

UNIVERSITE DE STRASBOURG
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

2017

N°57

THESE

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 20 Décembre 2017
par

DESCHAMPS Adrien
né le 30 Juin 1990 à Autun

Étude comparée de l'empreinte primaire chez l'édenté total maxillaire
obtenue par technique conventionnelle ou optique

Président : Professeur CLAUSS François
Assesseurs : Docteur WALTMANN Etienne
Docteur PILAVYAN Elise
Docteur ETIENNE Olivier
Docteur EHLINGER Claire

FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE DE STRASBOURG

Doyen : Professeur C. TADDEI-GROSS

Doyens honoraires : Professeur R. FRANK
Professeur M. LEIZE
Professeur Y. HAIKEL

Professeurs émérites : Professeur W. BACON
Professeur H. TENENBAUM

Responsable des Services Administratifs : Mme F. DITZ-MOUGEL

Professeurs des Universités

V. BALL	Ingénierie Chimique, Energétique - Génie des Procédés
A. BLOCH-ZUPAN	Sciences Biologiques
F. CLAUSS	Odontologie Pédiatrique
J-L. DAVIDEAU	Parodontologie
Y. HAIKEL	Odontologie Conservatrice - Endodontie
O. HUCK	Parodontologie
M-C. MANIERE	Odontologie Pédiatrique
F. MEYER	Sciences Biologiques
M. MINOUX	Odontologie Conservatrice - Endodontie
A-M. MUSSET	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
C. TADDEI	Prothèses
B. WALTER	Prothèses

Maîtres de Conférences

S. BAHI-GROSS	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
L. BIGEARD	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
Y. BOLENDER	Orthopédie Dento-Faciale
F. BORNERT	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
A. BOUKARI	Chirurgie Buccale - Pathologie et Thérapeutique - Anesthésiologie et Réanimation
O. ETIENNE	Prothèses
F. FIORETTI	Odontologie Conservatrice - Endodontie
C-I. GROS	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie
S. JUNG	Sciences Biologiques
N. LADHARI	Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques - Biomatériaux - Biophysique - Radiologie
F. OBRY	Odontologie Pédiatrique
D. OFFNER	Prévention - Epidémiologie - Economie de la Santé - Odontologie Légale
R. SERFATY	Odontologie Conservatrice - Endodontie
M. SOELL	Parodontologie
E. WALTMANN	Prothèses

Equipes de Recherche

N. JESSEL	INSERM / Directeur de Recherche
Ph. LAVALLE	INSERM / Directeur de Recherche
H. LESOT	CNRS / Directeur de Recherche
M-H. METZ-BOUTIGUE	INSERM / Directeur de Recherche
P. SCHAAF	UdS / Professeur des Universités / Directeur d'Unité
B. SENGER	INSERM / Directeur de Recherche

REMERCIEMENTS

A Monsieur le Professeur François CLAUSS

Professeur des Universités

Docteur en Chirurgie Dentaire

Praticien Hospitalier au Département d'Odontologie Pédiatrique

-STRASBOURG-

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse.

Pour vos enseignements dispensés tant au niveau des cours théoriques que des vacations cliniques en odontologie pédiatrique.

Veillez recevoir le témoignage de ma gratitude et de mon plus profond respect.

A Monsieur le Docteur Olivier ETIENNE

Maître de Conférence

Docteur en Chirurgie Dentaire

Praticien Hospitalier au Département de Prothèses

-STRASBOURG-

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la co-direction de cette thèse.

Pour vos enseignements tout au long de ma formation.

Je vous fais part de ma reconnaissance pour le dévouement avec lequel vous m'avez encadré jusqu'à l'aboutissement de ce travail.

Je vous adresse mes remerciements pour m'avoir accompagné dans l'élaboration de cette thèse.

A Monsieur le Docteur Etienne WALTMANN

Maître de Conférence

Docteur en Chirurgie Dentaire

Praticien Hospitalier au Département de Prothèses

-STRASBOURG-

Pour m'avoir fait l'honneur de siéger dans mon jury.

Pour vos enseignements durant de ma formation.

