



HAL
open science

Santé orale chez le sujet âgé édenté : enjeux et perspectives en prothèse odontologique

Cindy Lance

► **To cite this version:**

Cindy Lance. Santé orale chez le sujet âgé édenté : enjeux et perspectives en prothèse odontologique. Santé. Université Clermont Auvergne [2017-2020], 2019. Français. NNT : 2019CLFAS014 . tel-02506753

HAL Id: tel-02506753

<https://theses.hal.science/tel-02506753v1>

Submitted on 12 Mar 2020

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.

**UNIVERSITE D'AUVERGNE
ECOLE DOCTORALE DES SCIENCES DE LA VIE, SANTE, AGRONOMIE,
ENVIRONNEMENT**

THESE

Pour obtenir le grade de
Docteur de l'Université d'Auvergne
Discipline : Odontologie

Cindy Batisse

**SANTE ORALE CHEZ LE SUJET AGE EDENTEE:
ENJEUX ET PERSPECTIVES EN PROTHESE ODONTOLOGIQUE**

Thèse dirigée par Mr le Professeur Emmanuel Nicolas

Soutenue le 16 décembre 2019

JURY

Mme le Professeur Sylvie Montal	Rapporteur externe
Mr le Professeur Philippe Pomar	Rapporteur externe
Mme le Professeur Martine Hennequin	Examineur
Mr le Professeur Jean-Luc Veyrone	Membre invité
Docteur Marie Agnès Peyron	Membre invité
Mme le Professeur Emmanuel Nicolas	Directeur

Remerciements

Résumé

Ce travail s'intéresse aux liens existants entre la santé bucco-dentaire de la personne âgée édentée et son alimentation. En effet, chez la personne âgée, une prise alimentaire régulière et diversifiée est à rechercher pour éviter une dénutrition protéino-énergétique. Cependant, la réhabilitation de l'édentement par prothèses amovibles n'optimise pas ou peu la diversification de l'alimentation. La mise en place d'implants par prothèse implanto-retendue ou portée reste restreinte au sein de cette population. A ce titre, une des solutions thérapeutiques envisageables est la transformation de la prothèse amovible en prothèse implanto-retendue par mini implants. L'impact de cette nouvelle procédure sur la fonction masticatoire et la qualité de vie orale des patients a été évaluée par une étude de suivi. Cette évaluation a montré que la prothèse implanto-retendue permet d'améliorer la capacité masticatoire du sujet et sa qualité de vie orale mais l'efficacité masticatoire reste bien en deçà de celle observée chez un sujet âgé denté.

Consécutivement, de nouvelles procédures thérapeutiques utilisant la CFAO (Conception et la Fabrication Assistée par Ordinateur) ont été développées et évaluées chez des sujets réhabilités au sein du service d'Odontologie du CHU Estaing. Les avantages qu'apporte la CFAO dans le maintien de la santé bucco-dentaire de la personne âgée ont ainsi été objectivés. Dans la continuité de ce travail, de nouvelles procédures CFAO de réhabilitation orale du sujet édenté sont actuellement en cours d'évaluation.

Par ailleurs une prise alimentaire de qualité implique la mise en jeu des différentes perceptions orales. Les interactions existantes entre l'altération de la santé bucco-dentaire chez la personne âgée, la mastication et les perceptions orosensorielles sont donc mises en évidence par une revue de littérature. Des facteurs impactant la prise alimentaire de la personne âgée sont également identifiés. L'objectif à terme est de travailler sur les caractéristiques de l'aliment consommé (nature et texture) pour faciliter sa mastication, modifier sa perception orosensorielle et donc certainement favoriser sa consommation.

Summary

This work aimed at examining the links between oral health and diet in the edentulous elderly population. Indeed, the elderly need regular and diversified food intake to prevent protein-energy malnutrition. However, oral rehabilitation by removable dentures has little impact on food diversification and the use of implant-retained dentures or fixed implant-borne prostheses remains restricted in this population. In this context, one possible therapeutic solution is to use prosthesis retained by mini-implants to replace the removable prosthesis. The impact of this newly developed procedure on the patients' masticatory function and oral quality of life was evaluated with a follow-up study. This evaluation showed that implant-retained prostheses did improve the masticatory ability of subjects and their oral quality of life, but the masticatory efficiency remained well below the one observed in elderly dentate subjects.

Subsequently, new therapeutic procedures using CAD/CAM (Design and Computer Aided Manufacturing) were developed and evaluated in rehabilitated subjects in the Odontology Department of the Estaing Hospital. The benefits of CAD/CAM in maintaining the elderly's oral health were thus highlighted. As a follow-up, new CAD/CAM procedures for the oral rehabilitation of edentulous subjects are currently being evaluated.

Moreover, a high quality food intake involves different oral perceptions. In the elderly, the interactions between oral health impairment, chewing and oro-sensory perceptions were examined in a review of literature. Factors affecting the elderly's food intake were also identified. The ultimate goal is to define the characteristics of the food consumed by the elderly (nature and texture) to facilitate chewing, modify its oro-sensory perception and thus certainly promote its consumption

Table des matières

A. Introduction	12
B. Evaluation de la fonction masticatoire et de la qualité de vie orale des sujets réhabilités par PACIR stabilisées à l'aide de mini implants.....	16
a. Evaluation de la fonction masticatoire	16
1. Outils d'évaluation et modalités de mesure de la fonction de mastication	17
1.1. Les aliments tests	17
1.2. Les tests de mastication.....	18
2. Impact d'une PACIR stabilisée par mini implants sur la fonction masticatoire (EC 1 – PI 1).....	19
2.1. Plan expérimental.....	19
2.2. Résultats	20
2.2.1. Résultats préliminaires.....	20
2.2.1.1. Description générale de la population.....	20
2.2.1.2. Résultats de mastication de l'aliment carotte.....	20
2.2.1.3. Résultats de mastication des gélatines	22
2.2.2. Résultats à moyen terme	23
2.2.2.1. Description générale de la population.....	23
2.2.2.2. Résultats de mastication de l'aliment carotte.....	24
2.2.2.3. Résultats de mastication des gélatines	24
2.3. Discussion-Conclusion.....	26
b. Evaluation de la qualité de vie orale.....	27
1. Outil d'évaluation de la qualité de vie orale.....	27
3. Impact d'une PACIR stabilisée par mini implants sur la qualité de vie orale (EC 2 – PI 2).....	28
3.1. Plan expérimental.....	28
3.2. Résultats	29
3.2.1. Résultats à court terme.....	29
3.2.1.1. Description générale de la population.....	29
3.2.1.2. Influence du placement des MI sur la qualité de vie orale.....	29
3.2.1.3. Influence de facteurs sociodémographiques sur la qualité de vie orale .	31
3.2.1.4. Influence de la capacité masticatoire sur la qualité de vie orale	31
3.2.2. Résultats à moyen terme	32

3.3. Discussion-Conclusion.....	32
c. Synthèse des deux études cliniques	33
C. Développement et amélioration des thérapeutiques de prise en charge du sujet âgé édentés grâce à la Conception et la Fabrication Assistée par Ordinateur	34
1. Evolution et intégration de la CFAO en Médecine Bucco-Dentaire et perspectives	34
2. En quoi l'usage de la CFAO pourrait-il être intéressant pour les soins bucco-dentaires de la personne âgée ?	37
2.1. CFAO/Prothèse fixée ou mixte/ Personne âgée	37
2.2. CFAO/ PAC/ Personnes âgées	39
3. Nouvelles approches thérapeutiques par CFAO – perspectives de développement..	41
D. Interactions entre le vieillissement, la fonction de mastication et les perceptions oro-sensorielles	43
1. Santé bucco-dentaire et perceptions oro-sensorielles	44
1.1. Impact de la santé orale sur la gustation	44
1.2. Impact de l'hygiène bucco-dentaire sur la gustation.....	45
1.3. Impact d'une prothèse amovible sur la perception de l'aliment	45
1.3.1. Impact d'une prothèse amovible sur le goût	45
1.3.2. Impact d'une prothèse amovible sur les perceptions oro-sensorielles.....	46
2. Santé bucco-dentaire et mastication	47
3. Interrelations	48
3.1. Influence de la mastication sur la gustation	48
3.2. Influence du goût sur la mastication	48
4. Discussion- Perspectives	49
E. Conclusion	51
F. Références bibliographiques.....	52
G. Annexes.....	61
1. Publications Internationales.....	61
2. Publications Nationales.....	61

Liste des figures

Figure 1: Plan expérimental de EC 1 et PI 1.....	19
Figure 2: Comparaison de la capacité à mastiquer l'aliment carotte et de la variation de la D50 de la carotte entre T0 (avant traitement) et T1 (2-3 mois après traitement) pour chaque sujet de l'étude.	21
Figure 3 : Comparaison du nombre de cycles (figure 3a), de la durée de la séquence de mastication (figure 3b) et de la fréquence de mastication (figure 3c) entre T0 et T1 pour les gélatines vertes et bleues (moyennes et écart-types).....	23
Figure 4: Comparaison (test-t de Student) de la granulométrie (figure 4a), du nombre de cycles (figure 4b), de la durée de la séquence de mastication (figure 4c) et de la fréquence de mastication (figure 4d) entre T0, T1 et T2 pour la carotte (moyennes et écart-types).....	25
Figure 5: Comparaison du nombre de cycles, de la durée de la séquence de mastication et de la fréquence de mastication entre T1 et T2 pour les gélatines vertes (moyennes et écart-types).	26
Figure 6: Plan expérimental de EC 2 et PI 2.....	28
Figure 7: Moyennes des scores de GOHAI, tous sujets confondus, obtenus à T0 (avant la mise en place de MI), T1 (2 à 6 mois après la mise en place de MI), T2 (1 an après) et T3 (2-3 ans) (**p < 0,001 ; NS : non significatif).....	30
Figure 8: Comparaison entre les scores du GOHAI total à T0 (avant la mise en place de MI) et les moyennes des scores du GOHAI à T1, T2 et T3 (après la mise en place de MI) pour chaque sujet de l'étude.....	31
Figure 9: Illustration des possibilités thérapeutiques offertes grâce à la CFAO : 1)a, b, c : situation clinique initiale ; 2)a, b, c, d, e : situation clinique finale après restaurations de 13, 12, 11, 21, 22, 23, 37, 36, 35, 34, 33, 32, 31, 41, 42, 43 et 44 par couronnes ou bridges céramo-céramiques ; 46 et 47 par endo couronnes ; 14, 15, 16, 24, 25 et 26 par overlays.....	39
Figure 10: Apport du numérique à la PAC classique: a) Utilisation de gabarits; b) Usinage des bases des PAC dans des disques de résine PMMA puis collage des dents prothétiques.	40
Figure 11: Illustration de la Plaque Métallique de Connexion (PMC) grâce à un cas clinique : a) Examens clinique et radiographique ; b) Empreinte optique intra-buccale ; c) Modèle virtuel de travail au format STL ; d) CAO de la PMC ; e) Essai en bouche; f) Prothèse amovible totale implanto-retendue contenant la PMC.....	42
Figure 12: Eléments impliqués dans la perception de l'aliment.....	43
Figure 13: Les principaux facteurs influençant la prise alimentaire.....	50

Liste des tableaux

Tableau 1: Comparaison des paramètres de mastication de l'aliment carotte entre T0 et T1 (test t, $\alpha=0,05$, NS : non significatif).....	21
Tableau 2: Comparaison des paramètres de mastication entre la gélatine bleue (aliment mou) et la gélatine verte (aliment plus dur) à T0 (avant réhabilitation implantaire) et à T1 (après réhabilitation implantaire) ($\alpha=0,05$; NS : non significatif).	22
Tableau 3: Comparaison des scores de GOHAI obtenus à T0 (avant réhabilitation implantaire) et à T4 (4 ans et plus après réhabilitation implantaire) ($\alpha=0,05$; NS : non significatif).	32

Liste des abréviations

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

CCTIRS : Comité Consultatif sur le Traitement de l'Information en matière de Recherche dans le domaine de la Santé

CFAO : Conception et la Fabrication Assistée par Ordinateur

CNIL : Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés

EMG : Electromyographie

GOHAI: General Oral Health Assessment Index

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

MI : Mini Implant

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

OSA: Oral Stereognostic Ability

PA: Prothèse Amovible

PAC : Prothèse Amovible Complète

PACIR : Prothèses Amovibles Complètes Implanto-Retenues

PMC : Plaque Métallique de Connexion

Valorisation par la publication

Publications Internationales

PI 1: Batisse C, Bonnet G, Veyrune JL, Bessadet M, Hennequin M, Peyron MA, Nicolas E. Stabilization of mandibular complete denture by four mini implants: impact on masticatory function. *J Dent.* 2016 Jul;50:43–50.

PI 2: Batisse C, Bonnet G, Veyrune JL, Nicolas E, Bessadet M. Predictive parameters of oral health quality of life in complete mandibular denture wearers stabilized by mini-implants: a two-year follow-up study. *Materials (Basel).* 2017 Oct 19;10(10).

PI 3 : Batisse C, Bessadet M, Decerle N, Nicolas E, Veyrune JL. Ceramo-Metal Crown or Cad-Cam rehabilitation: Patient and practitioner appraisal. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* Dec 2014;2(4):159-65.

PI 4 : Batisse C, Bonnet G, Bongert P, Gourrier Y, Bessadet M, Veyrune JL. Optical impression and Removable partial denture: an accurate and actual solution? *J Dent Oral Health.* 2017 May;3(6).

PI 5: Bonnet G, Batisse C, Bessadet M, Nicolas E, Veyrune JL. A new digital denture procedure: a first practitioners appraisal. *BMC Oral Health.* 2017 Dec 20;17(1):155.

PI 6: Bonnet G, Batisse C, Travers C, Bessadet M. Integration of CAD/CAM technology in Global Dental Prosthetic treatment: A Case Report. *International Multispecialty Journal of Health (IMJH).* 2016 Feb; 2(2):9-12.

PI 7: Batisse C, Bonnet G, Eschevins C, Hennequin M, Nicolas E. The influence of oral health on patients' food perception: a systematic review. *J Oral Rehabil.* 2017 Jun. [Epub ahead of print].

Publications Nationales

PN 1 : Bonnet G, Batisse C, Bessadet M, Veyrune JL, Nicolas E. Les réhabilitations orales par Prothèses Amovibles sont-elles encore d'actualité ? Revue de Presse : Information Dentaire n°9 Vol.98, 5 - 2016.

PN 2 : Batisse C, Bonnet G, Bessadet M, Veyrune JL, Nicolas E. Évaluation de la mastication de sujets porteurs d'une prothèse amovible complète : intérêt de la stabilisation par 4 mini-implants symphysaires, Cahiers de prothèse,175:38-47, 2016.

PN 3 : Batisse C, Bonnet G, Bessadet M, Veyrune JL, Nicolas E. CFAO et prothèse amovible partielle : le point en 2015. Le Chirurgien Dentiste de France. 1687-1688 - 2015.

PN 4 : Bonnet G, Batisse C, Bongert P, Gourrier Y, Philippon C, Bessadet M, Veyrune JL, Nicolas E. Empreinte optique et Prothèse Amovible Partielle. Le Dentoscope, 2016.

PN 5 : Bonnet G, Batisse C, Bessadet M, Philippon C, Nicolas E, Veyrune, JL. Prothèse amovible complète: Le système Ivoclar-Wieland Digital Denture, évolution ou révolution ? Cahiers de Prothèse 2017;178:30-41.

PN 6: Bessadet M, Bonnet G, Batisse C, Veyrune JL. Empreinte optique et CFAO dans le traitement des dysmorphoses. L'exemple de la trisomie 21. L'Information Dentaire n°29 Vol.96, 32-39 – 2014.

PN 7 :Bonnet G, Batisse C, Veyrune JL, Collado V, Bessadet M. Prothèse et patients à besoins spécifiques ? Yes we can ! Information Dentaire n°17 Vol.98-27, 2016.

PN 8 : Batisse C, Bonnet G, Bongert P, Gourrier Y, Bessadet M, Veyrune JL, Nicolas E. E. Empreinte optique, prothèse amovible partielle et implantologie : un trio gagnant ? Cahiers de prothèse.2018;183 :172-176.

PN 9 : Bonnet G, Batisse C, Drancourt N, Bessadet M, Philippon C, Nicolas E. Nouvelles évolutions et applications de la prothèse complète numérique. Cahiers de prothèse.2019;185:2-10.

A. Introduction

Le vieillissement de la population est un fait majeur de nos sociétés modernes auxquelles les soignants doivent se préparer. A titre indicatif, en France métropolitaine, en 2005, une personne sur cinq était âgée de 60 ans ou plus. En 2050, ce rapport est estimé à une personne sur trois (1). Ce vieillissement s'explique à la fois par une entrée des classes d'âge du « baby-boom » dans le troisième âge et par un allongement de l'espérance de vie. Pour l'OMS, par définition, une personne est âgée à partir de soixante ans. Cependant, il est important de remarquer que cette définition, basée sur l'âge civil, n'est qu'un repère car il n'existe pas de stéréotype du vieillissement et de ses effets. En effet, il s'accompagne de modifications physiologiques et d'une détérioration plus ou moins importante de l'état de santé général entraînant des troubles et dysfonctions. Ces manifestations sont très variables d'un individu à l'autre. Elles expliquent l'hétérogénéité d'état au sein de la population des personnes âgées.

Parmi les facteurs qui contribuent à l'altération d'une part, de l'état de santé général et d'autre part, de l'état de santé bucco-dentaire de la personne âgée, il est répertorié : (A) les altérations pathologiques, (B) les modifications physiques et physiologiques liées à l'âge et (C) les possibles dégradations psychosociales. Tout d'abord, concernant les altérations pathologiques, le vieillissement s'accompagne de poly-pathologies et de l'apparition de maladies (démence, AVC, cancer, dépression, arthrose, ostéoporose, névralgie,...) (2) nécessitant fréquemment la prise de nombreux médicaments et parfois des hospitalisations. Au niveau de la cavité buccale, une détérioration de l'état de santé bucco-dentaire est observée, marquée par une augmentation de la prévalence des lésions carieuses et de la maladie parodontale ainsi qu'une perte des dents pouvant aboutir à l'édentement complet. Cette détérioration de la santé bucco-dentaire peut être accentuée par des difficultés à assurer une hygiène bucco-dentaire optimale pour les personnes les plus fragilisées (personne en institution et hospitalisée). La poly-médication favorise également l'apparition de troubles salivaires (hyposialie principalement) (3).

Pour les évolutions physiques et physiologiques, il est constaté des modifications corporelles avec une augmentation de la masse grasse, une diminution de la masse musculaire avec une perte de la force musculaire et une modification du métabolisme osseux. Les perceptions somato-sensorielles (douleur, chaleur, et mécano-sensoriel tactile) et sensorielles (vue, odorat, goût, audition, toucher) peuvent également être altérées (4). En effet, le vieillissement réduit la sensibilité à la douleur pour des intensités plus faibles : ainsi, le seuil de douleur augmente avec l'âge.

