal). À l'issue de la prise en charge thérapeutique, le patient est satisfait de ses prothèses et rapporte une amélioration de sa fonction masticatoire et de son élocution. Il nous fait part d'une amélioration de sa qualité de vie et de son confort social.



*Figure 17 : Situation finale lors du rendez-vous de contrôle à une semaine*

### **III. Discussion**

Dans un cas d'édentement complet avec un contexte de glossectomie partielle, l'optimisation du montage des dents a été rendu possible par l'utilisation des outils numériques. Le recours concomitant aux outils d'analyse musculo-cinétique a permis de guider notre thérapeutique dans le choix du design prothétique à adopter. Ces différents éléments favorisent une véritable comparaison fonctionnelle entre les deux essayages et permettent de sélectionner le montage ayant la meilleure composante neuro-musculo-prothétique.

Dans les cas de réhabilitation mandibulaire complexe avec mandibulectomie et/ou glossectomie, l'empreinte piézographique demeure une technique de choix car les résections conduisent à des positions atypiques des structures anatomiques restantes (2,94,95). Cette technique est essentielle afin de respecter la zone neutre et ainsi positionner les dents dans le couloir où la fonction musculaire ne déstabilisera pas la prothèse, et où les forces linguales seront neutralisées par les forces labio-jugales. L'empreinte piézographique permet ainsi d'atteindre trois objectifs (96) :

- La non interférence des dents avec la fonction musculaire normale
- La présence de forces musculaires contre la prothèse plus favorables à la stabilité et à la rétention
- Le comblement de la zone neutre pour éviter les phénomènes de blocage des aliments à l'origine d'une stase alimentaire lors de l'alimentation

L'utilisation de la technologie numérique au travers du cas clinique à apporter des avantages par rapport à un flux totalement conventionnel. Tout d'abord, le travail par CAO, via un logiciel dédié à ce titre, permet au prothésiste de faire une réelle superposition numérique des éléments entre le montage des dents qu'il est en train de réaliser et l'empreinte piézographique. Ce processus facilite ainsi le travail du prothésiste et permet une plus grande reproductibilité dans la mise en œuvre. De fait, il favorise le positionnement fidèle des dents prothétiques par rapport à la zone neutre, précédemment enregistrée par modelage dynamique avec un matériau d'empreinte conventionnel (71,95,96).

Le flux CFAO rend également plus facile la communication à distance entre le praticien et le technicien de laboratoire favorisant ainsi les échanges entre professionnels (transmission de fichiers 3D). Le fichier numérique généré permet de faciliter les corrections sur le montage des dents sans passer par une étape de démontage des dents comme cela aurait été le cas en réalisation conventionnelle sur cire.

Même si ces outils de CFAO nécessitent une courbe d'apprentissage, ils restent fiables et reproductibles une fois qu'ils sont maîtrisés. Les études sur la CFAO montrent effectivement plusieurs avantages à la technique :

- Simplification des procédures cliniques
- Simplification des procédures de laboratoire
- Meilleurs résultats en termes de précision et de reproductibilité pour les prothèses monolithiques réalisées en CFAO (97,98)
- Présence de propriétés physiques améliorées renforçant la qualité et la durabilité prothétique : stabilité dimensionnelle par rapport aux prothèses conventionnelles favorisant un meilleur ajustage (99,100), présence moins importante de monomère résiduel (101,102), meilleur résultat en terme de résistance à la flexion (103), module d'élasticité élevé et meilleure résistance à la rupture (104)

En ce qui concerne le point de vue du patient, une étude a été réalisée sur l'évaluation des préférences et de la satisfaction lors d'une prise en charge pour prothèses amovibles complètes par technique CFAO versus par technique conventionnelle (105). Cette étude s'est portée sur des patients ayant déjà eu de précédentes prises en charge conventionnelle avant celle par CFAO. Elle n'a pas trouvé de différence significative entre les deux prises en charge, bien que la satisfaction globale à l'égard du protocole de prothèse complète numérique ait été décrite comme étant positive par les patients.

Certes, le flux numérique présente de nombreux avantages, mais il existe tout de même des inconvénients concernant les prothèses amovibles complètes par CFAO par rapport aux techniques conventionnelles. Au niveau occlusal, une attention particulière doit être apportée lors du collage des dents sur la plaque base pour respecter l'occlusion bilatéralement équilibrée. Ainsi, un montage sur articulateur s'avère nécessaire malgré l'utilisation d'une chaîne numérique (106).

En ce qui concerne les étapes cliniques, tout ne peut pas être remplacé par le numérique, notamment dans la réalisation des empreintes. Les techniques conventionnelles sont toujours la référence en matière de prise d'empreinte car les techniques d'empreinte optique intra-buccale ne permettent pas encore un enregistrement fiable de la dépressibilité et de la mobilité tissulaire (107). Ces éléments sont pourtant essentiels dans l'établissement des joints périphériques en accord avec le jeu fonctionnel de la musculature environnante. Ainsi, l'utilisation concomitante des techniques conventionnelles et numériques permet de bénéficier de l'apport des deux procédés. Dans cette optique, les modèles virtuels sont obtenus par le scannage des empreintes conventionnelles ou par le scannage des modèles coulés.

En ce qui concerne le matériel, la CFAO nécessite un investissement important, ce qui rend la technique plus coûteuse qu'une méthode conventionnelle. Même si les résultats en CFAO sont fiables et reproductibles une fois que les outils sont maîtrisés, cette technique présente une courbe d'apprentissage certaine. Il est admis que les praticiens doivent réaliser plusieurs restaurations de ce type avant de réellement maîtriser la technique et être reproductible. Ainsi, dans ce type de thérapeutique, les débuts peuvent entraîner des déceptions et des frustrations car les résultats obtenus peuvent ne pas correspondre aux résultats espérés.