Pour le prêt du modèle maxillaire édenté complet nécessaire à ce travail.

Veillez recevoir ma gratitude et mon respect.

A Madame le Docteur Elise PILAVYAN

Assistant Hospitalo-Universitaire

Docteur en Chirurgie Dentaire

Praticien Hospitalier au Département de Prothèses

-STRASBOURG-

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la direction de cette thèse.

Pour vos enseignements et conseils tout au long de ma formation notamment lors des vacances cliniques.

Je vous fais part de ma reconnaissance pour la patience avec laquelle vous m'avez aidé dans ce travail.

Je vous adresse mes remerciements pour le soutien que vous m'avez apporté durant cette thèse.

A Madame le Docteur Claire EHLINGER

Assistant Hospitalo-Universitaire

Docteur en Chirurgie Dentaire

Praticien Hospitalier au Département d'Odontologie Conservatrice

-STRASBOURG-

Pour m'avoir fait l'honneur de siéger dans mon jury.

Pour votre accompagnement tout au long de mon cursus.

Veillez recevoir ma gratitude et mon respect.

A ma Mère et ma Grand-mère, pour leur soutien et leur affection.

A mon Aurore, qui m'a tant aidé et soutenu pendant toute ma thèse.

Au Docteur Philippe Martin, qui m'a fait découvrir la technologie optique et la pratique dentaire au quotidien.

A tous mes amis, qui m'ont permis de mener ce travail à bien.

Au laboratoire FLECHER, en particulier à **M. Philippe Kress**, pour m'avoir permis d'utiliser leur scanner.

UNIVERSITE DE STRASBOURG
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

2017

N°57

THESE

Présentée pour le Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire
le 20 Décembre 2017
par

DESCHAMPS Adrien
né le 30 Juin 1990 à Autun

Étude comparée de l'empreinte primaire chez l'édenté total obtenue par
technique conventionnelle ou optique

Président : Professeur CLAUSS François
Assesseurs : Docteur WALTMANN Etienne
Docteur PILAVYAN Elise
Docteur ETIENNE Olivier
Docteur EHLINGER Claire

Table des matières

Introduction.....	4
Partie I: Empreintes primaires en prothèse amovible complète.....	6
1.1 Définition.....	6
1.2 Les matériaux.....	6
1.2.1 Les plâtres.....	6
1.2.2 Les alginates ou hydrocolloïdes irréversibles.....	7
1.2.3 Les élastomères.....	8
1.2.4 Les pâtes thermoplastiques.....	9
1.3 Techniques de prise d'empreinte.....	10
1.3.1 Le plâtre.....	10
1.3.1.1 Matériel nécessaire.....	10
1.3.1.2 Correction des porte-empreintes du commerce.....	11
1.3.1.3 Préparation du plâtre.....	11
1.3.1.4 La technique d'empreinte.....	12
1.3.2 Les Alginates.....	13
1.3.2.1 L'alginate en un temps.....	13
1.3.2.2 L'alginate rebasé.....	14
1.3.2.3 L'alginate en double mélange.....	15
1.4 Objectifs des empreintes primaires.....	15
1.4.1 Enregistrer les structures anatomiques maxillaires.....	16
1.4.2 Enregistrer les structures anatomiques mandibulaires.....	17
1.5 Le porte-empreinte individuel.....	17
Partie II: Empreinte optique et prothèse amovible.....	19
1.1 Empreinte optique en prothèse amovible complète pour les empreintes primaires.....	19
1.1.1 Principes.....	19
1.1.1.1 Principes optiques.....	19
1.1.1.2 De l'optique au numérique.....	22
1.1.2 Le matériel.....	23
1.1.3 Avantages.....	24
1.1.4 Inconvénients.....	25