En revanche, les seuils de tolérance à la douleur ne sont pas modifiés (5). Une perte d'odorat est également observée (6). S'agissant du goût, le seuil de détection gustative augmente avec l'âge pour toutes les modalités gustatives (salé, sucré, acide, amer et umami). Les principales causes de détérioration de la fonction gustative sont la diminution du nombre total de bourgeons du goût, la prise de médicaments, le déficit en zinc, les troubles de la santé orale et générale (7–10). La présence de troubles cognitifs peut également être notée. Ainsi, le vieillissement est associé à des déclin dans la perception sensorielle et la cognition. Or, il existe une interaction entre le déclin sensoriel et cognitif chez les personnes âgées (11) ayant de nombreuses répercussions. Par exemple, pour la perception et la consommation alimentaire, tout déficit sensori-cognitif altèrera la décision comportementale que ce soit pour choisir l'aliment consommé ou pour éviter des substances nocives à risque pouvant nuire à la survie de l'individu. Aussi, il est également observé une perte d'évaluation de la valeur nutritionnelle, de la qualité des aliments ainsi que du plaisir à manger. Consécutivement, le risque de malnutrition, d'apports alimentaires inadéquates voire d'empoisonnement est accentué. Au niveau buccal, de nombreuses modifications physiologiques sont également rapportées : une moindre vascularisation des tissus, une résorption alvéolaire en corollaire de la chronologie de la perte des dents, des troubles de l'articulation temporo-mandibulaire, des gencives et une muqueuse buccale plus fragiles (tissu épithélial moins kératinisé), accompagné d'une sclérose fibreuse du tissu conjonctif,...En parallèle, une diminution de la quantité de salive et une modification de sa composition sont observées. Environ 25% des personnes âgées souffrent de sécheresse buccale et de plaintes connexes (12). Ces troubles tendent à créer un inconfort et parfois une difficulté d'intégration des prothèses dentaires rendant difficile la prise alimentaire. De manière générale, le vieillissement s'accompagne souvent de modifications psychosociales : pension de retraite faible, perte d'indépendance, veuvage, isolement social, ...

L'ensemble de ces altérations est à l'origine d'importantes répercussions sur la qualité de vie orale et les fonctions oro-faciales de la personne âgée. En effet, lorsque la santé bucco-dentaire des personnes âgées est dégradée en raison de la perte des dents, il est observé des difficultés masticatoires. Consécutivement, des tentatives d'adaptation telles que l'allongement de la séquence de mastication ou l'augmentation du nombre de cycles masticatoires, ne permettent pas de palier à la réduction de l'efficacité masticatoire. En conséquence, le bol alimentaire réduit n'est pas satisfaisant pour assurer une déglutition sécurisée (13).

Cette altération de la mastication pourra avoir de nombreuses conséquences : (1) nutritionnelles avec une modification des comportements alimentaires (14), (2) médicales avec un risque de dénutrition et de fausse route, (3) socio-relationnelles avec un évitement des interactions sociales, aboutissant à une détérioration de la qualité de vie de la personne âgée édentée (15).

Les répercussions du vieillissement sur la santé argumentent la spécificité de cette population. De plus, les variations interindividuelles au sein cette population se surajoute aux difficultés de prise en charge. Consécutivement, les besoins de soins oraux sont réels. Pour pallier à la perte des dents, une compensation doit-être recherchée. Lors d'un édentement complet, le remplacement de la perte des dents peut se faire à l'aide de Prothèse Amovible Complète (PAC) (**PN1**). Cependant, les sujets porteurs de PAC rapportent fréquemment une instabilité de leur PAC en particulier pour la prothèse mandibulaire. Le remplacement des dents par une prothèse amovible chez le sujet âgé édenté favorise une amélioration de sa qualité de vie mais ne permet pas de retrouver une mastication fonctionnelle. En effet, l'analyse du bol alimentaire révèle un bol alimentaire constitué de gros fragments peu insalivés (16,17). La perte des dents peut également être compensée par une réhabilitation implantaire fixée avec des résultats physiologiques intéressants (18). Cependant, pour des raisons économiques et médicales, cette solution thérapeutique reste minoritaire. Une alternative consiste à poser un petit nombre d'implants qui ne fixe pas la prothèse mais améliore sa rétention : prothèses complètes implanto-retenues. Ainsi, la stabilisation de la PAC mandibulaire par deux implants symphysaires demeure le traitement de choix recommandé par le consensus de Mc Gill (19) et confirmé plus récemment par la Conférence de York (20). Cependant, la présence de poly-pathologies, les fréquentes résorptions osseuses crestales, le coût et le nombre des séances requis peuvent rendre impossible la mise en place d'implants chez le sujet âgé édenté. Dans ce cadre, l'utilisation de quatre Mini Implants (MI) pour stabiliser une PAC mandibulaire est une alternative thérapeutique. Effectivement, les MI implants de diamètre inférieur aux implants conventionnels (21), élargissent les possibilités de traitement du sujet âgé édenté. Ils présentent l'avantage d'avoir une mise en place chirurgicale peu invasive en technique flapless (sans lambeau) et leur diamètre réduit autorise une mise en place au niveau de crêtes fortement résorbées. La durée de traitement est raccourcie du fait de la mise en fonction immédiate. Le coût de la thérapeutique est fortement réduit comparativement aux implants conventionnels (22).

Une amélioration de la fonction de mastication et de la qualité de vie de ces sujets avec une telle thérapeutique est attendue mais n'est jusqu'à présent pas vérifiée. A ce titre, ce travail vise à évaluer l'impact d'une réhabilitation par Prothèses Amovibles Complètes Implanto-Retenues (PACIR) par MI sur la fonction de mastication et la qualité de vie des sujets édentés âgés à court et moyen termes.

En parallèle, pour palier à la détérioration de la santé orale des personnes âgées et s'adapter à la problématique de prise en charge de cette population, il est essentiel de développer de nouvelles procédures de réhabilitation de la personne édentée. Une meilleure prise en charge et le développement de nouvelles techniques thérapeutiques pourrait-être synonyme d'une meilleure intégration des prothèses. Ainsi, la deuxième partie de ce travail s'intéresse à la recherche de nouveaux axes de développement et d'amélioration de ces thérapeutiques faisant appel à un nouvel outil, la Conception et la Fabrication Assistée par Ordinateur (CFAO).

Enfin, l'utilisation de procédures novatrices de réhabilitation pourraient avoir un impact favorable sur l'amélioration de la santé orale des personnes édentées. A cet effet, il est nécessaire d'être pertinent dans la connaissance des facteurs impactant l'involution physiologiques des fonctions et perceptions orales. Pour exemple, les sujets réhabilités par prothèses amovibles se plaignent fréquemment d'une modification des perceptions sensorielles lors de l'alimentation et d'une altération du goût. Ces plaintes sont subjectives, l'impact d'une prothèse amovible et de la santé bucco-dentaire en général sur la perception alimentaire est complexe. A ce titre, une revue de littérature évaluant l'impact de la santé orale des personnes âgées sur les perceptions orosensorielles a été menée. D'autre part, les interactions possibles entre mastication et perception gustative ont été étudiées. En effet, les caractéristiques de la prise alimentaire (fréquence, qualité, quantité) dépendent de la mastication mais également de la perception de l'aliment consommé. Mieux comprendre les interrelations entre la mastication, la prise alimentaire et la perception alimentaire permettrait de conserver une prise alimentaire régulière et diversifiée chez le sujet âgé et donc de prévenir le risque potentiel de dénutrition existant au sein de cette population. Maintenir une alimentation équilibrée est un vrai défi que doivent relever les professionnels de santé en collaboration avec les industriels de l'aliment.

B. Evaluation de la fonction masticatoire et de la qualité de vie orale des sujets réhabilités par PACIR stabilisées à l'aide de mini implants

Les études évaluant l'utilisation de MI pour stabiliser la PAC mandibulaire (23–29) décrivent une amélioration de la qualité de vie à court terme, de la satisfaction des patients et une meilleure capacité masticatoire. Cependant, la plupart de ces études utilisent des outils d'évaluation subjectifs, non physiologiques qui ne permettent pas d'évaluer l'impact fonctionnel des réhabilitations prothétiques. A ce titre, deux études cliniques ont été réalisées chez des sujets porteurs de PAC, avant et après la mise en place de mini implants: la première étude objectivait d'évaluer la mastication (EC1), la seconde de suivre l'évolution de la qualité de vie orale (EC2). Ces deux études ont abouti respectivement à deux publications internationales initiales (PI 1 et PI 2) et font actuellement l'objet d'un suivi. Ces études font partie d'une large étude observationnelle (impact des réhabilitations orales sur les paramètres de la mastication) qui a fait l'objet d'un accord du comité d'éthique régional (CECIC-GREN-06-12) du CCTIRS et d'une déclaration à la CNIL.

Les sujets inclus sont des édentés totaux pour lesquels des PAC maxillo-mandibulaires ont été réalisées dans le service d'Odontologie du CHU de Clermont-Ferrand dans les six mois précédant leur inclusion. Après une période d'intégration des PAC, si les sujets rapportaient des difficultés fonctionnelles, la mise en place de quatre MI symphysaires leur était proposée. Ainsi, leur PAC mandibulaire devenait une overdenture. Les critères d'inclusion suivants ont été utilisés: patient majeur, coopérant, capable de comprendre et de participer à l'étude, porteur de PAC maxillo-mandibulaire adaptées et intégrées avec une prothèse mandibulaire instable, ne présentant pas de contre-indication à l'implantologie mais ne pouvant recevoir une réhabilitation avec des implants « standards ».

a. Evaluation de la fonction masticatoire

La fonction masticatoire est une étape essentielle de la prise alimentaire et de la digestion. Cette phase orale va permettre de préparer l'aliment ingéré à la déglutition. Ainsi, l'aliment est dégradé en particules de petites tailles et insalivé pour former un bol alimentaire plastique et cohésif (30–32). La mastication d'une bouchée se déroule au cours d'une séquence constituée de plusieurs cycles de mastication. Un cycle correspond à l'ouverture suivie de la fermeture de la bouche (31,33,34). La dynamique de la mastication peut être évaluée via la mesure de l'EMG, de la cinématique (35,36) ou de la vidéo (37).

Ces outils vont permettent d'évaluer la force musculaire, l'amplitude des cycles masticatoires de la mandibule, la durée d'un cycle de mastication, le nombre de cycles par séquence ou encore la fréquence de mastication. L'efficacité masticatoire correspond à la réduction d'un aliment en particules de petites tailles aptes à être dégluties (38). Ce paramètre peut être évalué par l'analyse de la granulométrie du bol alimentaire. Dans ce cadre, la carotte est un aliment d'étude, chez un sujet normo denté la valeur de référence est définie par le MNI (Masticatory Normative Indicator, 4 millimètres), qui correspond à la médiane de la taille des particules de carotte (aliment test) prêtes à être dégluties (34). Chez les patients présentant une déficience de l'efficacité masticatoire, la taille des particules du bol est plus importante entraînant un risque de fausse route lors de la déglutition (34).

1. Outils d'évaluation et modalités de mesure de la fonction de mastication

1.1. Les aliments tests

Pour cette étude, deux aliments modèles (gélatures) comportant une viscoélasticité différente et un aliment naturel (la carotte) ont été utilisés. Les aliments modèles sont de dureté croissante. Ces aliments ont des propriétés rhéologiques différentes ce qui oblige le sujet à modifier sa stratégie de mastication (34).

Les gélatures sont préparées à partir d'un mélange de gelée et de gélatine. La gelée (105g) est mise en place dans un récipient avec de la gélatine (aliment modèle mou : 0g ; aliment modèle medium : 4,2g) et de l'eau (10mL). Puis, les produits sont chauffés jusqu'à l'obtention d'un mélange homogène; un colorant est ajouté pour pouvoir différencier les aliments modèles (aliment modèle mou: bleu; aliment modèle medium: vert). Après 3 minutes de mélange, la préparation est mise en place dans un moule cylindrique en plexiglas (de diamètre 20 mm et de hauteur 10 mm). Ces aliments modèles ont été validés par Lassauzay et col.(36). Lors du test, deux portions de chaque catégorie d'aliment modèle sont présentées au sujet. A chaque fois, l'aliment modèle est mastiqué puis dégluti.

Les portions de **carotte** sont réalisées avec un emporte-pièce de 20 mm de diamètre et pesées pour l'obtention de morceaux ayant une masse de $4 \pm 0,05$ g. Lors du test, trois portions de carotte sont présentées au sujet. A chaque fois, la première portion est mastiquée puis déglutie; les deuxième et troisième portions sont mastiquées puis recrachées au moment où le sujet sent qu'il est prêt à déglutir. Les échantillons recueillis seront utilisés pour l'analyse granulométrique.

1.2. Les tests de mastication

Les tests de mastication réalisés permettent d'une part d'évaluer la cinématique de mastication et d'autre part, d'obtenir la granulométrie du bol alimentaire recraché (pour l'aliment naturel). Ces tests évaluent la capacité masticatoire des sujets puisque pour chaque test, il est demandé au sujet de mastiquer jusqu'à déglutition (39).

Etude de la cinématique de la mastication par analyse vidéo (PI 1)

Lors de l'enregistrement des séances de mastication, le sujet est assis sur une chaise et filmé à l'aide d'une caméra numérique. Le cou des sujets doit être dégagé et visible. Le cadrage de la caméra comprend le sommet de la tête (en haut), la ligne des épaules (en bas) et la largeur des épaules (sur les côtés). Ainsi, chaque séquence de mastication est filmée.

Les paramètres retenus et analysés ont été validés par Hennequin et col.(37). Ce sont: le nombre de cycles par séquence, la durée de la séquence, la fréquence de mastication et l'échec de mastication lorsque le sujet tente de mastiquer l'aliment proposé mais qu'il n'y parvient pas.

Cette technique est validée comme une alternative aux enregistrements électromyographiques (EMG).

Etude de la capacité masticatoire (PI 2)

L'évaluation de la capacité à mastiquer dans le cadre de l'étude ayant aboutie à la PI 2, cherche à évaluer la possibilité du sujet à mastiquer une portion de carotte. Si le sujet parvient à mastiquer l'aliment carotte, le terme « succès de mastication » a été noté. A l'inverse, « échec de mastication » a été reporté lorsque le sujet était incapable de mastiquer la portion de carotte.

Etude de la granulométrie des bols recrachés (PI 1)

Le jour de l'analyse, chaque portion de carotte recrachée a été rincée, séchée puis répartie sur des feuilles transparentes pour être scannée avec un scanner qui enregistre les images avec une définition de 600 dpi (dpi= dots per inch). L'évaluation de la granulométrie des particules du bol recueilli a été réalisée avec un logiciel informatique d'analyse d'images: Powershape®. La valeur retenue est la médiane de la taille des particules appelée également D50. Cette valeur caractérisera la granulométrie du bol.

2. Impact d'une PACIR stabilisée par mini implants sur la fonction masticatoire (EC 1 – PI 1)

2.1. Plan expérimental

La figure 1 présente le plan expérimental de (EC 1 – PI 1)

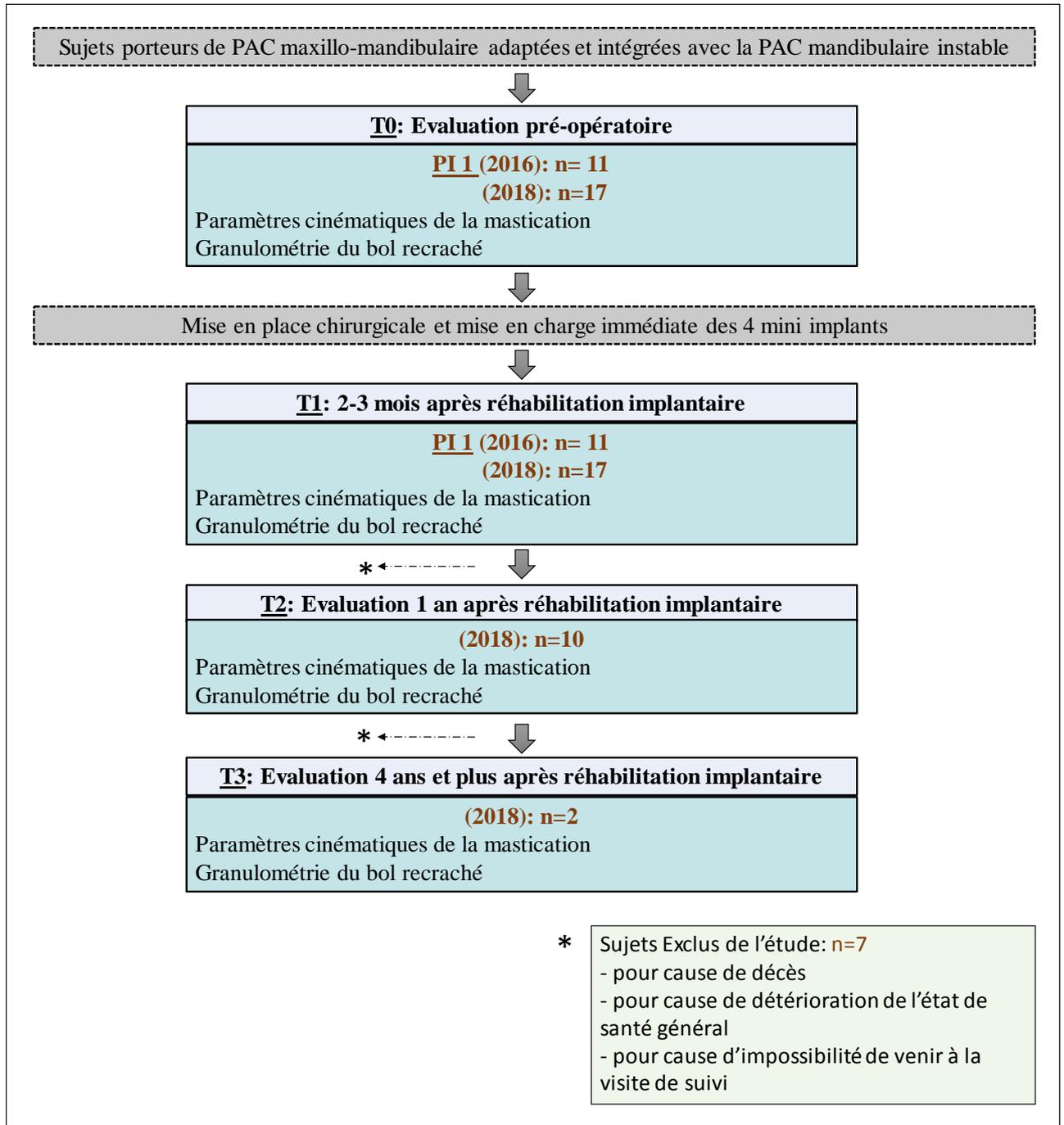


Figure 1: Plan expérimental de EC 1 et PI 1.

2.2. Résultats

Les résultats présentés sont divisés en 2 parties : une partie « 2.2.1. Résultats préliminaires » qui présente les résultats de la **PI 1** et de la **PN 2**, ce sont les résultats à court terme évaluant la fonction de mastication avant et deux à trois mois après mise en place des MI; une autre partie « 2.2.2. Résultats à moyen terme » présentent les résultats obtenus un an après stabilisation de la PAC mandibulaire par quatre MI.

2.2.1. Résultats préliminaires

La publication de cette étude est portée en annexe (**PI 1**).

2.2.1.1. Description générale de la population

L'étude se compose de onze participants, deux hommes et neuf femmes âgés de 58 à 96 ans dont la moyenne d'âge est de 71,64 ans \pm 11,03.

2.2.1.2. Résultats de mastication de l'aliment carotte

Capacité à mastiquer l'aliment et granulométrie du bol recraché

Il est observé une augmentation du nombre de sujets capables de mastiquer l'aliment carotte entre T0 et T1. En effet, à T0 (avant la mise en place des MI), quatre sujets sur onze ont réussi à mastiquer la portion de carotte contre huit sur onze à T1 (2-3 mois après la mise en place des MI) (Figure 2). Ces observations sont confirmées par les résultats statistiques issus du test non paramétrique de Wilcoxon entre T0 et T1 qui révèlent ($p < 0,05$) : rangs négatifs : N=0 ; rangs positifs : (échec devenu succès) N=4, ex aequo : N=7.