L'apport du protocole MAC2 à la thérapeutique est intéressant dans la conception anatomo-fonctionnelle de la restauration prothétique. Ce protocole permet au clinicien de questionner la fonction et donc d'obtenir des données neuro-musculo-cinétiques en comparant les deux prothèses d'essai afin de sélectionner le design prothétique ayant la meilleure réponse neuro-musculo-fonctionnelle. L'analyse musculaire et l'analyse cinétique permettent de quantifier ces améliorations fonctionnelles apportées au patient (15). Les données recueillies lors des essayages favorisent la modification des différents paramètres prothétiques afin d'optimiser le résultat prothétique final. Cette comparaison des deux concepts différents permet ainsi de sélectionner la denture présentant les meilleurs résultats fonctionnels. Cependant, la réalisation de deux essayages en résine augmente le coût de la fabrication prothétique dans sa globalité et donc de la prise en charge. Le coût prend en compte le dispositif, les deux essayages imprimés et la fabrication prothétique finale.

Même si les analyses musculaires et cinétiques fournissent une valeur fonctionnelle pour la prise de décision, ces analyses ont des limites. Au niveau du patient, celui-ci doit bien comprendre les mouvements qu'il doit exécuter et il doit être capable d'effectuer avec précision

ces mouvements. Au niveau du clinicien, celui-ci doit avoir une bonne connaissance de l'anatomie musculaire pour positionner les électrodes en vue de l'EMG de surface mais également une bonne compréhension des protocoles d'évaluation (protocole MAC2 dans ce rapport de cas). Des protocoles qui peuvent être perçus comme longs et fastidieux par l'exécutant. Par ailleurs, les différents systèmes utilisés pour l'enregistrement et l'analyse cinétique (Teethan® et JMAMOptic® dans ce cas clinique) nécessitent également une bonne compréhension de la part du praticien. Il en convient que ces technologies ne sont utiles et efficaces que si elles sont maîtrisées. Ainsi, la nécessité d'une formation continue dans ce domaine numérique est incontestable, notamment à l'ère où les avancées technologiques évoluent à un rythme effréné. Les professionnels doivent constamment mettre à jour leurs compétences pour bien appréhender les équipements, les logiciels, les protocoles numériques, l'interprétation des données et l'analyse des résultats. L'utilisation de l'ensemble de ces outils numériques nécessite une formation constante pour garantir des résultats fiables et reproductibles, mais des enregistrements bien menés conduiront à une stabilité prothétique qui optimisera les fonctions du patient et augmentera ainsi sa qualité de vie (108). Cela garantit non seulement une prestation de soins de qualité, mais permet également d'exploiter pleinement les avantages offerts par ces technologies, tels que la précision diagnostique, l'efficacité des traitements et la personnalisation des soins. Dans un environnement en constante évolution, investir dans la formation continue est essentiel pour rester compétent et offrir les meilleurs soins possibles aux patients.

Dans ce rapport de cas, on constate de meilleurs résultats avec l'essayage 2. Il est intéressant de comprendre en quoi le deuxième essai est plus intéressant sur le plan fonctionnel pour le patient. Premièrement, le montage 1 en inversé d'articulé privilégie les relations dentaires classiques (cuspidés-fosses) aux dépens de la stabilité prothétique tandis que le montage 2 en normocclusion privilégie la stabilisation de la prothèse (109). Il est également important de mettre en lumière la chronologie de réalisation des étapes d'essai et d'enregistrement :

- Protocole MAC2 pré-prothétique (activité musculaire seule)
- Essai 1 (en articulé inversé) porté pendant une semaine
- Protocole MAC2 essai 1 en place (activité musculo-cinétique)
- Essai 2 (en normocclusion) porté pendant une semaine
- Protocole MAC2 essai 2 en place (activité musculo-cinétique)

La récolte de bons résultats avec l'essayage 2 peut également mettre en évidence l'hypothèse qu'une phase de rééducation, lors du port de l'essayage 1 pendant une semaine, a été initiée et que celle-ci a été potentialisée par le port de l'essayage 2 lors de la deuxième semaine. Pour limiter ce biais, il aurait été intéressant de réaliser des phases d'essayage sur des temps plus importants ou de réaliser un nouveau cycle inversé d'essayage de deux semaines supplémentaires : troisième semaine avec l'essayage 2 et quatrième semaine avec l'essayage 1. Ces techniques auraient pu réduire le biais de confusion afin de constater une différence plus objective.

La présente étude, de type rapport de cas, présente certaines limites scientifiques. Par exemple, pour prouver la pertinence clinique de cette étude, il aurait fallu procéder à des évaluations des fonctions orales, telles que la mastication et la qualité de vie du patient. De plus, il aurait été intéressant d'effectuer des mesures répétées sur le patient afin d'obtenir des statistiques. Ces expériences supplémentaires n'ont pas été envisagées, mais un essai clinique impliquant une cohorte de patients serait intéressant à l'avenir.

## Conclusion

De nos jours, le numérique prend de plus en plus de place dans les différentes disciplines médicales et devient de plus en plus accessible aux praticiens en pratique quotidienne. L'essor du numérique représente une véritable révolution dans le domaine de la santé bucco-dentaire, en combinant des technologies avancées telles que la numérisation 3D, la planification, la conception assistée par ordinateur et la fabrication assistée par ordinateur. Un monde nouveau s'ouvre au praticien et au patient permettant d'aborder les soins dentaires différemment. Ces techniques permettent non seulement le partage rapide et sécurisé des données entre les différents acteurs de la prise en charge, mais permettent également d'impliquer les patients dans leur propre traitement contribuant à une meilleure expérience patient. L'avenir de la dentisterie est intimement lié aux avancées numériques, offrant des avantages indéniables en termes d'efficacité, de précision, de confort et de satisfaction pour les patients.