Partie III: Étude comparée de l'empreinte primaire obtenu par technique conventionnelle ou optique.....	26
1.1 Étude clinique principale.....	26
1.1.1 Abord et recrutement des patients participant à l'étude.....	27
1.1.2 Critères d'inclusion et d'exclusion.....	28
1.2 Empreinte primaire en alginate.....	28
1.2.1 Protocole réalisé.....	29
1.2.2 Coulée des empreintes en alginate.....	30
1.2.3 Numérisation des modèles en plâtre.....	30
1.3 Empreinte primaire par caméra optique.....	31
1.3.1 Protocole clinique.....	32
1.3.2 Numérisation des empreintes par caméra optique.....	34
1.4 Comparaison de la précision des deux types d'empreintes physiques et optiques.....	34
1.4.1 Méthode de comparaison.....	34
1.4.2 Résultats.....	36
1.4.2.1 Résultats de la pré-étude de contrôle.....	37
1.4.2.2 Résultats de l'étude clinique principale.....	39
1.4.2.2.1 Similarité des empreintes.....	39
1.4.2.2.2 Temps d'acquisition cliniquement.....	42
1.5 Étude clinique secondaire: intérêt des marqueurs muqueux.....	45
1.5.1.1 Protocole réalisé.....	45
1.5.1.2 Méthodes de comparaison.....	46
1.5.2 Résultats.....	46
1.5.2.1 Similarité des empreintes.....	46
1.5.2.2 Temps d'acquisition.....	49
1.6 Questionnaire de satisfaction.....	53
1.6.1 Protocole.....	53
1.6.2 Résultats.....	53
Partie IV: Discussion.....	57
Conclusions.....	59
Bibliographie.....	60

Table des matières

Index des figures.....64
Annexes.....71

Introduction

Les technologies numériques ont révolutionné notre quotidien et nos habitudes dans tous les domaines et nous imposent une capacité d'adaptation sans pareil. Cette évolution numérique se substitue de plus en plus aux techniques conventionnelles dans le monde médical. Plus rapides, plus précises, stockables, ces technologies numériques présentent aujourd'hui, théoriquement, de tels atouts, que les technologies passées semblent ne jamais pouvoir rattraper.

Pour autant, ces techniques sont-elles capables de remplacer toutes les techniques conventionnelles ? Quelles adaptations nécessitent-elles ?

En odontologie, le numérique a déjà montré ses dispositions aux empreintes optiques en prothèse fixée. Ainsi, certaines restaurations (inlay, couronnes, bridges de faible étendus) sont réalisables avec un enchaînement numérique complet, encore appelé « flux » ou « chemin » numérique.

La prothèse amovible partielle, avec la réalisation de châssis métalliques, bénéficie également du numérique, se départissant à cette occasion des matériaux à empreintes conventionnelles, dont les propriétés intrinsèques et la manipulation peuvent induire de multiples défauts.

Ce travail de thèse a pour but d'investiguer l'efficacité des empreintes optiques en cas d'édentement complet.

Il s'agit de tester la capacité des caméras optiques à se repérer sur une arcade aux reliefs peu étoffés, afin d'obtenir un modèle au moins aussi fiable et réaliste qu'une empreinte physique conventionnelle.

Pour cela, une étude clinique a été menée afin de comparer l'enregistrement de l'empreinte optique avec celui de l'empreinte physique, lors de l'empreinte primaire en prothèse amovible complète (PAC). L'empreinte secondaire n'est pas envisagée du fait de la nécessaire dépressibilité qu'elle doit reproduire, ce que l'optique ne peut faire.

Dans un premier temps, les différents procédés d'empreintes conventionnelles

Introduction

seront rappelés, comparés puis mis en parallèle pour mettre en évidence les avantages et les inconvénients de chacun. Puis dans un second temps, notre étude clinique sera exposée dans son matériel et méthode puis dans ses résultats qui seront discutés.

Les conclusions de ce travail pourront déboucher sur de nouveaux préceptes dans la réalisation d'une PAC, ainsi que sur de nouvelles améliorations potentielles des techniques d'empreintes optiques et de leur traitement informatique.