La distribution des valeurs des D50 moyennes obtenues avant traitement (T0) et après mise en place des MI (T1) pour chaque sujet sont reportées Figure 2. Aucune différence significative n'a été observée pour les valeurs de D50 moyenne entre T0 (10,4 mm \pm 2,6) et T1 (9,2 mm \pm 2,8). Après la stabilisation de la PAC mandibulaire, la valeur de la D50 moyenne reste supérieure à la valeur du MNI (Masticatory Normative Indicator : 4 mm), médiane de la taille des particules de carotte (aliment test) prêtes à être dégluties chez un sujet normo-denté avec une mastication efficiente.

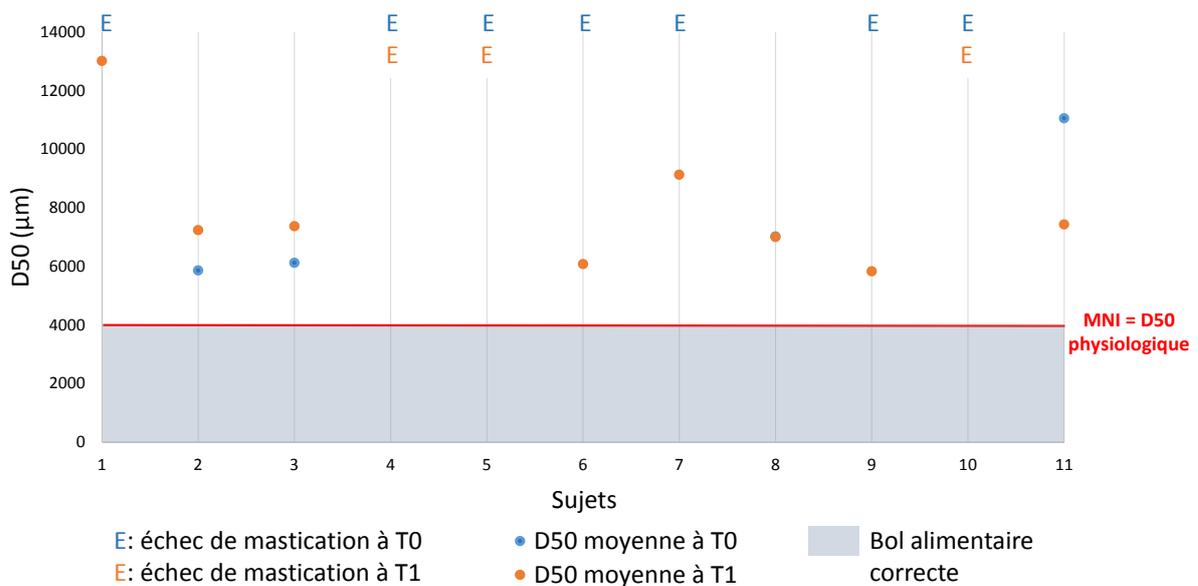


Figure 2: Comparaison de la capacité à mastiquer l'aliment carotte et de la variation de la D50 de la carotte entre T0 (avant traitement) et T1 (2-3 mois après traitement) pour chaque sujet de l'étude.

Cinématique de mastication de l'aliment carotte (étude vidéographique)

Le nombre de cycles de mastication et la durée de la séquence de mastication diminuent significativement entre T0 et T1 ($p < 0,001$) (Tableau 1). En revanche, il n'y a pas de variation de la fréquence entre T0 et T1.

N = 33	T0	T1 (T0 + 2 mois)	Significativité (test-t)
Nombre de cycles	109,7 ± 39,51	72,88 ± 35,94	p < 0,001
Durée de la séquence (s)	81,94 ± 28,63	45,7 ± 17,73	p < 0,001
Fréquence (cycles/s)	1,82 ± 0,51	1,68 ± 0,62	NS

Tableau 1: Comparaison des paramètres de mastication de l'aliment carotte entre T0 et T1 (test t, $\alpha = 0,05$, NS : non significatif).

2.2.1.3. Résultats de mastication des gélâtines

Influence de la dureté de l'aliment modèle

Les résultats des comparaisons par test-t de Student des paramètres de mastication entre la gélatine bleue (aliment mou) et la gélatine verte (aliment plus dur) sont récapitulés dans le Tableau 2.

Ainsi, lors du passage de la gélatine bleue (aliment mou) à la gélatine verte (aliment plus dur), il est noté une augmentation statistiquement significative du nombre de cycles à T0 ($p < 0,01$) et T1 ($p < 0,001$); une augmentation statistiquement significative de la durée de la séquence à T0 et T1 ($p < 0,001$); une diminution de la fréquence de mastication à T0 ($p < 0,01$) mais aucune différence significative à T1.

		Gélâtines bleues N = 20		Gélâtines vertes N = 20		Significativité (test-t)
		Moyennes	Ecart-types	Moyennes	Ecart-types	
T0	Nombre de cycles	62,15	48,19	106,7	90,86	$p < 0,01$
	Durée de la séquence (s)	45,7	30,84	83,7	63,30	$p < 0,001$
	Fréquence (cycles/s)	1,31	0,27	1,22	0,2	$p < 0,01$
T1	Nombre de cycles	42,1	24,51	77,55	49,37	$p < 0,001$
	Durée de la séquence (s)	30,95	13,31	57,75	30,63	$p < 0,001$
	Fréquence (cycles/s)	1.31	0,21	1,33	0,23	NS

Tableau 2: Comparaison des paramètres de mastication entre la gélatine bleue (aliment mou) et la gélatine verte (aliment plus dur) à T0 (avant réhabilitation implantaire) et à T1 (après réhabilitation implantaire) ($\alpha=0,05$; NS : non significatif).

Influence de la mise en place des mini implants pour stabiliser la PAC mandibulaire

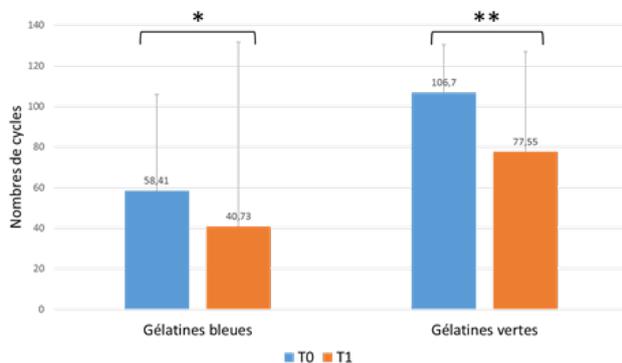
Le nombre de cycles masticatoire entre T0 et T1 diminue significativement ($p < 0,05$ pour les gélâtines bleues ; $p < 0,01$ pour les gélâtines vertes) (Figure 3a).

La durée de la séquence entre T0 et T1 diminue significativement ($p < 0,05$ pour les gélâtines bleues; $p < 0,01$ pour les gélâtines vertes) (Figure 3b).

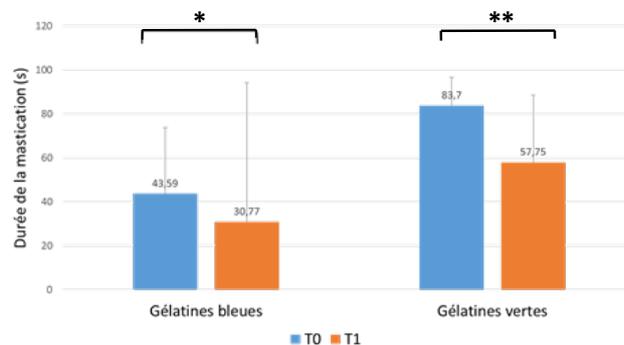
Aucune différence significative de fréquence entre T0 et T1 pour les gélâtines bleues n'a été mise en évidence. On note une différence significative ($p < 0,01$) de fréquence entre T0 et T1 pour les gélâtines vertes (Figure 3c).

Fig. 3a

Evolution de la moyenne globale du nombre de cycles de mastication entre T0 et T1 pour les aliments modèles

**Fig. 3b**

Evolution de la moyenne globale de la durée de la séquence de mastication entre T0 et T1 pour les aliments modèles

**Fig. 3c**

Evolution de la moyenne globale de la fréquence de mastication entre T0 et T1 pour les aliments modèles

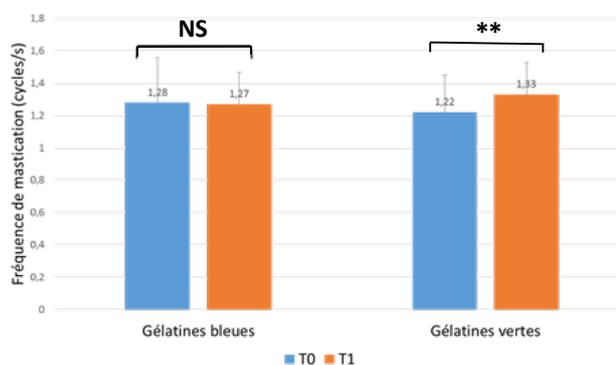


Figure 3 : Comparaison du nombre de cycles (figure 3a), de la durée de la séquence de mastication (figure 3b) et de la fréquence de mastication (figure 3c) entre T0 et T1 pour les gélatines vertes et bleues (moyennes et écart-types).

2.2.2. Résultats à moyen terme

Seuls les résultats à T2 (1 an après réhabilitation implantaire) peuvent-être présentés compte tenu du nombre de perdus de vue à T3 (4 ans et plus après réhabilitation implantaire) (Figure 1).

2.2.2.1. Description générale de la population

L'étude se compose de dix-sept participants, trois hommes et quatorze femmes âgés de 58 à 96 ans dont la moyenne d'âge est de 73 ans \pm 10. A T2, 7 sujets ont été perdus de vue (Figure 1).

2.2.2.2. Résultats de mastication de l'aliment carotte

Après une augmentation du nombre de sujets capables de mastiquer l'aliment carotte entre T0 et T1, il est observé une conservation de la capacité à mastiquer un aliment dur à T2 pour les sujets déjà capables à T1. Les sujets incapables de mastiquer l'aliment carotte à T1 n'ont pas pu être revus à T2.

La Figure 4 présente l'évolution de la granulométrie et des paramètres cinématiques de la mastication de l'aliment carotte entre T0, T1 et T2.

2.2.2.3. Résultats de mastication des gélatines

Influence de la dureté de l'aliment modèle

Les résultats observés à T1 se confirment à T2. Ainsi, à T2, lors du passage de la gélatine bleue (aliment mou) à la gélatine verte (aliment plus dur), il est noté une augmentation statistiquement significative du nombre de cycles et de la durée de la séquence ($p < 0,01$); une absence de variation de la fréquence de mastication.

Influence de la mise en place des mini implants pour stabiliser la PAC mandibulaire

Pour la gélatine bleue (aliment mou), aucune différence significative du nombre de cycles, de la durée de mastication et de la fréquence entre T1 et T2 n'a été mise en évidence.

Pour la gélatine verte (aliment plus dur),

Le nombre de cycles masticatoire et la durée de la séquence de mastication entre T1 et T2 diminue significativement ($p < 0,05$). Aucune différence significative de fréquence entre T1 et T2 n'a été mise en évidence (Figure 5).

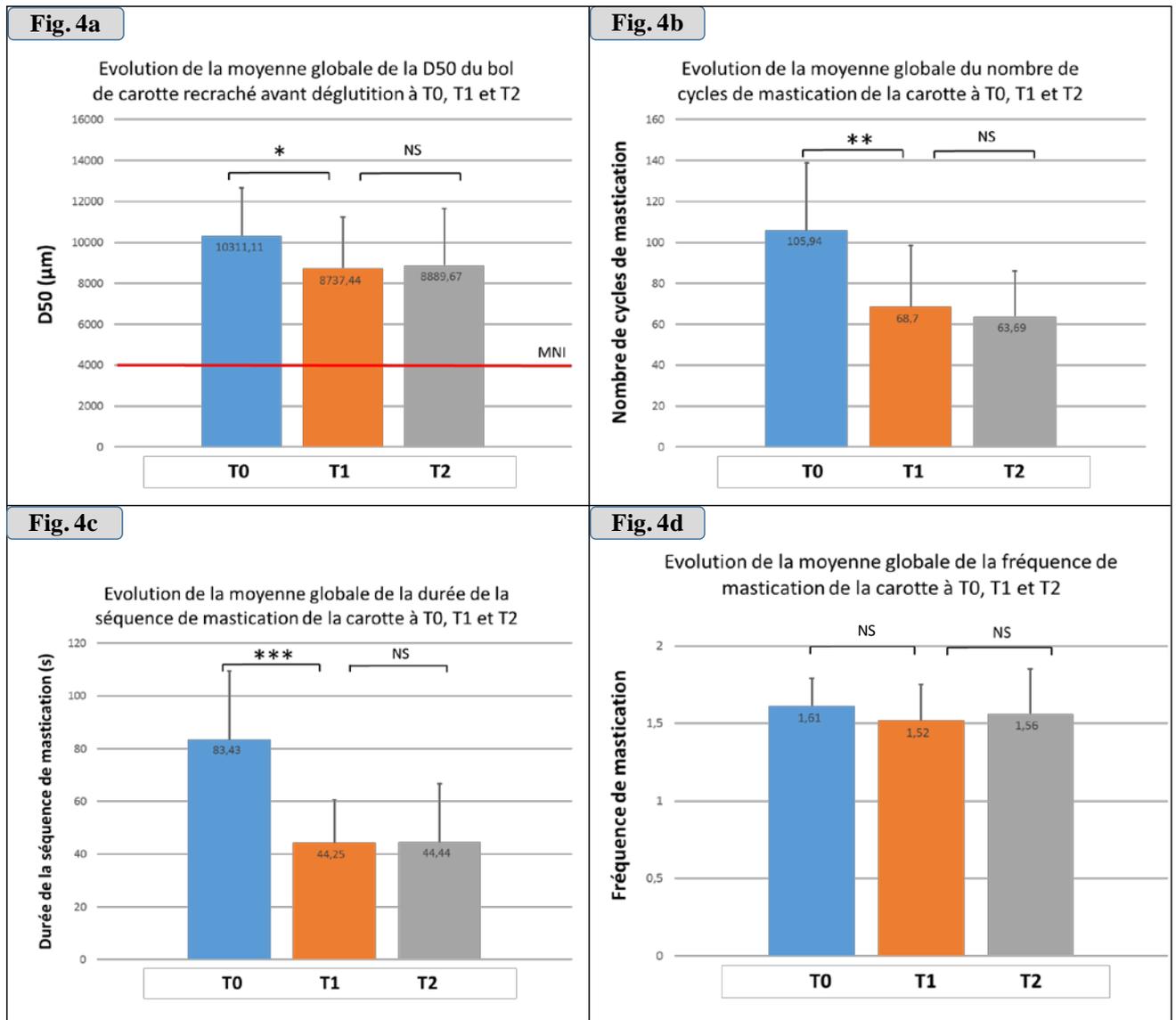


Figure 4: Comparaison (test-t de Student) de la granulométrie (figure 4a), du nombre de cycles (figure 4b), de la durée de la séquence de mastication (figure 4c) et de la fréquence de mastication (figure 4d) entre T0, T1 et T2 pour la carotte (moyennes et écart-types).

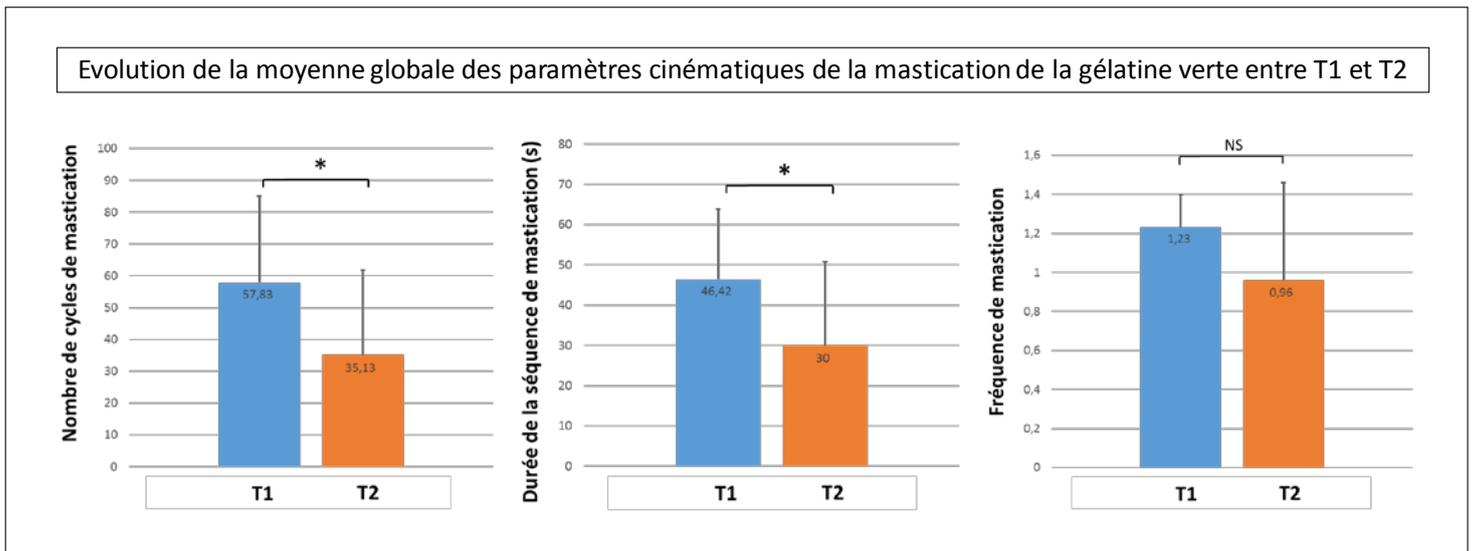


Figure 5: Comparaison du nombre de cycles, de la durée de la séquence de mastication et de la fréquence de mastication entre T1 et T2 pour les gélatines vertes (moyennes et écart-types).

2.3. Discussion-Conclusion

A T0, avant la réhabilitation implantaire, une minorité des sujets de l'étude est capable de mastiquer l'aliment carotte. Ces difficultés masticatoires chez les patients porteurs de prothèses amovibles ont été révélées dans de nombreuses études (40,41) et conduisent généralement à une modification des comportements alimentaires, notamment à l'exclusion des aliments les plus durs. Les résultats montrent qu'après la mise en place des mini implants, la majeure partie des sujets sont capables de mastiquer la portion de carotte proposée. Ainsi, cette alternative thérapeutique semble être une première réponse à l'incapacité totale à mastiquer certains aliments. La stabilisation de la PAC mandibulaire met le sujet en confiance, il n'a plus besoin de trier les aliments.

Lors de l'observation des paramètres de mastication des différents aliments tests, il est constaté une diminution du nombre de cycles et de la durée de mastication avec la mise en place des MI. Une étude précédente a montré que les personnes âgées porteuses de prothèses amovibles ont un nombre de cycles masticatoires supérieur aux personnes âgées dentées pour un aliment donné (30). Ainsi, les résultats de la cinématique de la mastication semblent indiquer que la mise en place des MI permet à ces sujets de se rapprocher des paramètres masticatoires des personnes âgées dentées. Cependant, ce résultat est à nuancer car le D50 moyen entre T0, T1 et T2 varie peu et à T2, il demeure nettement supérieur à la normale ($4000\mu\text{m}$). Enkling et col. (29) ont obtenu le même résultat en observant l'évolution de l'efficacité masticatoire chez les patients édentés traités avec des implants de diamètre étroit durant la première année de traitement.