Cette évolution technologique a bien été comprise par les industriels qui ne cessent de proposer de nouveaux outils numériques de prise en charge. La multitude des systèmes à notre disposition ouvre de nouveau champ de compétence avec la possibilité d'enregistrer et d'analyser certaines fonctions chez nos patients afin d'optimiser notre thérapeutique. Ces outils sont intéressants sur le plan clinique et fonctionnel, même s'il faut garder à l'esprit notre regard critique sur ce qui est proposé sur le marché. Ces outils révolutionnaires continuent et continueront de transformer la manière dont les soins dentaires sont dispensés, offrant des avantages significatifs pour tous les acteurs du secteur.

C'est dans cette optique que s'articule ce rapport de cas avec l'utilisation des outils de CFAO en combinaison avec des méthodes plus conventionnelles que le numérique n'égale pas pour le moment (empreintes secondaires et empreinte piézographique physico-chimiques). Cette méthode a permis de concevoir deux projets prothétiques aux configurations différentes qui une fois imprimés par impression 3D ont pu être testés chez le patient avec des tests fonctionnels via le protocole MAC2. L'emploi concomitant des systèmes neuro-musculo-cinétiques (Teethan® et JMAOptic®) a servi à réaliser une comparaison des données recueillies. L'interprétation de ces données a ensuite offert la possibilité de sélectionner l'essayage présentant les meilleurs résultats musculaires et cinétiques pour la réalisation des prothèses d'usage. L'ensemble du procédé permet ainsi de sélectionner la meilleure prothèse pour le patient sur le plan neuro-fonctionnel.

## Table des tableaux

TABLEAU 1 : SURFACES D'APPUI FAVORABLES.....	23
TABLEAU 2 : SURFACES D'APPUI DEFAVORABLES .....	24
TABLEAU 3 : COMPARAISON SANS REHABILITATION PROTHETIQUE, AVEC L'ESSAYAGE 1 ET L'ESSAYAGE 2 SELON LES TROIS CRITERES DE L'ACTIVITE MUSCULAIRE DU PROTOCOLE MAC2 .....	42
TABLEAU 4 : COMPARAISON SANS REHABILITATION PROTHETIQUE, AVEC L'ESSAYAGE 1 ET L'ESSAYAGE 2 SELON LE CRITERE DE TONUS MUSCULAIRE (MAC1A) .....	44
TABLEAU 5 : COMPARAISON SANS REHABILITATION PROTHETIQUE, AVEC L'ESSAYAGE 1 ET L'ESSAYAGE 2 SELON LE CRITERE DE SYNCHRONISME MUSCULAIRE (MAC1B).....	45
TABLEAU 6 : COMPARAISON SANS REHABILITATION PROTHETIQUE, AVEC L'ESSAYAGE 1 ET L'ESSAYAGE 2 SELON LE CRITERE D'EFFICACITE MUSCULAIRE (MAC1C).....	46
TABLEAU 7 : COMPARAISON SANS REHABILITATION PROTHETIQUE, AVEC L'ESSAYAGE 1 ET L'ESSAYAGE 2 SELON LE CRITERE DE L'ESPACE LIBRE D'INOCCLUSION (MAC2A) .....	48
TABLEAU 8 : COMPARAISON SANS REHABILITATION PROTHETIQUE, AVEC L'ESSAYAGE 1 ET L'ESSAYAGE 2 SELON LE CRITERE DE L'AMPLITUDE DU MOUVEMENT MANDIBULAIRE (MAC2B) .....	49

## Table des figures

FIGURE 1 : TAUX D'INCIDENCE ET DE MORTALITE SELON LA CLASSE D'AGE EN FRANCE METROPOLITAINE EN 2018 DES CANCERS DE LA CAVITE BUCCALE (20) .....	14
FIGURE 2 : MUSCLES DE LA LANGUE (35).....	18
FIGURE 3 : REPRESENTATION SCHEMATIQUE DES ZONES PHONETIQUES (42) .....	19
FIGURE 4 (A,B,C) : EMPREINTE PIEZOGRAPHIQUE.....	25
FIGURE 5 : PHOTOGRAPHIE ENDO-BUCCALE ARCADE MANDIBULAIRE .....	33
FIGURE 6 : PHOTOGRAPHIE ENDO-BUCCALE ARCADE MAXILLAIRE .....	33
FIGURE 7 : EMPREINTES PRIMAIRES A L'ALGINATE.....	35
FIGURE 8 : EMPREINTES SECONDAIRES A L'IMPREGUM A LA MANDIBULE ET A LA PERMADYNE BLEUE AU MAXILLAIRE.....	35
FIGURE 9 : MODELE MANDIBULAIRE EN PLATRE AVEC LAME DE BRILL .....	36
FIGURE 10 : MONTAGE SUR ARTICULATEUR DES MODELES NUMERIQUES .....	37
FIGURE 11 : MATCHING NUMERIQUE DES MODELES AVEC L'EMPREINTE PIEZOGRAPHIQUE.....	37
FIGURE 12 : MONTAGE DES DENTS SELON L'EMPREINTE PIEZOGRAPHIQUE RESPECTANT LA ZONE NEUTRE .....	37
FIGURE 13 : IMPRIMANTE 3D NEXTDENT 5100® ET RESINE NEXTDENT TRY-IN® .....	38
FIGURE 14 : RESINE NEXTDENT C&B MFH® ET RESINE NEXTDENT DENTURE 3D+® .....	39
FIGURE 15 : PROTOCOLE MAC2 .....	40
FIGURE 16 : CHRONOLOGIE DES EVENEMENTS .....	41
FIGURE 17 : SITUATION FINALE LORS DU RENDEZ-VOUS DE CONTROLE A UNE SEMAINE.....	50