Partie I: Empreintes primaires en prothèse amovible complète

1.1 Définition

Les empreintes primaires ou empreintes préliminaires (1) en prothèse amovible complète (PAC) constituent, après l'abord du patient, la première étape dans la réalisation d'une PAC bimaxillaire. Ces empreintes, dites « muco-statiques », peuvent être comparées à une photographie du « terrain » sur lequel la base prothétique est élaborée (2). Elles sont réalisées avec des porte-empreintes de type Schreinemakers, Accu-Tray ou des porte-empreintes du commerce (3). Elles englobent, dès ce stade, toutes les limites de la future base prothétique. Leur objectif est la réalisation d'un porte-empreinte individuel (PEI).

1.2 Les matériaux

Il existe différents types de matériaux, présentant chacun des propriétés particulières, plus ou moins utiles lors de la prise d'empreinte primaire en PAC.

1.2.1 Les plâtres

Les plâtres sont essentiellement connus comme matériaux de confection des modèles de travail. Le plâtre à empreinte, ou plâtre de type I, est utilisé pour enregistrer de manière statique, lors de l'empreinte primaire, les surfaces muqueuses de l'édenté total.

Le plâtre reste un matériau de choix pour la prise d'empreinte primaire car il s'agit d'un matériau très peu compressif permettant une reproduction fidèle des surfaces avec lesquelles il est mis en contact, ainsi qu'une stabilité dans le temps avec une absence de déformation de l'empreinte. L'absence d'odeur avec la possibilité d'adjonction d'essences de menthe, de banane ou d'ananas, tout comme le prix de revient modique, sont des avantages supplémentaires.

Un des défauts de ce matériau réside dans la difficulté de réalisation de l'empreinte, avec un risque d'obstruction des voies aériennes supérieures non négligeable. De plus, la

coulée des modèles primaires à partir d'empreinte faite du même matériau, rend cette tâche plus ardue au laboratoire.

Parmi les plâtres les plus utilisés de nos jours, le G.77 de ODONCIA®, le plâtre Super Rock de FINO® et le Snow White Impression de Kerr® (figure 1) peuvent être cités.



Figure 1: Snow White Impression de Kerr®

1.2.2 Les alginates ou hydrocolloïdes irréversibles

Ils sont reconnus aujourd'hui comme les matériaux d'empreintes les plus utilisés en dentisterie (4) notamment pour l'empreinte primaire en PAC. Depuis 1981, ces matériaux sont classés selon leur capacité à enregistrer les détails : les alginates de classe A (figure 2), ou alginates de haute définition, sont les seuls pouvant être utilisés pour les empreintes de restaurations en prothèses fixées (inlays ou couronnes). Les alginates de classe B (figure 3), ou traditionnels, sont indiqués pour la réalisation d'empreintes en prothèse amovible, et ceux de classe C pour la réalisation de modèles d'étude et de modèles antagonistes (4).

Ce type de matériau est très utilisé du fait des nombreux avantages qu'il présente, son hydrophilie, sa facilité d'utilisation et son prix modique sa précision d'enregistrement (la précision de surface des alginates de classe A est de l'ordre de 20 à 25 μ m et celles des classes B et C est de l'ordre de 50 μ m (5)). Néanmoins, il présente ainsi certains inconvénients, comme sa mauvaise stabilité dimensionnelle dans le temps, imposant une coulée des empreintes dans l'heure suivant l'enregistrement, pour conserver le plus de précision possible.

En effet, dans des conditions de température et d'humidité standards (c'est-à-dire une température de salle inférieure à 24 degrés celcius (°C) et une humidité comprise entre 50 et 100%), et en utilisant une eau à une température de 20 °C, la déformation de l'alginate ne survient qu'après une durée d'environ 60 minutes . Au delà de ce temps, et en fonction des conditions de stockage de l'empreinte en alginate, une contraction de l'alginate est observée, celle-ci augmentant avec le temps (5). De même, tout excès d'humidité engendre un phénomène de synérèse, l'alginate absorbant l'eau et se déformant.