Ainsi, l'optimisation de la rétention par l'adjonction de MI semble faciliter la mastication (nombre de cycles et durée diminués) mais ne semble pas améliorer la granulométrie du bol alimentaire de ces sujets. Il semble que les limites de la thérapeutique implantaire chez certains édentés totaux porteurs de prothèses amovibles soient atteintes. Il serait intéressant d'envisager chez ces patients, après une période d'intégration des prothèses, une rééducation fonctionnelle. En effet, il est observé que la mise en place des MI chez ces patients apporte une amélioration générale à la fonction de mastication mais il persiste un déficit masticatoire important. A titre d'exemple, l'insertion d'une prothèse de hanche nécessite une rééducation de la marche par une équipe pluridisciplinaire. Certaines études ont montré que, même lorsque la fonction masticatoire est améliorée, seulement quelques changements dans le régime alimentaire ont lieu (42). Ainsi, des programmes alimentaires spéciaux comprenant des conseils diététiques spécifiques devraient-êtré mis en œuvre pour obtenir des changements de régime alimentaire après une réhabilitation prothétique (43,44). Pourquoi ne pourrait-on pas envisager une rééducation fonctionnelle pour des patients édentés totaux porteurs de PAC ?

b. Evaluation de la qualité de vie orale

1. Outil d'évaluation de la qualité de vie orale

La qualité de vie orale a été évaluée grâce à indicateur de qualité de vie en relation avec la santé orale : le GOHAI (General Oral Health Assessment Index), proposé par Atchinson et col. (45) et validé en français (46). Le GOHAI comprend 12 items répartis en 3 sous-groupes: un groupe relatif au domaine fonctionnel (items 1, 2, 3 et 4), un groupe relatif au domaine psychosocial (items 6, 7, 9, 10 et 11) et un domaine relatif à la douleur et à l'inconfort (items 5, 8 et 12). Chaque question est scorée de 1 à 5. Le score maximum est de 60. D'après l'étude de Tubert et col.(46), un score de 57 à 60 correspond à une qualité de vie liée à la santé orale satisfaisante. Un score compris entre 51 et 56 correspond à une qualité moyenne. Un score inférieur à 50 correspond à une mauvaise santé buccale. Pour cette étude, la version française du questionnaire a été utilisée. Cependant, pour les édentés totaux, le score maximal pouvant être obtenu est de 55 car le score attribué à l'item 12 (« Vos dents ou gencives ont elles été sensibles au froid, chaud, aux aliments sucrés ? ») est automatiquement zéro. Ce score est rapporté à un score sur 60 en ajoutant 5 points pour l'item 12 comme cela a déjà été fait par d'autres auteurs pour pouvoir comparer les résultats obtenus avec la littérature (47).

3. Impact d'une PACIR stabilisée par mini implants sur la qualité de vie orale (EC 2 – PI 2)

La publication de cette étude est portée en annexe (PI2).

3.1. Plan expérimental

La figure 6 présente le plan expérimental de (EC 2 – PI 2).

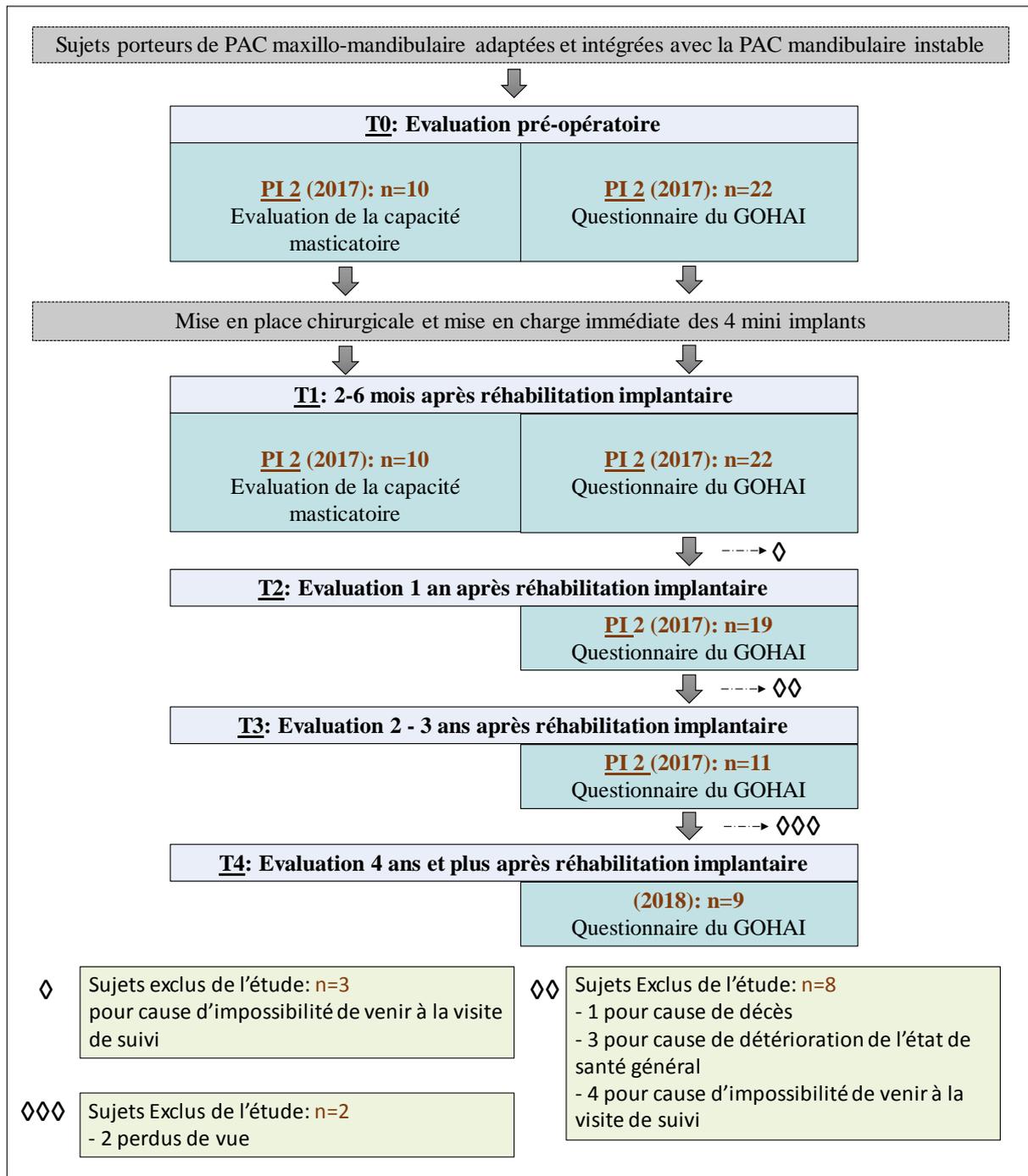


Figure 6: Plan expérimental de EC 2 et PI 2.

3.2. Résultats

3.2.1. Résultats à court terme

3.2.1.1. Description générale de la population

L'étude se compose de dix-neuf sujets : treize femmes et six hommes, avec un âge moyen de 69 ans \pm 10 ans. Neuf sujets étaient âgés de 69 ans et moins (1^{er} groupe d'âge) et dix avaient plus de 69 ans (2^{ème} groupe d'âge). L'étude de la capacité masticatoire à T0 a été observée chez dix sujets.

3.2.1.2. Influence du placement des MI sur la qualité de vie orale

Les moyennes des scores de GOHAI (GOHAI Total, GOHAI Fonctionnel, GOHAI Psychosocial, GOHAI Douleur/Inconfort) obtenues à T0 (avant la mise en place de MI), T1 (2 à 6 mois après la mise en place de MI), T2 (1 an après) et T3 (2 - 3 ans) sont présentées dans la Figure 7. Après la mise en place des MI, les scores moyens de GOHAI à T1, T2 et T3 sont significativement supérieurs à ceux obtenus à T0 (avant la mise en place des MI) pour le GOHAI total et ses différents domaines (test Post ANOVA Student Newman Keuls, $p < 0,001$: $F = 13$: GOHAI Total ; $F = 14$: GOHAI fonctionnel ; $F = 9$: GOHAI psychosocial ; $F = 10$: GOHAI douleur /inconfort). En revanche, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les scores moyens de GOHAI à T1, T2 et T3 (Figure 7).

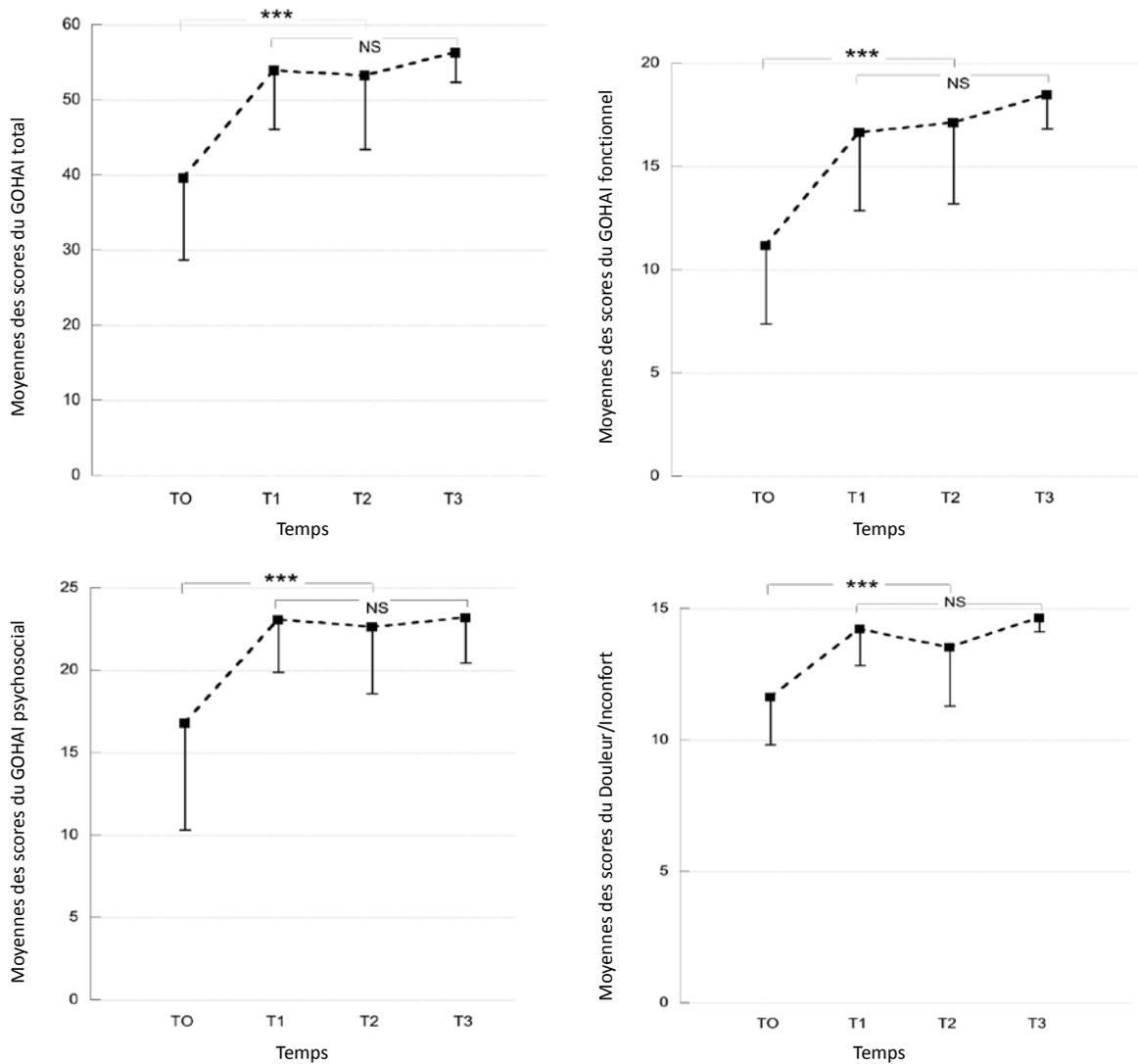


Figure 7: Moyennes des scores de GOHAI, tous sujets confondus, obtenus à T0 (avant la mise en place de MI), T1 (2 à 6 mois après la mise en place de MI), T2 (1 an après) et T3 (2-3 ans) (***) $p < 0,001$; NS : non significatif).

Avant la mise en place de MI (à T0), sur les dix-neuf sujets de l'étude, quinze sujets ont une qualité de vie orale jugée comme mauvaise et les quatre autres comme acceptable. Après la mise en place des MI (à T1), tous les sujets augmentent leur score de GOHAI. Seuls quatre sujets conservent une qualité de vie orale mauvaise et dix atteignent une qualité de vie orale parfaitement satisfaisante (Figure 8).

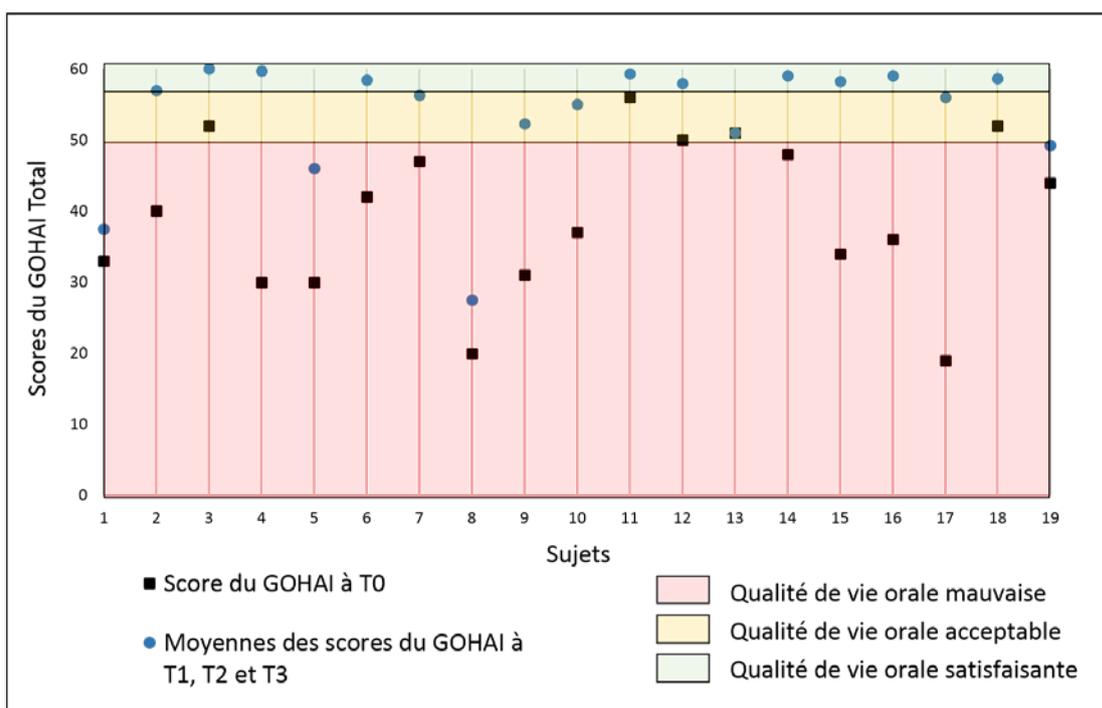


Figure 8: Comparaison entre les scores du GOHAI total à T0 (avant la mise en place de MI) et les moyennes des scores du GOHAI à T1, T2 et T3 (après la mise en place de MI) pour chaque sujet de l'étude.

3.2.1.3. Influence de facteurs sociodémographiques sur la qualité de vie orale

Une analyse multivariée a montré que ni l'âge, ni le genre avaient une influence sur les scores de GOHAI Total à T0, T1 et T2.

3.2.1.4. Influence de la capacité masticatoire sur la qualité de vie orale

Avant le traitement (T0), cinq sujets sur dix étaient capables de mastiquer l'échantillon de carotte, tandis que les cinq autres étaient incapables de le faire. Après la mise en place des MI (T1), seulement deux sujets n'ont pas réussi à mastiquer la portion de carotte proposée. Une analyse multivariée a montré que la capacité masticatoire à T0 était prédictive de l'évolution de la qualité de vie orale (entre T0 et T2) pour les scores du GOHAI fonctionnel ($F = 7, p < 0,05$) et du GOHAI Douleur/Inconfort ($F = 11, p < 0,01$). En revanche, l'évolution de la capacité masticatoire (entre T0 et T1) n'est pas prédictive de l'évolution de la qualité de vie orale (entre T0 et T2).

3.2.2. Résultats à moyen terme

Les scores du GOHAI total et de ses différents domaines, excepté le GOHAI psychosocial, à T4 sont significativement supérieurs à ceux obtenus à T0 (avant la mise en place des MI) (Tableau 3). Le score moyen du GOHAI total diminue entre T3 et T4 (N=6 ; $p < 0,05$). Il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les autres scores moyens de GOHAI (GOHAI fonctionnel ; GOHAI psychosocial ; GOHAI douleur /inconfort) entre T3 et T4.

N = 9	T0	T4 (T0 + 4 ans et plus)	Significativité (test-t)
GOHAI Total	41,11 ± 8,48	52 ± 7,07	$p < 0,05$
GOHAI fonctionnel	10,89 ± 2,93	16,33 ± 3,20	$P < 0,01$
GOHAI psychosocial	18,44 ± 5,48	21,44 ± 5,32	NS
GOHAI douleur / inconfort	11,78 ± 1,48	14,11 ± 1,76	$p < 0,05$

Tableau 3: Comparaison des scores de GOHAI obtenus à T0 (avant réhabilitation implantaire) et à T4 (4 ans et plus après réhabilitation implantaire) ($\alpha=0,05$; NS : non significatif).

3.3. Discussion-Conclusion

La qualité de vie orale des sujets est fortement améliorée par la mise en place des MI. Cette amélioration se stabilise après 1 an et persiste dans le temps. Les résultats obtenus confirment les résultats d'autres études sur le sujet utilisant l'OHIP comme outil d'évaluation (12, 17,30) avec un suivi plus court à 1 an. Ainsi, la stabilisation et la rétention sont des facteurs majeurs contribuant au succès du traitement par PAC. Chez les patients présentant des contre-indications à la thérapeutique implantaire, le traitement par MI constitue une alternative thérapeutique fiable pour améliorer la qualité de vie des sujets édentés totaux à moyen terme (48). Il est toutefois important de noter qu'il est primordial d'effectuer des visites de contrôle annuelles afin de s'assurer de la bonne adaptation des PAC au fil du temps. Une étude a montré qu'après seulement 5 ans d'utilisation, 40% des PAC maxillo-mandibulaires des personnes âgées ont besoin d'être modifiées ou remplacées suite à une altération de la rétention, de la stabilité et/ou de la propreté des prothèses (49). Ces observations pourraient expliquer la légère diminution de qualité de vie orale observée à 4 ans et plus.

c. Synthèse des deux études cliniques

La stabilisation de la PAC mandibulaire à l'aide de 4 MI est une alternative thérapeutique fiable. Les améliorations de la fonction de mastication et de la qualité de vie orale sont réelles. Des résultats similaires ont été rapportés pour les prothèses implanto-retenues par deux implants symphysaires avec une amélioration la fonction de mastication après la transformation de la PAC en PACIR (42,50,51). Il en est de même pour la qualité de vie orale, avec une stabilisation des résultats obtenus dans le temps (52–55). Ces résultats valident l'usage d'implants pour stabiliser une PAC mandibulaire. D'autant plus que des études (56,57) ont montrées que la mise en place d'implants pour stabiliser la PAC mandibulaire permet d'obtenir de meilleures résultats en terme de fonction masticatoire et de qualité de vie orale qu'avec une PAC conventionnelle. Cependant, quel que soit la thérapeutique implantaire choisie, les résultats obtenus n'atteindront jamais ceux observés chez les patients dentés. Un retour vers un état initial existant semble impossible, la prise en charge du dentiste cherche uniquement à tendre vers cet idéal. Cette recherche d'une compensation « optimale » semble être d'autant plus vraie pour la prise en charge du sujet âgé compte tenu des nombreuses modifications et altérations physiques et cognitives existantes dans cette population. Ces altérations tendent à diminuer les possibilités d'amélioration de la fonction de mastication et de la qualité de vie orale lors de la mise en œuvre d'une thérapeutique.