## Bibliographie

1. Warnakulasuriya S. Global epidemiology of oral and oropharyngeal cancer. *Oral Oncol.* avr 2009;45(4-5):309-16.
2. Beumer III J, Marunick MT, Esposito SJ. *Maxillofacial Rehabilitation: Prosthodontic and Surgical Management of Cancer-Related, Acquired and Congenital Defects of the Head and Neck.* edition 3. Chicago: Quintessence Publishing Company; 2011. 452 p.
3. Pfister DG, Spencer S, Adelstein D, Adkins D, Anzai Y, Brizel DM, et al. Head and Neck Cancers, Version 2.2020, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J Natl Compr Canc Netw.* juill 2020;18(7):873-98.
4. Ihara Y, Tashimo Y, Nozue S, Iizumi Y, Fukunishi Y, Saito Y, et al. Changes in Oral Function and Quality of Life in Tongue Cancer Patients Based on Resected Area. *Asian Pac J Cancer Prev.* 1 août 2021;22(8):2549-57.
5. Guerin-Lebailly C, Mallet Y, Lambour V, Fournier C, Bedoui SE, Van JT, et al. Functional and sensitive outcomes after tongue reconstruction: About a series of 30 patients. *Oral Oncol.* mars 2012;48(3):272-7.
6. Davis JW, Lazarus C, Logemann J, Hurst PS. Effect of a maxillary glossectomy prosthesis on articulation and swallowing. *J Prosthet Dent.* juin 1987;57(6):715-9.
7. Kimata Y, Sakuraba M, Hishinuma S, Ebihara S, Hayashi R, Asakage T, et al. Analysis of the Relations Between the Shape of the Reconstructed Tongue and Postoperative Functions After Subtotal or Total Glossectomy: The Laryngoscope. mai 2003;113(5):905-9.
8. Barrowman R, Wilson P, Wiesenfeld D. Oral rehabilitation with dental implants after cancer treatment: Dental implants after cancer treatment. *Aust Dent J.* juin 2011;56(2):160-5.
9. Fahmy FM, Kharat DU. A study of the importance of the neutral zone in complete dentures. 1990;64(4):4.
10. Al-Magaleh WR, Swelem AA, Abdelnabi MH, Mofadhil A. Effect on patient satisfaction of mandibular denture tooth arrangement in the neutral zone. *J Prosthet Dent.* mars 2019;121(3):440-6.
11. Fahmi FM. The position of the neutral zone in relation to the alveolar ridge. *J Prosthet Dent.* juin 1992;67(6):805-9.
12. Yoshi S, Sumita Y, Hattori M, Ohbayashi N, Kurabayashi T, Taniguchi H. The Morphological Evaluation of Denture Space in Glossectomy Patients. 2016;39(2):8.
13. Nalamliang N, Sumonsiri P, Thongudomporn U. Masticatory performance is influenced by masticatory muscle activity balance and the cumulative occlusal contact area. *Arch Oral Biol.* juin 2021;126:105113.
14. Namaki S, Matsumoto M, Ohba H, Tanaka H, Koshikawa N, Shinohara M. Masticatory efficiency before and after surgery in oral cancer patients: comparative study of glossectomy, marginal mandibulectomy and segmental mandibulectomy. *J Oral Sci.* 2004;46(2):113-7.
15. Destruhaut F, Rignon-Bret C, Dubuc A, Pomar P, Hennequin A, Combadazou JC, et al. Surface electromyography and mandibular motion recording input in prosthetic rehabilitation of segmental mandibulectomy: The MAC2 protocol. *Int J Maxillofac Prosthet.* 1 avr 2021;4(1):47-54.
16. Institut National du Cancer. Qu'est-ce qu'un cancer ? [Internet]. 2023 [cité 12 janv 2023]. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr>
17. Organisation Mondiale de la Santé. Cancer [Internet]. 2023 [cité 13 janv 2023]. Disponible sur: <https://www.who.int/fr>

18. Ligue Nationale Contre Le Cancer. Les cancers des voies aérodigestives supérieures [Internet]. 2023 [cité 12 janv 2023]. Disponible sur: [https://www.ligue-cancer.net/article/26099\\_cancer-de-la-levre-de-la-bouche-et-du-larynx](https://www.ligue-cancer.net/article/26099_cancer-de-la-levre-de-la-bouche-et-du-larynx)
19. Defossez G, Le Guyader-Peyrou S, Uhry Z, Grosclaude P, Remontet L, Colonna M, et al. Estimations nationales de l'incidence et de la mortalité par cancer en France métropolitaine entre 1990 et 2018 - Étude à partir des registres des cancers du réseau Francim - Résultats préliminaires - Synthèse [Internet]. Saint-Maurice : Santé publique France; 2019. 20 p. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr> ; <https://www.santepubliquefrance.fr>
20. Guizard AV, Hammas K, Lecoffre C, De Brauer C, Coureau G, Trétarre B, et al. Survie des personnes atteintes de cancer en France métropolitaine 1989-2018 - Cavité buccale [Internet]. Boulogne-Billancourt: Institut national du cancer; 2020. 12 p. Disponible sur: <https://www.e-cancer.fr> ; <https://www.santepubliquefrance.fr>
21. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, Laversanne M, Soerjomataram I, Jemal A, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin.* mai 2021;71(3):209-49.
22. Ferlay J, Ervik M, Lam F, Colombet M, Mery L, Piñeros M, et al. Global Cancer Observatory: Cancer Today [Internet]. 2023 [cité 12 janv 2023]. Disponible sur: <https://gco.iarc.fr>
23. Gupta S, Gupta R, Sinha D, Mehrotra R. Relationship between type of smokeless tobacco & risk of cancer: A systematic review. *Indian J Med Res.* 2018;148(1):56.
24. Mello FW, Melo G, Pasetto JJ, Silva CAB, Warnakulasuriya S, Rivero ERC. The synergistic effect of tobacco and alcohol consumption on oral squamous cell carcinoma: a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig.* juill 2019;23(7):2849-59.
25. Marshall JR, Boyle P. Nutrition and oral cancer. *Cancer Causes Control.* janv 1996;7(1):101-11.
26. Latino-Martel P, Druesne-Pecollo N, Dumond A. Facteurs nutritionnels et risque de cancer de la cavité buccale. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* juin 2011;112(3):155-9.
27. Warnakulasuriya S, Johnson Newell W, Van Der Waal I. Nomenclature and classification of potentially malignant disorders of the oral mucosa: Potentially malignant disorders. *J Oral Pathol Med.* 26 juill 2007;36(10):575-80.
28. Walboomers JMM, Jacobs MV, Manos MM, Bosch FX, Kummer JA, Shah KV, et al. Human papillomavirus is a necessary cause of invasive cervical cancer worldwide. *J Pathol.* sept 1999;189(1):12-9.
29. Mork J, Koskela P, Lehtinen M. Human Papillomavirus Infection as a Risk Factor for Squamous-Cell Carcinoma of the Head and Neck. *N Engl J Med.* 2001;
30. Thaunat O, Morelon E. Cancers et immunosuppression : effet pro- et antitumoral des traitements immunosuppresseurs. *Néphrologie Thérapeutique.* mars 2005;1(1):23-30.
31. Fricain JC. *Chirurgie orale.* 2<sup>e</sup> éd. Paris: Espace ID; 2018. 530 p.
32. Dridi S, Ejeil A, Gaultier F, Mayer J. *La Gencive pathologique de l'enfant à l'adulte - Diagnostics et thérapeutiques.* Paris: Espace ID; 2016. 242 p.
33. Sawaki M, Shien T, Iwata H. TNM classification of malignant tumors (Breast Cancer Study Group). *Jpn J Clin Oncol.* 1 mars 2019;49(3):228-31.
34. Zhu H, Doğan BE. American Joint Committee on Cancer's Staging System for Breast Cancer, Eighth Edition: Summary for Clinicians. *Eur J Breast Health.* 25 juin 2021;17(3):234-8.
35. Baker E, Schuenke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. Muscles de la langue. In: *Anatomie tête et cou en odontostomatologie.* Médecine Sciences Publications. Paris: Lavoisier; 2012. p. 205.