Figure 2: Alginate de classe A ALGINoplast®



Figure 3: Alginate de classe B Empreinte EF Dentoria®

1.2.3 Les élastomères

Ces matériaux, plus récents, caractérisés par une plus grande variété de viscosités, devraient optimiser le résultat en répondant ainsi aux nombreuses situations cliniques. En effet, les viscosités moyennes se révèlent utiles lors du refoulement de tissus mobiles parasites, périphériques à la structure d'appui, qui rendent l'utilisation de matériaux fluides peu performante (6). En revanche, les viscosités basses (matériaux fluides) sont indispensables à la reproduction des détails de surface.

Ainsi, il existe des techniques d'empreinte, comme la technique de Ludwig, faisant appel à des silicones par addition (figure 4), pour les empreintes primaires et secondaires. Les élastomères, de type polyéther, comme la Permadyne® (figure 5), leur sont toutefois préférés.

En effet, le large choix de viscosité confère un avantage incontestable aux silicones

par addition, en plus de leur stabilité dans le temps, de leur élasticité, de leur résistance et de leur rigidité élevée. Cependant, certains inconvénients sont à prendre en considération, parmi lesquels leur hydrophobicité, leur coût élevé, leur temps de travail et de prise raccourci, leur module d'élasticité modéré et un dégagement possible d'hydrogène lors de la réaction de prise (7) diminuant la précision de ce type d'empreinte.



Figure 4: Silicone par addition Virtual Ivoclar®



Figure 5: Permadyne orange et bleu 3M ESPE®

1.2.4 Les pâtes thermoplastiques

Les pâtes thermoplastiques ne sont actuellement plus utilisées pour les empreintes préliminaires. Leur inconvénient principal est leur très haute viscosité, qui les rendent imprécises (8). Elles ont été décrites en prothèse amovible pour réaliser des empreintes compressives.

Elles restent aujourd'hui utilisées pour effectuer l'enregistrement du joint périphérique des empreintes secondaires ou pour aménager les porte-empreintes du commerce lors de la prise d'empreinte primaire quand cela est nécessaire.

Ces matériaux, dont la viscosité fluctue rapidement dans l'intervalle 45-55°C, se prêtent mal à l'enregistrement de détails comme la surface palatine ou mandibulaire.

Refroidies, elles deviennent cassantes et ne peuvent être retirées sans déformations ou fracture des zones en retrait.

1.3 Techniques de prise d'empreinte

Deux grandes techniques sont communément employées pour l'empreinte primaire en PAC, elles se distinguent chacune par le matériau utilisé: plâtre ou alginate.

1.3.1 Le plâtre

1.3.1.1 Matériel nécessaire

Les instruments nécessaires sont: deux miroirs, une précelle, une spatule à plâtre, un bol à plâtre (figure 6), un crayon.



Figure 6: Mélange de Snow White dans un bol à alginate avec une spatule à alginate

Il faut également un vibreur à plâtre (figure 7).



Figure 7: Vibreur à plâtre MESTRA®

Pour une préparation précise des doses d'eau et de plâtre, il est d'usage d'utiliser un doseur d'eau (figure 8) et une balance de précision (figure 9) pour peser le plâtre (9).



Figure 8: Doseur d'eau BEGO®



Figure 9: Balance de précision

1.3.1.2 Correction des porte-empreintes du commerce

Afin d'obtenir une bonne répartition du plâtre dans le porte-empreinte, et pour faciliter le centrage du porte-empreinte, des cales d'espacement, en cire molle, peuvent être disposées au niveau des premières molaires et des incisives latérales. Leur extension sur la face interne des versants vestibulaires du bord du porte-empreinte doit être suffisante pour avoir une épaisseur de plâtre suffisante et égale, à droite comme à gauche.

En pratique, les cales sont chauffées superficiellement, puis le porte-empreinte est introduit en bouche. Il est centré avec précision avant de lui imprimer une légère pression. Le but est de mouler le sommet des crêtes sur les cales, permettant ainsi une remise en place facilitée du porte-empreinte après l'avoir chargé de plâtre.

Une bande de cire molle est ensuite collée dans la région postérieure du porte-empreinte, elle empêche ainsi l'écoulement du matériau dans le pharynx, et permet d'enregistrer la zone de réflexion du voile.