Enfin, d'autres études doivent-être menées afin de mieux caractériser le lien existant entre la capacité masticatoire initiale d'un sujet et l'évolution de sa qualité de vie suite à la mise en place d'une thérapeutique comme cela a été fait dans le cadre de l'EC 2. D'autres études ont mis en évidence la corrélation existante entre la capacité masticatoire et la qualité de vie orale pour d'autres thérapeutiques : prothèse implanto-retenue par deux implants symphysaires (58), maxillectomie partielle (59), réhabilitations prothétiques conjointes et adjacentes (60).

Ainsi, la capacité de mastication perçue pourrait être un facteur prédictif de la qualité de vie orale des sujets traités. Mieux connaître ses liens pourrait permettre de mieux guider le praticien dans ses choix thérapeutiques.

C. Développement et amélioration des thérapeutiques de prise en charge du sujet âgé édentés grâce à la Conception et la Fabrication Assistée par Ordinateur

L'importance du maintien de la santé orale de la personne âgée pour favoriser une prise alimentaire adaptée est bien établie (61–65). En accord avec la littérature et la première partie de ce travail, les thérapeutiques actuelles dites « conventionnelles » pour restaurer ou remplacer les dents offrent des résultats encourageants mais insuffisants pour rétablir une fonction masticatoire efficace (66,67). Le développement de nouvelles approches thérapeutiques afin de prévenir au maximum la dégradation de l'état de santé bucco-dentaire et notamment la perte des dents sont inéluctables. Ces dernières années, les avancées technologiques ont permis l'essor de la Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur (CFAO) en Odontologie. Elles pourraient faciliter le maintien de la santé bucco-dentaire chez la personne âgée. Ce nouvel outil pourrait également améliorer les procédures existantes.

1. Evolution et intégration de la CFAO en Médecine Bucco-Dentaire et perspectives

En introduction, il est important de faire un point sur la CFAO et son évolution au sein de la profession ces dernières années.

Le développement de la CFAO directe dite « tout au fauteuil » ou « chairside » a été proposé par François Duret au début des années 70. Trois ans plus tard, la CFAO dentaire est présentée pour la première fois en congrès. Une révolution semble alors se dessiner mais il faudra attendre une vingtaine d'années pour que la CFAO intègre l'arsenal thérapeutique de la prothèse fixée. Ainsi, actuellement, l'empreinte optique, la modélisation, l'usinage et l'assemblage d'une pièce prothétique au fauteuil en une séance sont couramment utilisés. Une étude clinique menée au sein du service d'Odontologie de Clermont-Ferrand a comparé les résultats esthétiques obtenus entre une couronne céramo-métallique conventionnelle et une couronne céramo-céramique obtenue par CFAO pour restaurer des incisives maxillaires. Les résultats ont montré que les couronnes obtenues par CFAO avaient un score plus élevé que les couronnes « conventionnelles » (PI 3). De nombreuses autres études confirment la validité de l'utilisation de la CFAO en prothèse fixée de faible à moyenne étendue (68–70).

En parallèle, des progrès concernant les matériaux d'assemblage avec l'apparition des colles et l'élaboration de nouveaux matériaux de restaurations (céramiques, composites et matériaux hybrides) permettent de développer de nouvelles restaurations dentaires. Ainsi, la frontière entre la prothèse fixée et l'odontologie conservatrice s'estompe peu à peu pour laisser place à un continuum d'options thérapeutiques inscrites dans le concept de gradient thérapeutique. Les grands principes de préparations de prothèse fixée des années 70 ont évolués vers des préparations au « cas par cas », c'est-à-dire en fonction du cas clinique dans un souci d'économie tissulaire et de préservation de la dent le plus longtemps possible sur l'arcade (71). En ce sens, de nouveaux concepts de préparations ont vu le jour, notamment la Préparation Assistée par Guidage (PAG) développées par le Docteur Jacques Raynal (71). La PAG est un ensemble de protocoles opératoires codifiés pour chaque type de réalisation où les fraises sont des outils permettant la réalisation des préparations des prothèses et restaurations dentaires. Ainsi, c'est la vision même de l'Odontologie qui a été modifiée ces quarante dernières années pour offrir de nouvelles possibilités thérapeutiques de restauration de l'organe dentaire. Cependant, il est important de noter qu'un suivi à long terme de ses « nouvelles » restaurations demeure à réaliser pour les valider et les intégrer dans la pratique.

En revanche, en Prothèse Amovible (PA), le développement de la CFAO n'en est qu'à ces débuts. La mise en œuvre des procédures «classiques» pour la réalisation de prothèses amovibles persistent depuis plus de cinquante ans, procédures qui comportent de nombreux risques d'erreurs (72–74). Depuis 2015, l'équipe de prothèse du service d'Odontologie de Clermont-Ferrand développe des procédures pour la PA à l'aide de la CFAO.

Au préalable, s'agissant de la PA partielle, l'équipe a souhaité faire le point sur les données actuelles concernant les trois grandes étapes de réalisation d'un châssis par CFAO (**PN 3**). Il a été mis en évidence que la première étape d'empreinte optique peut être utilisée qu'en cas d'édentements encastés de faible étendue avec un appui dento-parodontal dominant ou en cas d'édentement en extension à la mandibule à condition de prévoir une empreinte secondaire anatomo-fonctionnelle conventionnelle dite « sectorielle de correction » dans un second temps. Dans tous les autres cas, la nécessité d'enregistrer la dualité tissulaire lors de l'empreinte contre indique l'utilisation d'un scanner intra-oral pour réaliser une empreinte optique que l'on pourrait qualifier de « statique ». La seconde étape est celle de la Conception Assistée par Ordinateur (CAO).

L'image 3D obtenue par scannage ou empreinte optique permet de concevoir la maquette numérique du futur châssis. De nombreux logiciels permettent de réaliser cette étape qui permet un gain de temps, de confort et une économie de matériaux par rapport à la technique classique de laboratoire. Par la suite, intervient la troisième étape, celle de la Fabrication Assistée par Ordinateur (FAO) qui fait appel à deux procédés différents : soit la fabrication par soustraction ou usinage qui n'est pas la technique la plus adaptée pour la PA (temps d'usinage, complexité de formes des châssis, coût des matériaux et usure du matériel) ; soit la fabrication par addition grâce à la stéréo-lithographie, l'impression 3D et le frittage laser. Le matériau est déposé et solidifié couches par couches. Ainsi, dans ce contexte, l'équipe de prothèse a réalisé ses premiers cas de PA partielles à l'aide de la CFAO (**PI 4**) et (**PN 4**). L'usage de la CFAO pour la PA partielle offre de nouvelles perspectives de travail qui tendent à se développer lorsque les conditions cliniques le permettent. Cependant, des études cliniques doivent confirmer les bons résultats obtenus pour les premiers cas cliniques. Récemment, l'équipe de Mc Gill a montré que les patients étaient plus satisfait à court terme (1 mois) avec un châssis métallique obtenu par frittage laser qu'avec un châssis obtenu de manière conventionnelle au laboratoire de prothèse (75). Ces résultats confirment les premiers retours cliniques que l'équipe de prothèse de Clermont a pu observer.

S'agissant de la PAC, à l'heure actuelle, les scanners intra-oraux permettent de réaliser l'empreinte optique d'une crête édentée. Cependant, la nécessité d'enregistrer la dynamique musculaire et la dualité tissulaire oblige le praticien à réaliser une empreinte physico-chimique anatomo-fonctionnelle. Ainsi, seules les étapes de laboratoire sont numériques. Dans ce contexte, l'équipe de prothèse de Clermont-Ferrand a eu la possibilité d'utiliser, par la mise à disposition de fond FEDER (2015) d'un système de CFAO conçu pour la PAC : le système Ivoclar-Wieland Digital Denture (**PN 5, PI 5, PN 9**). Actuellement, une cinquantaine de patients ont pu être pris en charge par CFAO. Une étude clinique est en cours pour évaluer l'impact du renouvellement des PAC chez des édentés grâce à la CFAO, sur la qualité de vie orale et la fonction de mastication (**EC 3**).

2. En quoi l'usage de la CFAO pourrait-il être intéressant pour les soins bucco-dentaires de la personne âgée ?

2.1. CFAO/Prothèse fixée ou mixte/ Personne âgée

Les avantages de l'usage de la CFAO dentaire par rapport aux techniques dites « classiques » pour les soins dentaires de la personne âgée (76) sont nombreux. (1) L'utilisation de **l'empreinte optique** à la place du couple « porte-empreinte/matériau à empreinte » permet un gain de confort pour le patient notamment en cas de réflexe nauséux ou d'insuffisance respiratoire de la personne âgée. Ainsi, le patient pourra être plus coopératif pendant le soin. L'étape clinique de l'empreinte est fréquemment décrite comme l'un des actes les plus anxiogènes chez le chirurgien-dentiste (77). Ainsi, cette étape clinique, mal vécue par les patients, sera moins contraignante et favorisera la poursuite des soins. (2) Simultanément à l'empreinte optique, l'obtention du modèle de travail numérique reproduisant la bouche du patient est un **outil didactique**. Le sujet va pouvoir prendre connaissance de l'état de santé de ses dents et de sa bouche. Pour la personne âgée avec des troubles de la vision, l'altération de la vue n'est plus un frein à la prise de conscience de l'état de santé de sa cavité buccale grâce au fort grossissement du modèle de travail sur l'écran d'acquisition numérique. Ce dispositif est également un bon **outil de communication** avec le patient. Il est plus apte à comprendre les soins qu'il reçoit et pourra plus facilement participer à son traitement. Or, la participation d'un patient au cours du traitement pourra conditionner sa réussite. Par exemple, il est admis que la coopération de l'édenté total pendant son traitement est un facteur pronostic de l'acceptation de ses futures prothèses complètes. (3) Par ailleurs, la pratique de la CFAO directe permet une **rapidité** de réalisation des pièces prothétiques. La réalisation d'une prothèse fixée peut être faite en une séance ce qui permet de **diminuer le nombre de rendez-vous** pour la personne dépendante ou à mobilité réduite. D'autre part, la séance clinique est moins contraignante car il n'est pas nécessaire de passer par une phase de temporisation. En effet, l'utilisation de la CFAO peut parfaitement s'intégrer dans la prise en charge globale d'un patient : une publication récente (**PI 6**) reporte un état clinique qui nécessite une réhabilitation complexe où la prothèse fixée a été réalisée à l'aide de la CFAO complétée par une réhabilitation implanto-portée. La prothèse amovible ont été réalisées par techniques « classiques ». (4) Par ailleurs, l'utilisation de la CFAO peut également permettre de **diminuer le coût des prothèses fixées** et donc favoriser l'accès aux soins.

Une étude de recherche clinique multicentrique « EVACFAO : évaluation médico-économique comparative des restaurations dentaires réalisées conventionnellement ou par CFAO » a été menée en 2015 et 2016. Le Professeur Emmanuel Nicolas et moi-même avons participé à l'étude en tant qu'investigateurs. Les résultats sont en cours d'analyse. (5) Enfin, l'usage de la CFAO associée aux nouveaux matériaux de restaurations et de collage offre de **nouvelles possibilités thérapeutiques de restaurations de la dent** (78,79). Lors de la prise en charge des patients à besoins spécifiques, par exemple chez les personnes porteuses de T21 (**PN 6**), l'utilisation de la CFAO peut présenter de nombreux avantages. Chez ces patients, la présence d'une dysmorphose maxillo-mandibulaire est souvent incompatible avec l'obtention d'une position d'intercuspidie stabilisante pour la mandibule. Pour rétablir une dimension verticale correcte associée à une stabilisation de la mandibule, un des traitements de choix est l'utilisation d'une orthèse. Ce type de traitement présente des contraintes en termes de confort et d'hygiène. Une alternative thérapeutique consiste à rétablir la dimension verticale à l'aide de couronnes qui nécessitent une préparation périphérique extrêmement délabrante. De plus c'est un traitement lourd et onéreux L'utilisation de la CFAO permet de réaliser des overlays, V-prep ou endocouronnes collés sur des dents non préparées ou préparées à minima. La figure 9 illustre l'utilisation de la CFAO pour une patiente présentant un syndrome de Cockayne (maladie orpheline) qui se caractérise par un hypo développement maxillaires, des microdontes et un risque carieux élevé. Le rétablissement d'un sourire esthétique et d'une occlusion fonctionnelle avec une augmentation de la dimension verticale d'occlusion ont été obtenus à l'aide de restaurations en céramique issues de la CFAO. Au niveau des dents cuspidées maxillaires peu délabrées, des overlays en céramiques obtenues par CFAO ont été collés après une préparation minimale des dents. Ce type de restaurations obtenues par CFAO ne compromet pas l'avenir des dents et offrent plus de confort qu'une orthèse. Ainsi la CFAO augmente les possibilités thérapeutiques notamment chez la personne à besoins spécifiques. Dans le contexte de la personne âgée, lorsque qu'un plan de traitement lourd serait à envisager mais que la santé et/ou l'envie de la personne de prendre en charge sa cavité buccale ne le permettent pas, la CFAO offre des possibilités de temporisation à moindre coût, demandant moins d'investissement personnel et permettant tout de même de retarder l'avulsion et de freiner le processus de détérioration de l'état de santé bucco-dentaire de la personne âgée. Cette simplification du traitement en fonction du contexte et grâce à la CFAO est exposée dans une publication récente (**PN 7**) chez un patient avec une coopération très limitée, présentant une fracture de la céramique au du bord libre de la 11 sur un bridge de 12 à 22.

Pour réduire la durée du traitement mais sans perdre de vue l'objectif thérapeutique souhaité, il a été décidé de réparer la 11 en collant une pièce prothétique en céramique remplaçant la perte de substance, obtenue par CFAO. C'est après évaluation du rapport bénéfice/risque que cette option thérapeutique a été choisie plutôt que de déposer le bridge. La CFAO a permis de réduire le nombre de séance, le temps de travail au fauteuil et le coût financier par rapport à une technique classique.



Figure 9: Illustration des possibilités thérapeutiques offertes grâce à la CFAO : 1)a, b, c : situation clinique initiale ; 2)a, b, c, d, e : situation clinique finale après restaurations de 13, 12, 11, 21, 22, 23, 37, 36, 35, 34, 33, 32, 31, 41, 42, 43 et 44 par couronnes ou bridges céramo-céramiques ; 46 et 47 par endo couronnes ; 14, 15, 16, 24, 25 et 26 par overlays.

2.2. CFAO/ PAC/ Personnes âgées

Actuellement, seules les étapes de laboratoire sont numériques. Des progrès restent donc à faire concernant la prise d'empreinte optique. Cependant, l'élaboration des PAC par CFAO présente de nombreux avantages par rapport à la technique classique de laboratoire et notamment pour la personne âgée.

En effet, l'usinage des bases de la PAC dans les blocs de PMMA (polyméthacrylate de méthyle) améliore la précision puisqu'elle **permet de s'affranchir du problème de retrait de la résine PMMA à la polymérisation**. Ainsi, un ajustement précis des bases et des rapports d'occlusion est obtenu. La stabilité et la rétention des prothèses sont favorisées. Ce gain d'adaptation va être primordial chez la personne âgée pour laquelle les conditions anatomiques et physiologiques sont fréquemment défavorables à la rétention et la stabilisation des prothèses (résorptions crestaies et hyposialie). L'**absence de monomère résiduel** et la **diminution de la porosité de la résine** va permettre de réduire le risque de candidose et/ou de réactions allergiques. Ce risque est plus fréquent chez la personne âgée pour laquelle un défaut d'hygiène ou un déficit immunitaire pouvant favoriser de telles réactions muqueuses sont observées. Par ailleurs, la majorité des systèmes de CFAO conçus pour la PAC utilisent la technique d'enregistrement intra-oral à appui central pour l'enregistrement de la relation maxillo-mandibulaire. Grâce à cette technique, l'occlusion des prothèses en bouche est rigoureusement identique à celle du montage virtuel ce qui **réduit le travail d'équilibration**. Aussi, l'étape d'essai des cires est remplacée par une étape d'essayage de gabarits monoblocs. Les gabarits sont des répliques des futures prothèses en résine monochrome. Ces **gabarits peuvent être laissés au patient ce qui permet un essai des futures prothèses en inter-séances**. Une fois les prothèses réalisées, les gabarits pourront être laissés au patient pour servir de prothèses provisoires si besoin sans surcoût. La personne âgée aura plus facilement tendance à échapper ses prothèses. Ainsi, les gabarits pourront servir de prothèse de « secours » (Figure 10). Enfin, le temps de travail au fauteuil et le risque de nombreuses séances de doléances semble être réduit.

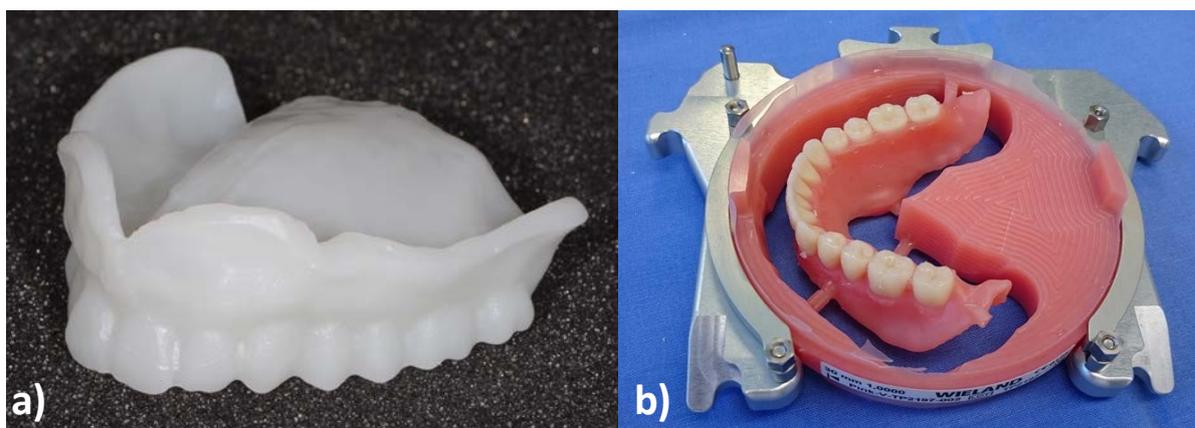


Figure 10: Apport du numérique à la PAC classique: a) Utilisation de gabarits; b) Usinage des bases des PAC dans des disques de résine PMMA puis collage des dents prothétiques.