36. McConnel F, Logemann J, Rademaker A, Pauloski B, Baker S, Lewin J, et al. Surgical variables affecting postoperative swallowing efficiency in oral cancer patients: A pilot study. *The Laryngoscope*. janv 1994;104(1):87-90.
37. LaBlance GR, Kraus K, Steckol KF. Rehabilitation of swallowing and communication following glossectomy. *Rehabil Nurs Off J Assoc Rehabil Nurses*. 1991;16(5):266-70.
38. Carvalho V de, Sennes LU. Speech and Swallowing Data in Individual Patients Who Underwent Glossectomy after Prosthetic Rehabilitation. *Int J Dent*. 2016;2016:1-11.
39. Schramm VL, Johnson JT, Myers EN. Skin grafts and flaps in oral cavity reconstruction. *Arch Otolaryngol Chic Ill* 1960. mars 1983;109(3):175-7.
40. Pauloski BR, Rademaker AW, Logemann JA, Colangelo LA. Speech and swallowing in irradiated and nonirradiated postsurgical oral cancer patients. *Otolaryngol--Head Neck Surg Off J Am Acad Otolaryngol-Head Neck Surg*. mai 1998;118(5):616-24.
41. Hüe O, Berteretche MV. Les principes d'empreintes. In: *Prothèse complète: réalité clinique, solutions thérapeutiques*. Paris: Quintessence international; 2004.
42. Straka G. *Album phonétique*. Presses de l'Université Laval. Québec; 1965.
43. Gillis RE, Leonard RJ. Prosthetic treatment for speech and swallowing in patients with total glossectomy. *J Prosthet Dent*. déc 1983;50(6):808-14.
44. Rentschler GJ, Mann MB. The effects of glossectomy on intelligibility of speech and oral perceptual discrimination. *J Oral Surg Am Dent Assoc* 1965. mai 1980;38(5):348-54.
45. Georgian DA, Logemann JA, Fisher HB. Compensatory articulation patterns of a surgically treated oral cancer patient. *J Speech Hear Disord*. mai 1982;47(2):154-9.
46. Massengill R, Maxwell S, Pickrell K. A swallowing characteristic noted in a glossectomy patient. Case report. *Plast Reconstr Surg*. janv 1970;45(1):89-91.
47. Michi K, Imai S, Yamashita Y, Suzuki N. Improvement of speech intelligibility by a secondary operation to mobilize the tongue after glossectomy. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg*. mai 1989;17(4):162-6.
48. Vibert JF. Le système gustatif. In: *Neurophysiologie*. 3<sup>e</sup> éd. Issy-les-Moulineaux Cedex: Elsevier Masson SAS; 2019. p. 179-84.
49. Hovan AJ, Williams PM, Stevenson-Moore P, Wahlin YB, Ohrn KEO, Elting LS, et al. A systematic review of dysgeusia induced by cancer therapies. *Support Care Cancer Off J Multinatl Assoc Support Care Cancer*. août 2010;18(8):1081-7.
50. Bernhardson BM, Tishelman C, Rutqvist LE. Chemosensory changes experienced by patients undergoing cancer chemotherapy: a qualitative interview study. *J Pain Symptom Manage*. oct 2007;34(4):403-12.
51. Porter SR, Fedele S, Habbab KM. Taste dysfunction in head and neck malignancy. *Oral Oncol*. juin 2010;46(6):457-9.
52. Shibahara T, Eizou T, Katakura A. Evaluation of Taste Sensation Following Tongue Reconstruction by Microvascular Forearm Free Flap. *J Oral Maxillofac Surg*. mai 2005;63(5):618-22.
53. Tomita S, Terao Y, Hatano T, Nishimura R. Subtotal glossectomy preserving half the tongue base prevents taste disorder in patients with tongue cancer. *Int J Oral Maxillofac Surg*. sept 2014;43(9):1042-6.
54. Duparc F, Dupont S, Montaudon M. Appareil digestif. In: *Manuel d'anatomie descriptive, fonctionnelle et clinique*. Issy-les-Moulineaux Cedex: Elsevier Masson SAS; 2022. p. 1003-122.
55. Aimaijiang Y, Otomaru T, Taniguchi H. Relationships between perceived chewing ability, objective masticatory function and oral health-related quality of life in mandibulectomy or glossectomy patients with a dento-maxillary prosthesis. *J Prosthodont Res*. avr 2016;60(2):92-7.