1.3.1.3 Préparation du plâtre

La technique de malaxage du plâtre est très importante pour la prise d'empreinte. Le plâtre est aéré dans le récipient avant tout usage, afin d'homogénéiser tous ses

constituants.

L'hydratation du plâtre peut être effectuée de deux façons différentes:

- par saturation progressive sans spatulation. Au fond d'un bol à plâtre sec et propre, 50 c³ d'eau sont versés. Le plâtre est ajouté lentement jusqu'à saturation de l'eau. L'absence de spatulation augmente le temps de prise.
- par saturation d'un mélange prédosé. A 40 c³ d'eau sont ajoutés 100 g de plâtre. Le mélange est spatulé pendant une minute environ. Les bulles sont éliminées par vibration du bol à plâtre avec son contenu.

1.3.1.4 La technique d'empreinte

Le patient est installé le tronc vertical et la tête légèrement inclinée vers le praticien, la ligne de réflexion muco-gingivale est chargée rapidement. Au maxillaire, la mise en place du plâtre débute par les zones para-tubérositaires et se termine par le reste du vestibule.

Le porte-empreinte est alors introduit en bouche obliquement puis est centré par rapport à l'axe sagittal médian.

La lèvre supérieure est tirée en avant puis relâchée, le praticien passe alors en arrière du fauteuil dentaire et maintient avec son bras libre la tête du patient dans la bonne position. Le porte-empreinte est maintenu sans pression par les deux index. Il est demandé au patient une ouverture maximale, des mouvements de latéralité droite et gauche de la mandibule et une succion des index du praticien.

Le patient doit rester au repos et se relaxer, la tête inclinée vers l'avant en respirant par le nez. L'empreinte est retirée quelques secondes après le début de la réaction de prise exothermique du plâtre. Le retrait est obtenu soit par distension des organes périphériques (joues et lèvres), soit par prononciation du «A» qui élève le voile du palais et provoque une irruption d'air rompant le joint postérieur.

Après vérification de l'intégrité de l'empreinte (une fracture du plâtre est possible au niveau de la région tubérositaire), le patient peut se rincer la bouche.

Les causes d'échec de ce type d'empreinte sont: un porte-empreinte inadapté, un plâtre éventé ou trop épais, un défaut lors du chargement du porte-empreinte, un mauvais centrage du porte-empreinte, un retrait trop rapide avant cristallisation du plâtre.

1.3.2 Les Alginates

Les alginates ou hydrocolloïdes irréversibles sont à l'heure actuelle les matériaux les plus répandus pour la réalisation d'empreintes primaires pour la PAC. Il existe trois techniques pour leur utilisation.

1.3.2.1 L'alginate en un temps

Le patient est installé verticalement. L'alginate est préparé dans un bol à alginate. Les doses d'eau et de poudre se modulent en fonction du cas clinique pour obtenir un alginate plus ou moins compressif. La spatulation peut être manuelle avec une spatule à alginate ou à l'aide d'un malaxeur à alginate (figure 10). Le porte-empreinte choisi est essayé en bouche puis enduit d'adhésif à alginate.



Figure 10: Malaxeur à alginate

L'alginate est chargé dans le porte-empreinte modelé avec un doigt mouillé pour simuler la dépression d'une arcade dentaire. Le miroir écarte la commissure labiale, et le porte-empreinte est inséré par un mouvement de rotation. La lèvre supérieure est soulevée, tandis que le porte-empreinte est appliqué sur la partie antérieure de la crête, jusqu'à ce que le vestibule soit rempli d'alginate. Ensuite, la partie postérieure du porte-empreinte est appliquée pour chasser le matériau vers l'arrière. Le porte-empreinte est maintenu par l'index tandis que les joues et les lèvres peuvent être légèrement mobilisées pour préciser le vestibule.

Après la prise de l'alginate, la désinsertion est facilitée par un appel d'air grâce au passage d'un doigt au niveau d'une tubérosité. La position du porte-empreinte est contrôlée pour respecter la symétrie de l'empreinte, elle est vérifiée dans ses détails.