3. Nouvelles approches thérapeutiques par CFAO – perspectives de développement

Pour aller plus loin dans le développement de la CFAO en prothèse et pour tenter d'améliorer la prise en charge des personnes âgées, l'équipe de Clermont-Ferrand a introduit la CFAO dans la réalisation de la prothèse implanto-retendue (**PN 8**). Au-delà, des contraintes de réalisation de telles procédures, ce type de prothèses nécessite une maintenance prothétique importante : remplacement caoutchoucs, perte d'un attachement, fracture de la PA totale mandibulaire, rebasage de l'overdenture (80). La nécessité d'un suivi régulier et d'une maintenance peut se révéler très contraignants pour la personne âgée. Ainsi, il est intéressant de diminuer le plus possible les complications éventuelles précédemment évoquées. Pour cela, il est proposé de solidariser l'ensemble des attachements habituellement présents dans l'intrados de la PAC au sein d'une Plaque Métallique de Connexion (PMC) obtenue par CFAO. La PMC est obtenue à partir d'une empreinte optique intra-buccale de situation des mini implants ou implants. L'empreinte permet d'obtenir un modèle de travail virtuel au format STL sur lequel un info-prothésiste pourra réaliser la CAO de la plaque. Puis, la plaque sera fabriquée par FAO par technique de fusion laser. Après validation de l'adaptation de la PMC en bouche, elle pourra être solidarisée dans l'intrados de la PAC. Les étapes de réalisation d'une PMC sont présentées dans la Figure 11 au travers d'un cas clinique. L'utilisation de cette plaque pourrait permettre de supprimer certaines complications prothétiques caractéristiques des patients porteurs de prothèses implanto-retendues à savoir diminuer le risque de fracture de la PAC mandibulaire et éviter la désolidarisation d'un attachement avec la prothèse. Aussi, le positionnement des attachements serait plus contrôlable, idéalement parallèles entre eux et perpendiculaire au future plan occlusal ce qui pourrait limiter le risque d'usure des caoutchoucs pour les attachements de type O'ring utilisés dans le protocole des mini implants. Actuellement, seuls quelques cas pilotes ont été réalisés. Les résultats obtenus sont encourageants mais la procédure reste à valider sur de nombreux cas et un suivi à long terme est nécessaire.

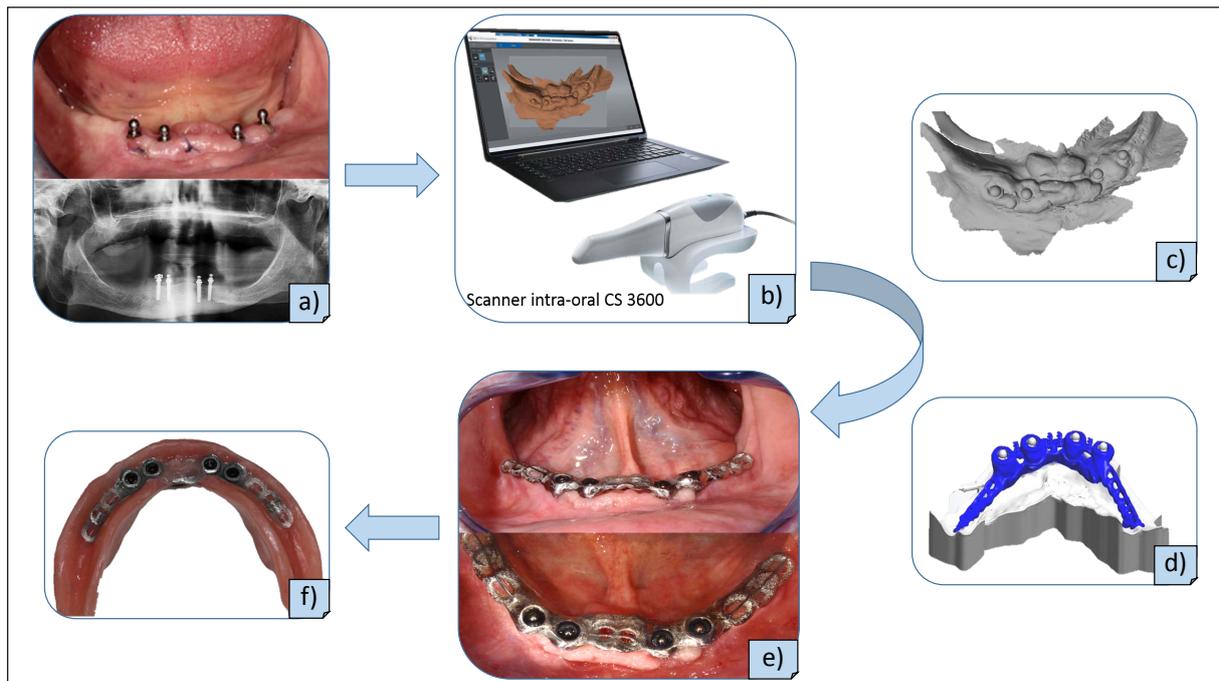


Figure 11: Illustration de la Plaque Métallique de Connexion (PMC) grâce à un cas clinique : a) Examens clinique et radiographique ; b) Empreinte optique intra-buccale ; c) Modèle virtuel de travail au format STL ; d) CAO de la PMC ; e) Essai en bouche; f) Prothèse amovible totale implanto-retendue contenant la PMC.

La CFAO offre une réelle complémentarité aux techniques de prise en charge classiques. Cet outil supplémentaire offre de nouvelles possibilités de prise en charge aidant à préserver la santé bucco-dentaire de la personne âgée. Elle va faciliter la restauration ou le remplacement des dents.

Cependant, le rétablissement de la fonction est indissociable de l'acte thérapeutique lorsque l'on cherche à restaurer la santé bucco-dentaire des patients. Fréquemment, la fonction n'est que partiellement rétablie en technique « classique ». Les études en cours vont permettre de voir si la CFAO offre de meilleurs résultats fonctionnels que les techniques classiques.

Enfin, les perspectives de développement, notamment en PA, restent nombreuses.

D. Interactions entre le vieillissement, la fonction de mastication et les perceptions oro-sensorielles

Le vieillissement s'accompagne de nombreuses modifications et altérations de la santé bucco-dentaire qui favorisent une diminution de la prise alimentaire chez la personne âgée. En conséquence, d'importantes répercussions sur son état de santé général peuvent apparaître. Cette prise alimentaire est notamment conditionnée par la fonction de mastication du sujet, ses perceptions sensorielles de l'aliment et l'aliment consommé. Les relations qui existent entre l'altération de l'état de santé bucco-dentaire, les perceptions sensorielles de l'aliment et la fonction de mastication de la personne âgée sont assez peu décrites et n'avaient pas fait l'objet d'une synthèse bibliographique. A ce titre, une revue systématique de la littérature a été réalisée afin de visualiser les interactions existantes entre l'altération de la santé bucco-dentaire chez la personne âgée, la mastication et les perceptions orosensorielles. Ceci a permis de réaliser par la suite, une ouverture sur la prise alimentaire et la recherche d'aliments adaptés à la personne âgées.

La perception de l'aliment relève de la construction d'une image multi-sensorielle dans le cortex frontal impliquant de nombreuses modalités sensorielles. Avant la mise en bouche de l'aliment, les perceptions extra-orales telles que la vue (aspect, forme, couleur), l'odorat et l'ouïe vont conditionner la perception de l'aliment. Par exemple, les odeurs qui émanent de l'aliment pourront confirmer ou infirmer, préciser, amplifier, l'image sensorielle attendue et favoriser ou au contraire restreindre la prise alimentaire. Puis, l'aliment est ingéré, les sens oraux peuvent alors entrer en action à savoir le goût, l'olfaction rétro-nasale, et les sens de la somesthésie (la texture, les sensations thermiques et douloureuses) (Figure 12).

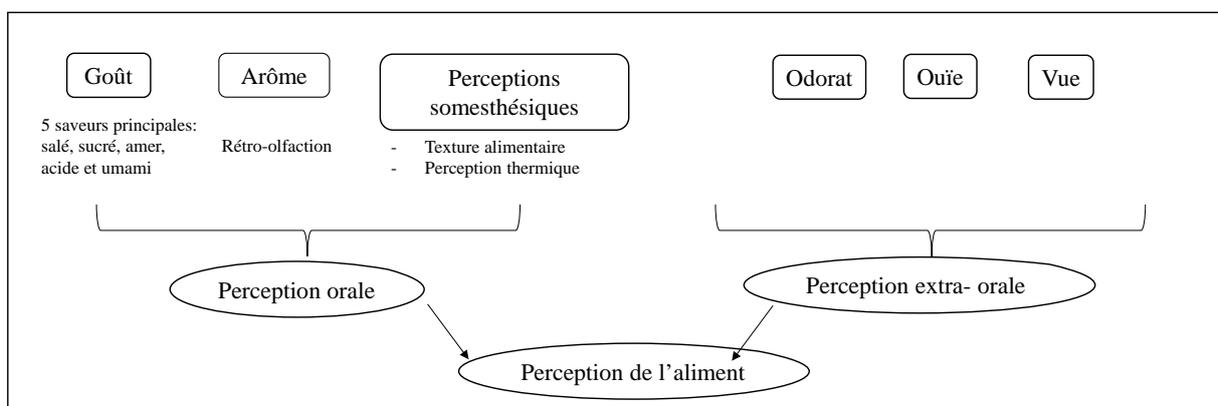


Figure 12: Eléments impliqués dans la perception de l'aliment.

En bouche, la mastication va permettre de libérer des molécules sapides dissoute dans la salive. Ces molécules vont se fixer sur les récepteurs gustatifs oraux regroupés dans les papilles gustatives, et situés principalement sur la langue (papilles fongiformes, foliacées et foliacées), le palais mou, le pharynx et l'épiglotte. Ces récepteurs produisent un signal transmis aux fibres nerveuses gustatives et aux neurones d'ordre supérieur. Le système gustatif différencie cinq saveurs de base: salé, amer, sucré, acide et umami, chaque saveur étant transmise par un mécanisme différent (81). Aussi, lorsque l'aliment est en bouche, l'action conjuguée de la salive, de la température et de la mastication libère des arômes contenus dans la nourriture qui empruntent la voie rétro-nasale. Les molécules atteignent la muqueuse olfactive en passant à l'arrière du palais grâce au flux d'air ascendant pendant l'expiration, c'est la rétro-olfaction. Enfin, pendant la prise alimentaire les informations somesthésiques perçues au niveau de la bouche seront de nature très variées. On identifie des caractéristiques de surface (rugueux, lisse), des caractéristiques mécaniques (dureté, élasticité, cassant), des caractéristiques rhéologiques (résistance à l'écoulement, viscosité), des températures au sens physique du terme (chaud-froid), des caractéristiques chimiques (brûlant, frais, irritant).

Ainsi, une grande partie de la perception de l'aliment se construit en bouche lors de la prise alimentaire grâce à la perception orosensorielle (goût, rétro-olfaction et somesthésie). En parallèle, se déroule la séquence de mastication associée à l'insalivation de l'aliment. Le déroulement concomitant de cette fonction et de ces perceptions au sein de la cavité buccale lors de la prise alimentaire place la bouche et donc l'état bucco-dentaire au centre des interrogations. A savoir, quel est l'impact de la santé bucco-dentaire, notamment chez le sujet âgé sur ces perceptions et cette fonction. Il faut également étudier les liens existant entre perceptions buccales et mastication/salivation pour mieux comprendre la perception de l'aliment et donc la prise alimentaire.

1. Santé bucco-dentaire et perceptions oro-sensorielles

L'objectif de ce paragraphe est d'objectiver en quoi l'état de santé bucco-dentaire de la personne âgée peut impacter ses perceptions oro-sensorielles et donc la perception de l'aliment consommé. Une revue de littérature sur le sujet est reportée en annexe (**PI 3**).

1.1. Impact de la santé orale sur la gustation

Les personnes âgées avec une détérioration de leur état de santé bucco-dentaire causée par des lésions carieuses, une maladie parodontale, une sécheresse buccale, des traumatismes oraux et/ou la perte des dents (82,83) rapportent d'une insatisfaction gustative (84).

Une altération de la gustation est également démontrée (85,86). La présence de toxines et de produits inflammatoires produits par les bactéries buccales de la lésion carieuse pourraient expliquer ces modifications gustatives (82). Concernant la perte des dents, il a été montré que de nombreuses déafférentations dentaires provoquées par une avulsion dentaire entraînent un déficit de goût (87). Cette diminution de la capacité gustative pourrait s'expliquer par la convergence entre les voies dentaires somato-sensorielles et gustatives.

Ainsi, la détérioration de la gustation avec l'âge (8) peut-être potentialisée par une détérioration de la santé orale chez le sujet âgé.

1.2. Impact de l'hygiène bucco-dentaire sur la gustation

L'amélioration de l'hygiène buccale améliore la gustation (88–90). La couverture physique des muqueuses buccales ou la stimulation chimique constante des papilles gustatives par la matière en décomposition sur la muqueuse linguale pourrait expliquer la diminution de l'acuité gustative (89). Ainsi, le brossage de la langue éliminerait les dépôts, améliorant ainsi l'accès aux substances sapides. Une autre explication serait qu'une telle stimulation physique pourrait augmenter le flux sanguin dans les papilles de la langue et la sécrétion de salive.

Ainsi, le maintien d'une hygiène bucco-dentaire optimale chez la personne âgée est indispensable à la conservation de la gustation.

1.3. Impact d'une prothèse amovible sur la perception de l'aliment

1.3.1. Impact d'une prothèse amovible sur le goût

Il est admis que les sujets porteurs de prothèses amovibles se plaignent fréquemment d'une perte de goût. Cette insatisfaction semble être associée au recouvrement palatin par la prothèse (84,91,92) et varie selon les saveurs. La direction du changement de goût dépend de la modalité gustative. L'étude de Wada et al. (93) a montré que le recouvrement palatin transitoire chez des jeunes sujets sains entièrement dentés ne modifie pas les seuils gustatifs. Ainsi, la modification des seuils gustatifs par recouvrement palatin chez les aînés serait indirecte d'autant plus qu'il n'y a pas de bourgeon gustatif au niveau de la muqueuse palatine. Deux facteurs pourraient expliquer l'impact indirect du recouvrement palatin sur le seuil gustatif chez les personnes âgées. Premièrement, un effet physique du recouvrement palatin par l'appareil pourrait induire des afférences somatiques orales, qui pourraient perturber la transmission du message de goût vers ou dans le tronc cérébral. En ce sens, augmenter la durée de port d'une prothèse amovible pourrait entretenir l'effet négatif de la prothèse en modifiant régulièrement les tissus muqueux et buccaux et / ou en déclenchant des modifications plastiques dans l'organisation du cerveau.

Deuxièmement, les déafférentations dentaires provoquées par une avulsion dentaire entraînent un déficit du goût (87) et pourraient également expliquer l'effet de la prothèse sur le seuil du goût. Ces deux facteurs hypothétiques mettent en évidence que les perturbations gustatives liées au recouvrement palatin lors du port d'une prothèse amovible font partis d'un ensemble de perceptions orosensorielles plus ou moins intriquées qui tendent à créer la perception de l'aliment consommé. Ce sont ces interrelations, encore males connues à l'heure actuelle qui expliquent les difficultés rencontrées pour expliquer les troubles gustatifs observés. Il est indispensable de mener des investigations complémentaires pour améliorer la compréhension de ce phénomène.

1.3.2. Impact d'une prothèse amovible sur les perceptions oro-sensorielles

Les pertes de goût décrites pas le porteur de prothèse amovible ne relèvent peut-être pas uniquement d'un déficit gustatif. Il est possible qu'un déficit plus général existe. Mais, incapable de dissocier les différentes perceptions orosensorielles, le sujet restreint ce déficit à une perte de gustation. Ainsi, le port d'une prothèse amovible aurait des répercussions sur l'ensemble des perceptions orosensorielles. Des altérations somato-sensorielles telles que des perturbations de la sensation tactile, de la sensation de pression et la perception thermique peuvent-être décrites. En effet, les caractéristiques de la prothèse amovible telles que l'état de surface de la plaque palatine (lisse, rugueuse et anatomique) ou son étendue (partielle ou complète) peuvent affecter la perception de l'aliment (94,95) et les perceptions orales thermiques (96). En revanche, le port d'une prothèse amovible n'impacterait pas la capacité du sujet à apprécier la forme et les différentes caractéristiques structurelles de l'aliment consommé. En effet, pendant la manipulation de l'aliment en bouche, ce dernier est pressé entre les dents, la langue et le palais ce qui stimule les extérocepteurs et/ou propriocepteurs situés au niveau du ligament parodontal, de la muqueuse buccale, de la mâchoire et des muscles. Les informations recueillies permettent au niveau du système nerveux central d'apprécier la forme et les différentes caractéristiques de l'aliment consommé. Cette expérience sensorielle peut être décrite comme « oral stereognostic ability » (OSA) ou perception orale en français. Les études ont montré que la perte des dents (rôle du ligament desmodontal) serait un des facteurs prépondérant dans l'altération de l'OSA (97). Le vieillissement participe également à cette détérioration par une diminution des capacités sensorielles en général (97–100). En revanche, le port d'une prothèse amovible n'impacterait pas l'OSA (98,101,102).

2. Santé bucco-dentaire et mastication

De nombreuses études ont montré qu'une altération de la santé bucco-dentaire a des répercussions négatives sur les fonctions buccales, en particulier sur la mastication. Une altération de l'efficacité masticatoire a été décrite chez des sujets présentant une perte de dents (103–107), de multiples lésions carieuses non traitées (108), une maladie parodontale (109) ou après chirurgie d'un cancer de la cavité buccale (110). Ces sujets ne sont pas capables de former un bol alimentaire acceptable pour la déglutition, ce qui entraîne des troubles de la digestion, des changements de régime alimentaire et une perte de qualité de vie orale (111).

Concernant la présence des dents, le nombre de dents cuspidées et de contacts occlusaux est prédictif de l'efficacité masticatoire (112–114). Ainsi, la perte des dents est associée à une augmentation du nombre de cycles, une augmentation de la durée de la séquence de mastication et une diminution de la fréquence de mastication (103). Le remplacement des dents par une prothèse amovible ne suffit pas à réduire correctement le bol malgré une séquence de mastication plus longues (17). Avec une prothèse amovible, la performance masticatrice est améliorée mais reste inférieure à celle des sujets dentés (diminution de 50 à 85%) (107,115–118). Les porteurs de prothèse complète, du fait de l'altération de leur état de santé bucco-dentaire doivent donc être considérés comme un groupe avec une mastication fortement altérée (119,120). Une étude menée dans le service d'Odontologie du CHU de Clermont Ferrand dans le cadre d'une thèse d'exercice a montré que les difficultés masticatoires de l'édenté totaux porteurs de PAC persistent même après renouvellement des PAC. En effet, un renouvellement, favorise une amélioration de la qualité de vie orale des sujets mais n'induit qu'une très faible amélioration de leur capacité masticatoire (121).

La mise en place d'implants ou mini implants pour stabiliser les prothèses amovibles mandibulaires permet une amélioration de l'efficacité masticatoire des sujets sans obtenir un retour vers une mastication physiologique (42,50,67,67,122,123).

Par ailleurs, la mastication et l'état de santé bucco-dentaire sont étroitement liés à la quantité et à la qualité de la salive produite au niveau de la cavité buccale. En effet, pendant la mastication, la salivation va imprégner l'aliment consommé et solidariser les particules mastiqués en un bol alimentaire cohésif et visqueux, n'adhérant pas aux muqueuses et facilement déglutissable (124). La salive a également de nombreux autres rôles pendant la phase orale de la prise alimentaire. Elle permet la lubrification des muqueuses orales et la protection des tissus dentaires. Elle a une activité antimicrobienne. Elle transporte des molécules sapides libérées lors de la mastication vers les bourgeons du goût pour permettre la gustation. Enfin, elle participe au début de l'hydrolyse des aliments (amidon et lipides) pour initier la digestion (125).

Ainsi, pendant la mastication, le rôle de la salive est essentiel dans la prise alimentaire. Or, chez la personne âgée, de nombreux facteurs peuvent-être responsables d'une détérioration de la quantité ou de la qualité de la salive produite : irradiation de la tête et du cou (126), prise de nombreux médicaments (antidépresseurs, diurétiques, antihypertenseurs, ...), ménopause, maladies auto-immunes (syndrome de Sjögren, arthrite rhumatoïde), dépression, anxiété et stress (127).