56. Kudoh M. Longitudinal assessment of articulatory and masticatory functions following glossectomy for tongue carcinoma. *Kokubyo Gakkai Zasshi*. mars 2010;77(1):27-34.
57. Bohnenkamp DM, Garcia LT. Phonetics and tongue position to improve mandibular denture retention: a clinical report. *J Prosthet Dent*. nov 2007;98(5):344-7.
58. Rosenthal DI, Lewin JS, Eisbruch A. Prevention and treatment of dysphagia and aspiration after chemoradiation for head and neck cancer. *J Clin Oncol Off J Am Soc Clin Oncol*. 10 juin 2006;24(17):2636-43.
59. Cohen EEW, LaMonte SJ, Erb NL, Beckman KL, Sadeghi N, Hutcheson KA, et al. American Cancer Society Head and Neck Cancer Survivorship Care Guideline. *CA Cancer J Clin*. mai 2016;66(3):203-39.
60. Cöttert HS, Aras E. Mastication, deglutition and speech considerations in prosthodontic rehabilitation of a total glossectomy patient. *J Oral Rehabil*. janv 1999;26(1):75-9.
61. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg*. août 1988;17(4):232-6.
62. Lejoyeux J, Ogolnik R. Resorption and the complete edentation - 2ème partie. *Cah Prothese*. avr 1974;(6):79-93.
63. Rignon-Bret C, Lam A. La chirurgie préprothétique chez l'édenté total : chirurgie des tissus mous. *Strat Prothétique*. 2020;20.
64. Lam A, Rignon-Bret C. La chirurgie préprothétique chez l'édenté total : chirurgie des tissus durs. *Strat Prothétique*. 2020;20.
65. Lamrous F, Abderrahman N, Abdmeziem M. Surfaces polies stabilisatrices : profils et rôles. *Strat Prothétique*. 2020;20.
66. Fauchard P. Le chirurgien dentiste, ou traité des dents, où l'on enseigne les moyens de les entretenir propres & saines, de les embellir, d'en réparer la perte & de remédier à leurs maladies, à celles des gencives ... 3<sup>e</sup> éd. Paris: Servieres; 1786.
67. Fish W. Using the Muscles to Stabilize the Full Lower Denture. *J Am Dent Assoc*. déc 1933;20(12):2163-9.
68. Russell AF. The reciprocal lowel complete denture. *J Prosthet Dent*. mars 1959;9(2):180-90.
69. Klein P. Piezography: dynamic modeling or prosthetic volume. 1974. 28:266-342.
70. Klein P. Some definitions for better understanding of piezography. *Inf Dent*. 1989;71:2519-42.
71. Ohkubo C, Shimpo H, Tokue A, Park EJ, Kim TH. Complete denture fabrication using piezography and CAD-CAM: A clinical report. *J Prosthet Dent*. mars 2018;119(3):334-8.
72. Regragui A, Sefrioui A, Benfdil F, Benamar A, Abdedine A. Couloir prothétique et gérodonologie : traitement simple pour une stabilité optimum. *Actual Odonto-Stomatol*. juin 2012;(258):161-73.
73. Pompignoli M, Doukhan JY, Raux D, Irsa A. Prothèse complète: clinique et laboratoire. 5e éd. [revue et mise à jour]. Rueil-Malmaison: Éditions CdP; 2017. (Guide clinique).
74. Dubojska AM, White GE, Pasiek S. The importance of occlusal balance in the control of complete dentures. *Quintessence Int Berl Ger* 1985. juin 1998;29(6):389-94.
75. Hüe O, Berteretche MV. Le choix et le montage des dents postérieures. In: *Prothèse complète: réalité clinique, solutions thérapeutiques*. Paris: Quintessence international; 2004.
76. Sikkou K, Abdelkoui A, Merzouk N, Berrada S. Prévenir la résorption osseuse pour une meilleure intégration des réhabilitations prothétiques amovibles complètes. *Actual Odonto-Stomatol*. déc 2016;(280):2.