Dans ce paragraphe il a été montré qu'une détérioration de l'état de santé bucco-dentaire altère la fonction de mastication. Or, l'état de santé bucco-dentaire de la personne âgée tend à se dégrader avec le temps. Ainsi, l'avancée en âge potentialise la détérioration de la fonction masticatoire (128).

Aussi, la salive joue un rôle majeur dans le maintien de la santé bucco-dentaire. Toute modification de la fonction salivaire pourra compromettre l'intégrité des tissus mous ou durs ainsi que les fonctions de la cavité buccale.

3. Interrelations

3.1. Influence de la mastication sur la gustation

Pendant la mastication, le bol alimentaire est fractionné et les saveurs sont dissoutes dans la salive pour migrer vers les papilles gustatives. Une étude chez le sujet denté en bonne santé a montré que le seuil de reconnaissance du goût pour chaque saveur apparaît environ 10 cycles après le début de la mastication (129). Une autre étude a montré que le nombre de cycles de mastication nécessaire pour percevoir le goût était significativement plus élevé lorsque toute la zone de la langue était considérée par les sujets, indépendamment de la concentration de la saveur (130). Ainsi, la mastication participe à la diffusion du goût. Au cours d'une séquence de mastication, le goût est dispersé dans toute la cavité buccale, probablement par la salive. Par conséquent, la salive facilite la dissolution et la diffusion des saveurs dans la cavité buccale, et la production de salive stimule la mastication.

3.2. Influence du goût sur la mastication

Le goût influence partiellement la mastication. Les études montrent que les variations de concentrations des saveurs n'ont pas effet sur la fréquence de mastication (130,131), mais une forte concentration pour une saveur donnée tend à faire baisser le nombre de cycles de mastication (130,132). Aussi, l'augmentation de l'amertume réduit la durée de mastication (132).

La caractéristique hédonique de l'individu pourrait expliquer que les sujets ont consciemment réduit la durée des gels amers restés dans la cavité buccale. Ces observations confirment que la sensation de goût est une combinaison d'aspects cognitifs et hédoniques.

4. Discussion- Perspectives

L'état bucco-dentaire joue un rôle essentiel dans la perception de l'aliment, dans sa mastication et donc dans le choix des aliments consommés. Ainsi, le chirurgien-dentiste favorise le maintien d'une prise alimentaire régulière et diversifiée par ses actions préventives et thérapeutiques auprès de la personne âgée. Cependant cette action reste limitée. Il a été montré précédemment que le remplacement des dents par une prothèse amovible même implanto-retenue permet une amélioration de la mastication sans retrouver une mastication physiologique. S'agissant des perceptions orosensorielles, d'autres études restent à mener pour mieux comprendre le rôle joué par les prothèses amovibles. Ainsi, favoriser le maintien de la santé bucco-dentaire chez la personne âgée est l'une des actions à valoriser. Mais, en parallèle, il semble qu'il faille s'intéresser à un autre facteur impactant la prise alimentaire à savoir les caractéristiques de l'aliment consommé (nature et texture). En effet, travailler sur la matrice d'un aliment pourrait faciliter sa mastication, modifier sa perception orosensorielle et donc certainement favoriser sa consommation. Dans cette démarche il faut au préalable connaître la bio-accessibilité des nutriments après ingestion pour s'assurer que la modification des caractéristiques de l'aliment ne diminue pas ses caractéristiques nutritionnelles. En effet, chez la personne âgée, une prise alimentaire régulière et diversifiée est à rechercher pour éviter une dénutrition protéino-énergétique. Il faut également chercher à mieux connaître les interactions existant entre aliment consommé / prise alimentaire / fonction et perception orales.

En conclusion, la figure 13 permet de résumer les principaux facteurs impactant la prise alimentaire et montre comment le vieillissement et l'état de santé bucco-dentaire influencent indirectement cette prise alimentaire.

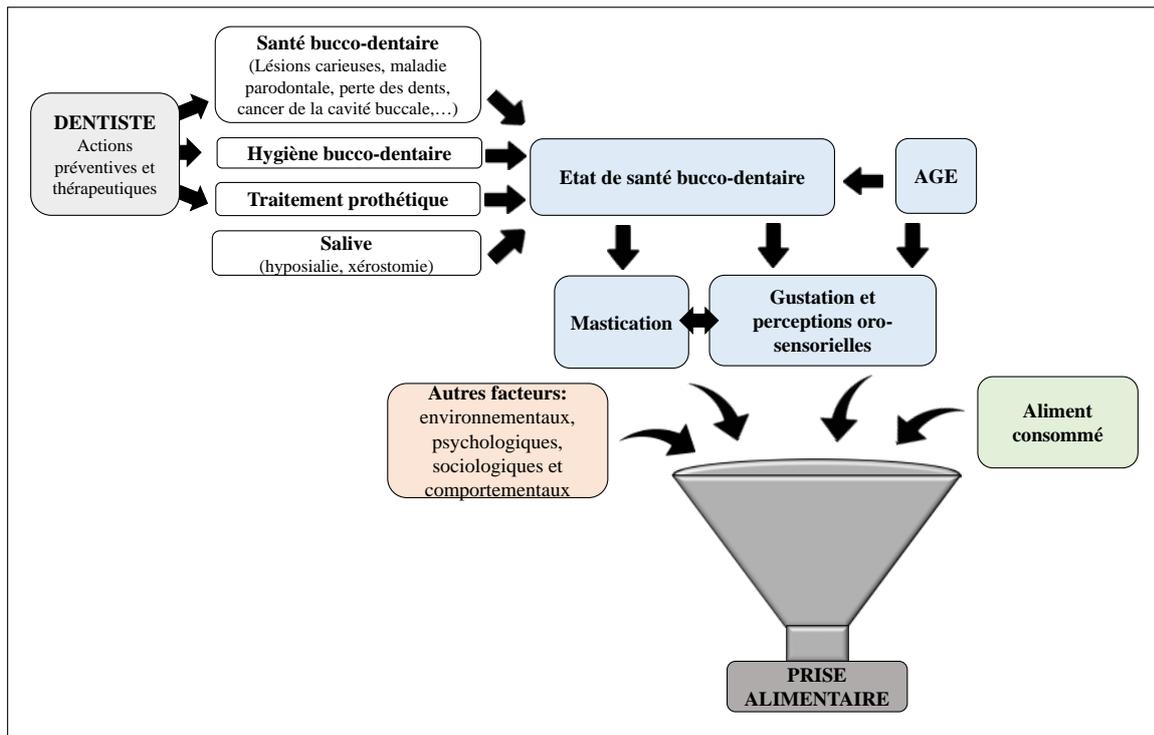


Figure 13: Les principaux facteurs influençant la prise alimentaire.

E. Conclusion

Le maintien d'un état de santé bucco-dentaire est primordial chez la personne âgée. Il est le garant de la préservation des fonctions orales, des perceptions oro-sensorielles et de la qualité de vie orale de la personne âgée. Dès qu'une altération est constatée, au-delà des répercussions bucco-dentaires locales, c'est l'état de santé général de la personne âgée qui peut être altéré avec notamment des modifications du comportement alimentaire. Ainsi, le rôle du chirurgien-dentiste pour préserver la santé de nos aînés est primordial.

Cependant, dans de nombreux cas, la détérioration de la santé bucco-dentaire de la personne âgée reste encore inéluctable. Ce travail montre qu'avec la perte des dents, quelques soient les stratégies prothétiques employées, un retour à une situation initiale physiologique n'est actuellement pas possible. Une compensation « optimale » est à rechercher. Pour cela, le développement de la CFAO ouvre de nouvelles possibilités de prise en charge et de nombreuses perspectives d'amélioration. Néanmoins, de futures recherches doivent permettre de valider ces nouvelles procédures de soins.

Enfin, en parallèle, il est nécessaire de poursuivre les travaux sur l'assimilation des aliments en fonction de la santé bucco-dentaire. En effet, pour que les industriels puissent travailler au développement d'aliments dédiés aux personnes âgées, il est primordial de continuer à étudier les liens existant entre aliment consommé/paramètres physiologiques de la mastication/perceptions oro-sensorielles et biodisponibilité des aliments.

F. Références bibliographiques

1. Projections de population pour la France métropolitaine à l'horizon 2050 - Insee
Disponible sur: <https://www.insee.fr/fr/statistiques/1280826>
2. Tavares M, Lindefjeld Calabi KA, San Martin L. Systemic diseases and oral health. *Dent Clin North Am.* 2014;58(4):797- 814.
3. Leal SC, Bittar J, Portugal A, Falcão DP, Faber J, Zanotta P. Medication in elderly people: its influence on salivary pattern, signs and symptoms of dry mouth. *Gerodontology.* 2010;27(2):129- 33.
4. Heft MW, Robinson ME. Somatosensory function in old age. *J Oral Rehabil.* 2017;44(4):327- 32.
5. Lautenbacher S, Peters JH, Heesen M, Scheel J, Kunz M. Age changes in pain perception: A systematic-review and meta-analysis of age effects on pain and tolerance thresholds. *Neurosci Biobehav Rev.* 2017;75:104- 13.
6. Attems J, Walker L, Jellinger KA. Olfaction and Aging: A Mini-Review. *Gerontology.* 2015;61(6):485- 90.
7. Imoscopi A, Inelmen EM, Sergi G, Miotto F, Manzato E. Taste loss in the elderly: epidemiology, causes and consequences. *Aging Clin Exp Res.* 2012;24(6):570- 9.
8. Methven L, Allen VJ, Withers CA, Gosney MA. Ageing and taste. *Proc Nutr Soc.* 2012;71(4):556- 65.
9. Sergi G, Bano G, Pizzato S, Veronese N, Manzato E. Taste Loss in the Elderly: Possible Implications for Dietary Habits. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2017 Nov 22;57(17):3684-3689.
10. Ogawa T, Annear MJ, Ikebe K, Maeda Y. Taste-related sensations in old age. *J Oral Rehabil.* 2017;44(8):626- 35.
11. Roberts KL, Allen HA. Perception and Cognition in the Ageing Brain: A Brief Review of the Short- and Long-Term Links between Perceptual and Cognitive Decline. *Front Aging Neurosci.* 2016;8:39.
12. Vissink A, Spijkervet FK, Van Nieuw Amerongen A. Aging and saliva: a review of the literature. *Spec Care Dent Off Publ Am Assoc Hosp Dent Acad Dent Handicap Am Soc Geriatr Dent.* 1996;16(3):95- 103.
13. Peyron M.A. Peyron alimentation des séniors, comprendre le rôle de la mastication, - Recherche Google. *Innovations Agronomiques.* 2013;(33):93- 103.
14. Cousson PY, Bessadet M, Nicolas E, Veyrone J-L, Lesourd B, Lassauzay C. Nutritional status, dietary intake and oral quality of life in elderly complete denture wearers. *Gerodontology.* 2012;29(2):e685-692.
15. Tan H, Peres KG, Peres MA. Retention of Teeth and Oral Health-Related Quality of Life. *J Dent Res.* 2016;95(12):1350- 7.
16. Yven C, Bonnet L, Cormier D, Monier S, Mioche L. Impaired mastication modifies the dynamics of bolus formation. *Eur J Oral Sci.* 2006;114(3):184- 90.

17. Mishellany-Dutour A, Renaud J, Peyron M-A, Rimek F, Woda A. Is the goal of mastication reached in young dentates, aged dentates and aged denture wearers? *Br J Nutr.* 2008;99(1):121- 8.
18. Veyrone JL, Opé S, Nicolas E, Woda A, Hennequin M. Changes in mastication after an immediate loading implantation with complete fixed rehabilitation. *Clin Oral Investig.* 2013;17(4):1127- 34.
19. Feine JS, Carlsson GE, Awad MA, Chehade A, Duncan WJ, Gizani S, et al. The McGill consensus statement on overdentures. Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients. Montreal, Quebec, May 24-25, 2002. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002;17(4):601- 2.
20. Thomason JM, Feine J, Exley C, Moynihan P, Müller F, Naert I, et al. Mandibular two implant-supported overdentures as the first choice standard of care for edentulous patients-
-the York Consensus Statement. *Br Dent J.* 2009;207(4):185- 6.
21. Hjørting-Hansen E. Glossary of oral and maxillofacial implants. Quintessence Publishing Ltd.; 2007.
22. Huard C, Bessadet M, Nicolas E, Veyrone J-L. Geriatric slim implants for complete denture wearers: clinical aspects and perspectives. *Clin Cosmet Investig Dent.* 2013;5:63- 8.
23. Elsyad MA. Patient satisfaction and prosthetic aspects with mini-implants retained mandibular overdentures. A 5-year prospective study. *Clin Oral Implants Res.* 2015;1- 8.
24. Scepanovic M, Calvo-Guirado JL, Markovic A, Delgado-Ruiz R, Todorovic A, Milicic B, et al. A 1-year prospective cohort study on mandibular overdentures retained by mini dental implants. *Eur J Oral Implantol.* 2012;5(4):367- 79.
25. Tomasi C, Idmyr B-O, Wennström JL. Patient satisfaction with mini-implant stabilised full dentures. A 1-year prospective study. *J Oral Rehabil.* 2013;40(7):526- 34.
26. Preoteasa E, Imre M, Preoteasa CT. A 3-year follow-up study of overdentures retained by mini-dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014;29(5):1170- 6.
27. Lemos CAA, Verri FR, Batista VE de S, Júnior JFS, Mello CC, Pellizzer EP. Complete overdentures retained by mini implants: A systematic review. *J Dent.* 2017;57:4- 13.
28. Jofre J, Castiglioni X, Lobos CA. Influence of minimally invasive implant-retained overdenture on patients' quality of life: a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2013;24(10):1173- 7.
29. Enkling N, Saftig M, Worni A, Mericske-Stern R, Schimmel M. Chewing efficiency, bite force and oral health-related quality of life with narrow diameter implants - a prospective clinical study: results after one year. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(4):476-482.
30. Mishellany-Dutour A, Renaud J, Peyron M-A, Rimek F, Woda A. Is the goal of mastication reached in young dentates, aged dentates and aged denture wearers? *Br J Nutr.* 2008;99(1):121- 8.
31. Fontijn-Tekamp FA, van der Bilt A, Abbink JH, Bosman F. Swallowing threshold and masticatory performance in dentate adults. *Physiol Behav.* 2004;83(3):431- 6.

32. Mishellany A, Woda A, Labas R, Peyron M-A. The challenge of mastication: preparing a bolus suitable for deglutition. *Dysphagia*. 2006;21(2):87- 94.
33. Foster KD, Woda A, Peyron MA. Effect of texture of plastic and elastic model foods on the parameters of mastication. *J Neurophysiol*. 2006;95(6):3469- 79.
34. Woda A, Nicolas E, Mishellany-Dutour A, Hennequin M, Mazille M-N, Veyrone J-L, et al. The masticatory normative indicator. *J Dent Res*. 2010;89(3):281- 5.
35. Peyron M-A, Blanc O, Lund JP, Woda A. Influence of Age on Adaptability of Human Mastication. *J Neurophysiol*. 2004;92(2):773- 9.
36. Lassauzay C, Peyron MA, Albuissou E, Dransfield E, Woda A. Variability of the masticatory process during chewing of elastic model foods. *Eur J Oral Sci*. 2000;108(6):484- 92.
37. Hennequin M, Allison PJ, Veyrone JL, Faye M, Peyron M. Clinical evaluation of mastication: validation of video versus electromyography. *Clin Nutr Edinb Scotl*. 2005;24(2):314- 20.
38. Carlsson GE. Masticatory efficiency: the effect of age, the loss of teeth and prosthetic rehabilitation. *Int Dent J*. 1984;34(2):93- 7.
39. Bonnet G, Batisse C, Peyron M-A, Nicolas E, Hennequin M. Which variables should be controlled when measuring the granulometry of a chewed bolus? A systematic review. *J Texture Stud*. 2019 Jun;50(3):194-216.
40. Woda A, Foster K, Mishellany A, Peyron MA. Adaptation of healthy mastication to factors pertaining to the individual or to the food. *Physiol Behav*. 2006;89(1):28- 35.
41. Van der Bilt A, Engelen L, Pereira LJ, van der Glas HW, Abbink JH. Oral physiology and mastication. *Physiol Behav*. 2006;89(1):22- 7.
42. Boven GC, Raghoobar GM, Vissink A, Meijer HJA. Improving masticatory performance, bite force, nutritional state and patient's satisfaction with implant overdentures: a systematic review of the literature. *J Oral Rehabil*. 2015;42(3):220- 33.
43. Sandström B, Lindquist LW. The effect of different prosthetic restorations on the dietary selection in edentulous patients. A longitudinal study of patients initially treated with optimal complete dentures and finally with tissue-integrated prostheses. *Acta Odontol Scand*. 1987;45(6):423- 8.
44. Allen F, McMillan A. Food selection and perceptions of chewing ability following provision of implant and conventional prostheses in complete denture wearers. *Clin Oral Implants Res*. 2002;13(3):320- 6.
45. Atchison KA, Dolan TA. Development of the Geriatric Oral Health Assessment Index. *J Dent Educ*. 1990;54(11):680- 7.
46. Tubert-Jeannin S, Riordan PJ, Morel-Papernot A, Porcheray S, Saby-Collet S. Validation of an oral health quality of life index (GOHAI) in France. *Community Dent Oral Epidemiol*. 2003;31(4):275- 84.
47. Berteretche MV, Frot A, Woda A, Pereira B, Hennequin M. Different types of antagonists modify the outcome of complete denture renewal. *Int J Prosthodont*. 2015;28(3):270- 8.

48. Reissmann DR, Enkling N, Moazzin R, Haueter M, Worni A, Schimmel M. Long-term changes in oral health-related quality of life over a period of 5 years in patients treated with narrow diameter implants: A prospective clinical study. *J Dent.* 2018;75:84- 90.
49. Hoad-Reddick G. Oral pathology and prostheses--are they related? Investigations in an elderly population. *J Oral Rehabil.* 1989;16(1):75- 87.
50. Bae J-C, Jeong S-H, Jeong C-M, Huh J-B. Comparison of the Masticatory Functions of Complete Dentures and Implant-Retained Overdentures. *Int J Prosthodont.* 2015;28(4):345- 7.
51. Elsyad MA, Khairallah AS. Chewing efficiency and maximum bite force with different attachment systems of implant overdentures: a crossover study. *Clin Oral Implants Res.* 2017;28(6):677- 82.
52. Emami E, Heydecke G, Rompré PH, de Grandmont P, Feine JS. Impact of implant support for mandibular dentures on satisfaction, oral and general health-related quality of life: a meta-analysis of randomized-controlled trials. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20(6):533- 44.
53. Awad MA, Rashid F, Feine JS, Overdenture Effectiveness Study Team Consortium. The effect of mandibular 2-implant overdentures on oral health-related quality of life: an international multicentre study. *Clin Oral Implants Res.* 2014;25(1):46- 51.
54. Jabbour Z, Emami E, de Grandmont P, Rompré PH, Feine JS. Is oral health-related quality of life stable following rehabilitation with mandibular two-implant overdentures? *Clin Oral Implants Res.* 2012;23(10):1205- 9.
55. Schuster AJ, Marcello-Machado RM, Bielemann AM, Nascimento GG, Pinto L de R, Cury DB, et al. Short-term quality of life change perceived by patients after transition to mandibular overdentures. *Braz Oral Res.* 2017;31:e5.
56. Kutkut A, Bertoli E, Frazer R, Pinto-Sinai G, Fuentealba Hidalgo R, Studts J. A systematic review of studies comparing conventional complete denture and implant retained overdenture. *J Prosthodont Res.* 2018;62(1):1-9.
57. Sivaramakrishnan G, Sridharan K. Comparison of implant supported mandibular overdentures and conventional dentures on quality of life: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled studies. *Aust Dent J.* 2016;61(4):482- 8.
58. Sun X, Zhai J-J, Liao J, Teng M-H, Tian A, Liang X. Masticatory efficiency and oral health-related quality of life with implant-retained mandibular overdentures. *Saudi Med J.* 2014;35(10):1195- 202.
59. Said MM, Otomaru T, Aimaijiang Y, Li N, Taniguchi H. Association Between Masticatory Function and Oral Health-Related Quality of Life in Partial Maxillectomy Patients. *Int J Prosthodont.* 2016;29(6):561- 4.
60. Palomares T, Montero J, Rosel EM, Del-Castillo R, Rosales JI. Oral health-related quality of life and masticatory function after conventional prosthetic treatment: A cohort follow-up study. *J Prosthet Dent.* 2018;119(5):755-763.