77. Mehr K. Surface electromyography in orthodontics – a literature review. *Med Sci Monit.* 2013;19:416-23.
78. Bertozzi N, Bianchi B, Salvagni L, Raposio E. Activity Evaluation of Facial Muscles by Surface Electromyography: *Plast Reconstr Surg - Glob Open.* oct 2020;8(10):e3081.
79. Cárdenas H, Ogalde A. Relationship Between Occlusion and EMG Activity of the Masseter Muscles During Clenching at Maximal Intercuspal Position: A Comparative Study Between Prognathics and Controls. *CRANIO®.* avr 2002;20(2):99-104.
80. Manfredini D, Cocilovo F, Favero L, Ferronato G, Tonello S, Guarda-Nardini L. Surface electromyography of jaw muscles and kinesiographic recordings: diagnostic accuracy for myofascial pain. *J Oral Rehabil.* nov 2011;38(11):791-9.
81. Berni KC dos S, Dibai-Filho AV, Pires PF, Rodrigues-Bigaton D. Accuracy of the surface electromyography RMS processing for the diagnosis of myogenous temporomandibular disorder. *J Electromyogr Kinesiol Off J Int Soc Electrophysiol Kinesiol.* août 2015;25(4):596-602.
82. Atchison KA, Dolan TA. Development of the Geriatric Oral Health Assessment Index. *J Dent Educ.* nov 1990;54(11):680-7.
83. Koshino H, Hirai T, Toyoshita Y, Yokoyama Y, Tanaka M, Iwasaki K, et al. Development of New Food Intake Questionnaire Method for Evaluating the Ability of Mastication in Complete Denture Wearers. *Prosthodont Res Pract.* 2008;7(1):12-8.
84. Sato H, Fueki K, Sueda S, Sato S, Shiozaki T, Kato M, et al. A new and simple method for evaluating masticatory function using newly developed artificial test food. *J Oral Rehabil.* janv 2003;30(1):68-73.
85. Destruhaut F, Hourset M, Vidal L, Naveau A, Champion B, Hennequin A, et al. Apport de l'électromyographie en prothèse maxillo-faciale. *Cah Prothèse.* mars 2020;189.
86. Hugger S, Schindler HJ, Kordass B, Hugger A. Clinical relevance of surface EMG of the masticatory muscles. (Part 1): Resting activity, maximal and submaximal voluntary contraction, symmetry of EMG activity. *Int J Comput Dent.* 2012;15(4):297-314.
87. Stepp CE. Surface electromyography for speech and swallowing systems: measurement, analysis, and interpretation. *J Speech Lang Hear Res JSLHR.* août 2012;55(4):1232-46.
88. Hagio M, Ishizaki K, Ryu M, Nomura T, Takano N, Sakurai K. Maxillofacial prosthetic treatment factors affecting oral health-related quality of life after surgery for patients with oral cancer. *J Prosthet Dent.* avr 2018;119(4):663-70.
89. Cullati F, Mapelli A, Beltramini G, Codari M, Pimenta Ferreira CL, Baj A, et al. Surface electromyography before and after orthognathic surgery and condylectomy in active laterognathia: a case report. *Eur J Paediatr Dent.* juin 2017;18(2):131-8.
90. Baker EW, Bourjat P, Voll M, Wesker K. Anatomie tête et cou en odontostomatologie. Paris: Médecine sciences publications-[Lavoisier]; 2011.
91. Orthlieb J, Mantout B. Cinématique mandibulaire. *Encycl Med Chir Stomatol.* 1997;22-009-A-08.
92. Sharma V, Paliwal J, Dadarwal A, Meena KK. Guidance Prosthesis for Partial Mandibulectomy Patients: A Case Series. *Cureus.* oct 2022;14(10):e30132.
93. Destruhaut F, Dichamp J, Hennequin A, Vigarios E, Pomar P. Rééducation fonctionnelle mandibulaire et patients à besoin spécifique en cancérologie oro-faciale. *Inf Dent.* 2016;17.
94. Frascaria M, Pietropaoli D, Casinelli M, Cattaneo R, Ortu E, Monaco A. Neutral zone recording in computer-guided implant prosthesis: A new digital neuromuscular approach. *Clin Exp Dent Res.* déc 2019;5(6):670-6.

95. Awuti S, Wang TM, Ariani N, Naveau A, Somogyi-Ganss E, Hattori M, et al. Piezography approach to denture fabrication for a partial glossectomy patient: A clinical report. *Int J Maxillofac Prosthet.* 1 avr 2021;4(1):37-42.
96. Beresin E. The neutral zone in complete dentures. *J Prosthet Dent.* 1976;12.
97. Goodacre BJ, Goodacre CJ, Baba NZ, Kattadiyil MT. Comparison of denture base adaptation between CAD-CAM and conventional fabrication techniques. *J Prosthet Dent.* août 2016;116(2):249-56.
98. Goodacre BJ, Goodacre CJ, Baba NZ, Kattadiyil MT. Comparison of denture tooth movement between CAD-CAM and conventional fabrication techniques. *J Prosthet Dent.* janv 2018;119(1):108-15.
99. AlHelal A, AlRumaih HS, Kattadiyil MT, Baba NZ, Goodacre CJ. Comparison of retention between maxillary milled and conventional denture bases: A clinical study. *J Prosthet Dent.* févr 2017;117(2):233-8.
100. AlRumaih HS, AlHelal A, Baba NZ, Goodacre CJ, Al-Qahtani A, Kattadiyil MT. Effects of denture adhesive on the retention of milled and heat-activated maxillary denture bases: A clinical study. *J Prosthet Dent.* sept 2018;120(3):361-6.
101. Ayman AD. The residual monomer content and mechanical properties of CAD\CAM resins used in the fabrication of complete dentures as compared to heat cured resins. *Electron Physician.* juill 2017;9(7):4766-72.
102. Steinmassl PA, Wiedemair V, Huck C, Klaunzer F, Steinmassl O, Grunert I, et al. Do CAD/CAM dentures really release less monomer than conventional dentures? *Clin Oral Investig.* juin 2017;21(5):1697-705.
103. Al-Dwairi ZN, Tahboub KY, Baba NZ, Goodacre CJ. A Comparison of the Flexural and Impact Strengths and Flexural Modulus of CAD/CAM and Conventional Heat-Cured Polymethyl Methacrylate (PMMA). *J Prosthodont Off J Am Coll Prosthodont.* avr 2020;29(4):341-9.
104. Steinmassl O, Offermanns V, Stöckl W, Dumfahrt H, Grunert I, Steinmassl PA. In Vitro Analysis of the Fracture Resistance of CAD/CAM Denture Base Resins. *Mater Basel Switz.* 8 mars 2018;11(3):401.
105. Saponaro PC, Yilmaz B, Johnston W, Heshmati RH, McGlumphy EA. Evaluation of patient experience and satisfaction with CAD-CAM-fabricated complete dentures: A retrospective survey study. *J Prosthet Dent.* oct 2016;116(4):524-8.
106. Baba NZ, Goodacre BJ, Goodacre CJ, Müller F, Wagner S. CAD/CAM Complete Denture Systems and Physical Properties: A Review of the Literature. *J Prosthodont.* mai 2021;30(S2):113-24.
107. Chebib N, Kalberer N, Srinivasan M, Maniewicz S, Perneger T, Müller F. Edentulous jaw impression techniques: An in vivo comparison of trueness. *J Prosthet Dent.* avr 2019;121(4):623-30.
108. Dings JPJ, Merkx MAW, de Clonie Maclennan-Naphausen MTP, van de Pol P, Maal TJJ, Meijer GJ. Maxillofacial prosthetic rehabilitation: A survey on the quality of life. *J Prosthet Dent.* nov 2018;120(5):780-6.
109. Hüe O, Berteretche MV. Prothèse complète: réalité clinique, solutions thérapeutiques. Paris Berlin Chicago [etc.]: Quintessence international; 2003.

Vu, le Président du Jury,  
Date, Signature :

Vu, la Directrice de l'UFR des Sciences Odontologiques,  
Date, Signature :

Vu, le Président de l'Université de Bordeaux,  
Date, Signature :

## Collège des Sciences de la Santé

### UFR des Sciences Odontologiques

# Serment

En présence de mes Maîtres et de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de l'art dentaire.

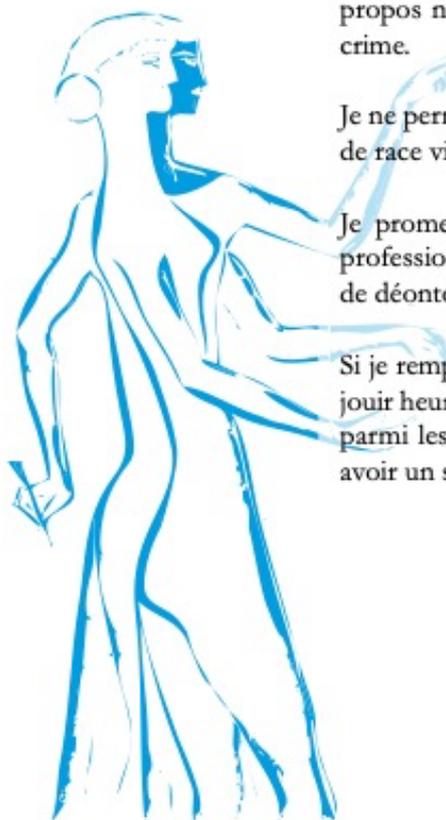
Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un honoraire au-dessus de mon travail. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés. Admis à l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe.

Mes connaissances et mon état ne serviront ni à diffuser des propos non avérés, ni à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des conditions de croyance, de nation et de race viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Je promets et je jure de conformer strictement ma conduite professionnelle aux principes et aux règles prescrites par le code de déontologie.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes. Si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.



**Titre : Optimisation numérique du montage des dents chez un patient édenté complet avec glossectomie partielle : rapport de cas**

**Résumé :**

*L'objectif de ce rapport de cas était de décrire l'utilisation d'une empreinte piézographique associée à la conception et à la fabrication assistées par ordinateur pour le montage des dents et de décrire l'utilisation d'outils numériques d'analyses neuro-musculo-cinétiques.*

*Un patient édenté, ayant subi une hémiglossectomie et dont la mandibule était fortement résorbée, a consulté pour une réhabilitation par prothèse amovible complète afin d'améliorer sa fonction masticatoire et son élocution. Les modèles de travail, les cire d'occlusion et l'empreinte piézographique ont été scannés pour le travail prothétique numérique. Deux essayages numériques ont été réalisés en respectant la zone neutre : essai 1 avec articulé inversé postérieur et essai 2 sans articulé inversé. L'activité musculaire et la cinétique mandibulaire ont été enregistrées pour chaque essai selon le protocole MAC2 (six critères) : tonus musculaire, synchronisme de contraction, efficacité de contraction, espace libre d'inocclusion, amplitude du mouvement mandibulaire et vitesse d'ouverture/fermeture.*

*L'essai 2 a montré de meilleurs résultats que l'essai 1 pour tous les critères : tonus musculaire (respectivement 71% vs. 59%), synchronisme de contraction (79% vs. 75%), efficacité de contraction (85% vs. 77%), augmentation de l'amplitude de mouvement de 3,3 mm et meilleure vitesse d'ouverture/fermeture ( $0,35 \pm 0,12$  sec vs.  $0,57 \pm 0,14$  sec,  $p = 0,008$ ).*

*L'empreinte piézographique, associée à la CFAO, a permis de comparer deux conceptions prothétiques et de sélectionner l'essai donnant les meilleurs résultats neuro-musculo-cinétiques.*

**Mots clés :** *conception assistée par ordinateur ; fabrication assistée par ordinateur ; occlusion dentaire ; conception de prothèses ; électromyographie ; piézographie*

**Title : Digital optimization of teeth setup in an edentulous patient with partial glossectomy : a case report**

**Abstract :** *The purpose of this clinical report was to describe the use of a piezographic impression associated with computer-aided design and computer-aided manufacturing for teeth setup and to describe the use of digital tools for neuro-musculo-kinetic analyses.*

*An edentulous patient with hemiglossectomy and heavily resorbed mandible consulted for removable complete denture rehabilitation to improve their masticatory function and speech. Master casts, wax rims and piezographic impression were scanned for digital prosthetic work. Two digital try-ins were performed to respect the neutral zone: try-in 1 with posterior crossbite and try-in 2 without crossbite. Muscle activity and mandibular kinetics were performed for each try-in following the MAC2 protocol (six criteria): muscular tone, contraction synchrony, contraction efficiency, interocclusal rest distance, amplitude of mandibular movement and opening/closing velocity.*

*Try-in 2 showed better data than try-in 1 in all criteria: muscle tone (respectively 71% vs. 59%), contraction synchrony (79% vs. 75%), contraction efficiency (85% vs. 77%), an increase in range of motion of 3.3 mm, and a better velocity ( $0.35 \pm 0.12$  sec vs.  $0.57 \pm 0.14$  sec,  $p = 0.008$ ).*

*The piezographic impression, in combination with CAD-CAM, allowed the comparison of two prosthetic designs and the selection of the try-in with the best neuro-musculo-kinetic results.*

**Keywords :** *computer-aided design ; computer-aided manufacturing ; dental occlusion ; denture design ; electromyography ; piezography*