61. Vandenberghe-Descamps M, Sulmont-Rossé C, Septier C, Feron G, Labouré H. Using food comfortability to compare food's sensory characteristics expectations of elderly people with or without oral health problems. *J Texture Stud.* 2017;48(4):280- 7.
62. Ramage-Morin PL, Garriguet D. Nutritional risk among older Canadians. *Health Rep.* 2013;24(3):3- 13.
63. Suzuki K, Nomura T, Sakurai M, Sugihara N, Yamanaka S, Matsukubo T. Relationship between number of present teeth and nutritional intake in institutionalized elderly. *Bull Tokyo Dent Coll.* 2005;46(4):135- 43.
64. Saarela RKT, Soini H, Hiltunen K, Muurinen S, Suominen M, Pitkälä K. Dentition status, malnutrition and mortality among older service housing residents. *J Nutr Health Aging.* 2014;18(1):34- 8.
65. Dewake N, Hamasaki T, Sakai R, Yamada S, Nima Y, Tomoe M, et al. Relationships among sense of coherence, oral health status, nutritional status and care need level of older adults according to path analysis. *Geriatr Gerontol Int.* 2017;17(11):2083- 8.
66. Bessadet M, Nicolas E, Sochat M, Hennequin M, Veyrune J-L. Impact of removable partial denture prosthesis on chewing efficiency. *J Appl Oral Sci Rev FOB.* 2013;21(5):392- 6.
67. Batisse C, Bonnet G, Bessadet M, Veyrune JL, Hennequin M, Peyron MA, et al. Stabilization of mandibular complete dentures by four mini implants: Impact on masticatory function. *J Dent.* 2016;50:43- 50.
68. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. *J Prosthodont.* 2018;27(1):35-41.
69. Fages M, Raynal J, Tramini P, Cuisinier FJ, Durand J-C. Chairside Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacture All-Ceramic Crown and Endocrown Restorations: A 7-Year Survival Rate Study. *Int J Prosthodont.* 2017;30(6):556–560.
70. Rauch A, Reich S, Dalchau L, Schierz O. Clinical survival of chair-side generated monolithic lithium disilicate crowns:10-year results. *Clin Oral Investig.* 2018;22(4):1763-1769.
71. Fages M, Bennasar B, Raynal J. Minimally Invasive All-ceramic Preparation for the Occlusal Face: The « V Preparation ». *Compend Contin Educ Dent Jamesburg NJ* 1995. 2017;38(2):e5- 8.
72. Rudd RW, Rudd KD. A review of 243 errors possible during the fabrication of a removable partial denture: part I. *J Prosthet Dent.* 2001;86(3):251- 61.
73. Rudd RW, Rudd KD. A review of 243 errors possible during the fabrication of a removable partial denture: part II. *J Prosthet Dent.* 2001;86(3):262- 76.
74. Rudd RW, Rudd KD. A review of 243 errors possible during the fabrication of a removable partial denture: part III. *J Prosthet Dent.* 2001;86(3):277- 88.
75. Almufleh B, Emami E, Alageel O, de Melo F, Seng F, Caron E, et al. Patient satisfaction with laser-sintered removable partial dentures: A crossover pilot clinical trial. *J Prosthet Dent.* 2018;119(4):560-567.

76. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J*. 2009;28(1):44- 56.
77. Collado V, Nicolas E, Hennequin M. Dental difficulty for adult patients undergoing different dental procedures according to level of dental anxiety. *Odonto-Stomatol Trop Trop Dent J*. 2008;31(124):35- 42.
78. Carvalho MA de, Lazari PC, Gresnigt M, Del Bel Cury AA, Magne P. Current options concerning the endodontically-treated teeth restoration with the adhesive approach. *Braz Oral Res*. 2018;32(suppl 1):e74.
79. Govare N, Contrepois M. Endocrowns: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 26 juill 2019. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.04.009. [Epub ahead of print]
80. ELsyad MA, Errabti HM, Mustafa AZ. Mandibular Denture Base Deformation with Locator and Ball Attachments of Implant-Retained Overdentures. *J Prosthodont*. 2016;25(8):656- 64.
81. Chandrashekar J, Hoon MA, Ryba NJP, Zuker CS. The receptors and cells for mammalian taste. *Nature*. 2006;444(7117):288- 94.
82. Solemdal K, Sandvik L, Willumsen T, Mowe M, Hummel T. The impact of oral health on taste ability in acutely hospitalized elderly. *PloS One*. 2012;7(5):e36557.
83. Ship JA. The influence of aging on oral health and consequences for taste and smell. *Physiol Behav*. 1999;66(2):209- 15.
84. Ikebe K, Nokubi T, Ettinger RL, Namba H, Tanioka N, Iwase K, et al. Dental status and satisfaction with oral function in a sample of community-dwelling elderly people in Japan. *Spec Care Dent*. 2002;22(1):33- 40.
85. de Jong N, Mulder I, de Graaf C, van Staveren WA. Impaired sensory functioning in elders: the relation with its potential determinants and nutritional intake. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 1999;54(8):B324-331.
86. Ritchie CS. Oral health, taste, and olfaction. *Clin Geriatr Med*. 2002;18(4):709- 17.
87. Boucher Y, Berteretche M-V, Farhang F, Arvy M-P, Azérad J, Faurion A. Taste deficits related to dental deafferentation: an electrogustometric study in humans. *Eur J Oral Sci*. 2006;114(6):456- 64.
88. Ohno T, Uematsu H, Nozaki S, Sugimoto K. Improvement of taste sensitivity of the nursed elderly by oral care. *J Med Dent Sci*. 2003;50(1):101- 7.
89. Langan MJ, Yearick ES. The effects of improved oral hygiene on taste perception and nutrition of the elderly. *J Gerontol*. 1976;31(4):413- 8.
90. Hyde RJ, Feller RP, Sharon IM. Tongue brushing, dentifrice, and age effects on taste and smell. *J Dent Res*. 1981;60(10):1730- 4.
91. Nalcaci R, Baran I. Factors associated with self-reported halitosis (SRH) and perceived taste disturbance (PTD) in elderly. *Arch Gerontol Geriatr*. 2008;46(3):307- 16.

92. Yoshinaka M, Ikebe K, Uota M, Ogawa T, Okada T, Inomata C, et al. Age and sex differences in the taste sensitivity of young adult, young-old and old-old Japanese. *Geriatr Gerontol Int.* 2016;16(12):1281-1288.
93. Wada T, Takano T, Tasaka A, Ueda T, Sakurai K. Evaluation of participants' perception and taste thresholds with a zirconia palatal plate. *J Prosthodont Res.* 2016;60(4):294-300.
94. Tanaka A, Kodaira Y, Ishizaki K, Sakurai K. Influence of palatal surface shape of dentures on food perception. *J Oral Rehabil.* 2008;35(10):715- 21.
95. Koike T, Ishizaki K, Ogami K, Ueda T, Sakurai K. Influence of anterior palatal coverage on perception and retention in complete dentures. *J Prosthet Dent.* 2011;105(4):272- 9.
96. Green BG, Nachtigal D. Somatosensory factors in taste perception: effects of active tasting and solution temperature. *Physiol Behav.* 2012;107(4):488- 95.
97. Litvak H, Silverman SI, Garfinkel L. Oral stereognosis in dentulous and edentulous subjects. *J Prosthet Dent.* 1971;25(3):139- 51.
98. Grasso JE, Catalanatto FA. The effects of age and full palatal coverage on oral stereognostic ability. *J Prosthet Dent.* 1979;41(2):215- 9.
99. Ikebe K, Amemiya M, Morii K, Matsuda K, Furuya-Yoshinaka M, Nokubi T. Comparison of oral stereognosis in relation to age and the use of complete dentures. *J Oral Rehabil.* 2007;34(5):345- 50.
100. Dalaya MV. A Study of Oral Stereognostic Proficiency in Dentulous and Edentulous Persons. *J Clin Diagn Res JCDR.* 2014;8(5):ZE01 - 6.
101. Garrett NR, Kapur KK, Jochen DG. Oral stereognostic ability and masticatory performance in denture wearers. *Int J Prosthodont.* 1994;7(6):567- 73.
102. Kumamoto Y, Kaiba Y, Imamura S, Minakuchi S. Influence of palatal coverage on oral function - oral stereognostic ability and masticatory efficiency. *J Prosthodont Res.* 2010;54(2):92- 6.
103. Woda A, Foster K, Mishellany A, Peyron MA. Adaptation of healthy mastication to factors pertaining to the individual or to the food. *Physiol Behav.* 2006;89(1):28- 35.
104. Garcia RI, Perlmutter LC, Chauncey HH. Effects of dentition status and personality on masticatory performance and food acceptability. *Dysphagia.* 1989;4(2):121- 6.
105. Wayler AH, Chauncey HH. Impact of complete dentures and impaired natural dentition on masticatory performance and food choice in healthy aging men. *J Prosthet Dent.* 1983;49(3):427- 33.
106. Woda A, Hennequin M, Peyron MA. Mastication in humans: finding a rationale. *J Oral Rehabil.* 2011;38(10):781- 4.
107. Carlsson GE. Masticatory efficiency: the effect of age, the loss of teeth and prosthetic rehabilitation. *Int Dent J.* 1984;34(2):93- 7.
108. Decerle N, Nicolas E, Hennequin M. Chewing deficiencies in adults with multiple untreated carious lesions. *Caries Res.* 2013;47(4):330- 7.

109. Borges T de F, Regalo SC, Taba M, Siéssere S, Mestriner W, Semprini M. Changes in masticatory performance and quality of life in individuals with chronic periodontitis. *J Periodontol.* 2013;84(3):325- 31.
110. 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.
111. Peyron M.A, Mishellany-Dutour A, Bourdiol P, Woda A. Poor Mastication could result in poor nutrition - the effects of age on oral functions and consequences on nutrition (chapter 1). In: *New research on nutrition for the middle-age and Elderly.* McLeod CL editor; 2008.1- 29.
112. Ikebe K, Matsuda K, Kagawa R, Enoki K, Yoshida M, Maeda Y, et al. Association of masticatory performance with age, gender, number of teeth, occlusal force and salivary flow in Japanese older adults: is ageing a risk factor for masticatory dysfunction? *Arch Oral Biol.* 2011;56(10):991- 6.
113. Ikebe K, Matsuda K, Kagawa R, Enoki K, Okada T, Yoshida M, et al. Masticatory performance in older subjects with varying degrees of tooth loss. *J Dent.* 2012;40(1):71- 6.
114. Kosaka T, Ono T, Kida M, Kikui M, Yamamoto M, Yasui S, et al. A multifactorial model of masticatory performance: the Suita study. *J Oral Rehabil.* 2016;43(5):340- 7.
115. Wayler AH, Muench ME, Kapur KK, Chauncey HH. Masticatory performance and food acceptability in persons with removable partial dentures, full dentures and intact natural dentition. *J Gerontol.* 1984;39(3):284- 9.
116. Veyrone JL, Lassauzay C, Nicolas E, Peyron MA, Woda A. Mastication of model products in complete denture wearers. *Arch Oral Biol.* 2007;52(12):1180- 5.
117. Speksnijder CM, Abbink JH, Van Der Glas HW, Janssen NG, Van Der Bilt A. Mixing ability test compared with a comminution test in persons with normal and compromised masticatory performance. *Eur J Oral Sci.* 2009;117(5):580- 6.
118. Kapur KK, Soman SD. Masticatory performance and efficiency in denture wearers. 1964. *J Prosthet Dent.* 2006;95(6):407- 11.
119. Woda A, Nicolas E, Mishellany-Dutour A, Hennequin M, Mazille M-N, Veyrone J-L, et al. The masticatory normative indicator. *J Dent Res.* 2010;89(3):281- 5.
120. Witter DJ, Woda A, Bronkhorst EM, Creugers NHJ. Clinical interpretation of a masticatory normative indicator analysis of masticatory function in subjects with different occlusal and prosthodontic status. *J Dent.* 2013;41(5):443- 8.
121. Mansoux M. [UFR Odontologie Clermont-Ferrand]. Évolution de la fonction de mastication et de la qualite de vie orale de sujets edentes lors du renouvellement de leurs protheses amovibles maxillo-mandibulaires. 2019. Thèse d'exercice pour l'obtention du diplôme de chirurgien-dentiste.
122. Bidra AS, Almas K. Mini implants for definitive prosthodontic treatment: A systematic review. *J Prosthet Dent.* 2013;109(3):156- 64.

123. Cardoso RG, Melo LA de, Barbosa GAS, Calderon PDS, Germano AR, Mestriner W, et al. Impact of mandibular conventional denture and overdenture on quality of life and masticatory efficiency. *Braz Oral Res.* 2016;30(1):e102.
124. Pedersen AM, Bardow A, Jensen SB, Nauntofte B. Saliva and gastrointestinal functions of taste, mastication, swallowing and digestion. *Oral Dis.* 2002;8(3):117- 29.
125. Pedersen AM, Bardow A, Jensen SB, Nauntofte B. Saliva and gastrointestinal functions of taste, mastication, swallowing and digestion. *Oral Dis.* 2002;8(3):117- 29.
126. Meirovitz A, Murdoch-Kinch CA, Schipper M, Pan C, Eisbruch A. Grading xerostomia by physicians or by patients after intensity-modulated radiotherapy of head-and-neck cancer. *Int J Radiat Oncol Biol Phys.* 2006;66(2):445- 53.
127. Villa A, Connell CL, Abati S. Diagnosis and management of xerostomia and hyposalivation. *Ther Clin Risk Manag.* 2015;11:45- 51.
128. Peyron MA, Woda A, Bourdiol P, Hennequin M. Age-related changes in mastication. *J Oral Rehabil.* 2017;44(4):299- 312.
129. Kasahara T, Yamashita S, Nimura H, Hotta H, Tomida M, Asanuma N. Newly designed gustatory test based on the number of chewing strokes required for recognition of the taste. *J Prosthodont Res.* 2012;56(3):210- 5.
130. Tomida M, Numao H, Yamashita S, Kasahara T, Nakamura T, Ando H, et al. Factors Related with the Number of Chewing Strokes for Recognizing Taste. *J Oral Biosci.* 2011;53(4):338- 47.
131. Alfonso M, Neyraud E, Blanc O, Peyron MA, Dransfield E. Relationship Between Taste and Chewing Patterns of Visco-Elastic Model Foods. *J Sens Stud.* 2002;17(2):193- 206.
132. Neyraud E, Peyron MA, Vieira C, Dransfield E. Influence of bitter taste on mastication pattern. *J Dent Res.* 2005;84(3):250- 4.

G. Annexes

1. Publications Internationales

PI 1: Batisse C, Bonnet G, Veyrune JL, Bessadet M, Hennequin M, Peyron MA, Nicolas E. Stabilization of mandibular complete denture by four mini implants: impact on masticatory function. J Dent. 2016 Jul;50:43–50.

PI 2: Batisse C, Bonnet G, Veyrune JL, Nicolas E, Bessadet M. Predictive parameters of oral health quality of life in complete mandibular denture wearers stabilized by mini-implants: a two-year follow-up study. Materials (Basel). 2017 Oct 19;10(10).

PI 3 : Batisse C, Bessadet M, Decerle N, Nicolas E, Veyrune JL. Ceramo-Metal Crown or Cad-Cam rehabilitation: Patient and practitioner appraisal. Eur J Prosthodont Restor Dent. Dec 2014;2(4):159-65.

PI 4 : Batisse C, Bonnet G, Bongert P, Gourrier Y, Bessadet M, Veyrune JL. Optical impression and Removable partial denture: an accurate and actual solution? J Dent Oral Health. 2017 May;3(6).

PI 5: Bonnet G, Batisse C, Bessadet M, Nicolas E, Veyrune JL. A new digital denture procedure: a first practitioners appraisal. BMC Oral Health. 2017 Dec 20;17(1):155.

PI 6: Bonnet G, Batisse C, Travers C, Bessadet M. Integration of CAD/CAM technology in Global Dental Prosthetic treatment: A Case Report. International Multispecialty Journal of Health (IMJH). 2016 Feb; 2(2):9-12.

PI 7: Batisse C, Bonnet G, Eschevins C, Hennequin M, Nicolas E. The influence of oral health on patients' food perception: a systematic review. J Oral Rehabil. 2017 Jun. [Epub ahead of print].

2. Publications Nationales

PN 1 : Bonnet G, Batisse C, Bessadet M, Veyrune JL, Nicolas E. Les réhabilitations orales par Prothèses Amovibles sont-elles encore d'actualité ? Revue de Presse : Information Dentaire n°9 Vol.98, 5 - 2016.

PN 2 : Batisse C, Bonnet G, Bessadet M, Veyrune JL, Nicolas E. Évaluation de la mastication de sujets porteurs d'une prothèse amovible complète : intérêt de la stabilisation par 4 mini-implants symphysaires, Cahiers de prothèse,175:38-47, 2016.

PN 3 : Batisse C, Bonnet G, Bessadet M, Veyrune JL, Nicolas E. CFAO et prothèse amovible partielle : le point en 2015. Le Chirurgien Dentiste de France. 1687-1688 - 2015.

PN 4 : Bonnet G, Batisse C, Bongert P, Gourrier Y, Philippon C, Bessadet M, Veyrune JL, Nicolas E. Empreinte optique et Prothèse Amovible Partielle. Le Dentoscope, 2016.

PN 5 :Bonnet G, Batisse C, Bessadet M, Philippon C, Nicolas E, Veyrune, JL. Prothèse amovible complète: Le système Ivoclar-Wieland Digital Denture, évolution ou révolution ? Cahiers de Prothèse 2017;178:30-41.

PN 6: Bessadet M, Bonnet G, Batisse C, Veyrune JL. Empreinte optique et CFAO dans le traitement des dysmorphoses. L'exemple de la trisomie 21. L'Information Dentaire n°29 Vol.96, 32-39 – 2014.

PN 7 :Bonnet G, Batisse C, Veyrune JL, Collado V, Bessadet M. Prothèse et patients à besoins spécifiques ? Yes we can ! Information Dentaire n°17 Vol.98-27, 2016.

PN 8 : Batisse C, Bonnet G, Bongert P, Gourrier Y, Bessadet M, Veyrune JL, Nicolas E. E. Empreinte optique, prothèse amovible partielle et implantologie : un trio gagnant ? Cahiers de prothèse.2018;183 :172-176.

PN 9 : Bonnet G, Batisse C, Drancourt N, Bessadet M, Philippon C, Nicolas E. Nouvelles évolutions et applications de la prothèse complète numérique. Cahiers de prothèse.2019;185:2-10.