Au maxillaire, les fossettes palatines n'apparaissent pas toujours dans l'empreinte, mais l'extension palatine doit atteindre la ligne virtuelle qui joint les deux sillons ptérygo-maxillaires (10).

L'empreinte en alginate (figure 11) obtenue est ensuite placée dans un papier humidifié pour éviter sa dessiccation, sans favoriser la synérèse.



Figure 11: Empreinte alginate en un temps

1.3.2.2 L'alginate rebasé

Dans certaines situations, l'empreinte en un seul temps n'offre pas les qualités requises pour être exploitée d'une manière satisfaisante. Il est alors possible de rebaser une première empreinte à l'aide d'un second alginate plus fluide.

Cette technique n'est pas un recours à une empreinte dont les défauts proviendraient d'un mauvais choix de porte-empreinte, d'un mauvais positionnement du porte-empreinte lors de l'insertion ou d'un manque d'alginate.

Dans cette technique, il est indispensable, en premier lieu, de transformer l'empreinte à l'aide d'instruments adaptés comme un bistouri lame 12 ou lame 15. Le sommet de la crête est déchargé, les bords trop longs sont raccourcis, ceux trop épais sont amincis et les freins sont largement libérés.

L'empreinte est séchée à l'aide d'une compresse ou d'air comprimé. Une seule

dose d'alginate est spatulée avec 23 c³ d'eau.

L'alginate fluide est chargé sur l'empreinte et l'ensemble est replacé en bouche et appliqué fermement sur la surface d'appui. Le praticien peut mobiliser les joues et les lèvres de la même façon que pour l'empreinte en un temps.

Après prise de l'alginate, l'empreinte est désinsérée en plaçant les doigts sous les bords de l'alginate sans tirer sur le manche du porte-empreinte pour éviter tout décollement des matériaux. L'empreinte est alors contrôlée (10).

1.3.2.3 L' alginate en double mélange

Cette technique d'empreinte est réalisée avec deux alginates de consistances différentes: un alginate fluide et un alginate plus visqueux.

Les zones de réflexion buccale sont enregistrées avec un alginate fluide, déposé à l'aide d'une seringue en bouche, et la surface d'appui avec un alginate à consistance plus épaisse, chargé dans un porte-empreinte du commerce.

Après garnissage des zones de réflexion et insertion en bouche du porte-empreinte, les différents mouvements des organes périphériques pourront être enregistrés avant la prise des deux alginates (10).

1.4 Objectifs des empreintes primaires

Les structures anatomiques maxillaire et mandibulaire sont essentielles en PAC puisqu'il n'y a plus d'éléments dentaires pour assurer l'appui et ainsi stabiliser la prothèse amovible chez le patient édenté total. La connaissance de l'anatomie du maxillaire et de la mandibule conditionne la réussite du traitement prothétique notamment chez ce type de patient.

L'objectif de cette empreinte, dite muco-statique, réalisée avec un porte-empreinte du commerce, est la reproduction, le plus précisément possible, des surfaces muqueuses maxillaire et mandibulaire susceptibles de recevoir les futures PAC maxillaire et mandibulaire. En Prothèse amovible complète le matériau le plus souvent utilisé pour réaliser cette empreinte est l'alginate.

Une fois réalisée, elle est coulée en plâtre dentaire de type II pour permettre la

réalisation des PEI, élément indispensable à la suite de la réhabilitation prothétique.

1.4.1 Enregistrer les structures anatomiques maxillaires

L'os maxillaire est un os pair qui s'articule avec tous les os de la face. En s'articulant avec son homologue, il forme l'arcade dentaire supérieure. L'os maxillaire est formé d'un corps d'où se détachent quatre processus (zygomatique, frontal, alvéolaire et palatin) (11).

Au niveau de la cavité buccale, il s'agit du processus alvéolaire, qui est un processus inférieur arciforme et dont le bord inférieur constitue l'os alvéolaire dentaire. L'os alvéolaire se développe lors de la formation des organes dentaires. Lorsque ceux-ci sont avulsés, l'os alvéolaire subit des phénomènes de résorption. Ces derniers pouvant entraîner sa disparition plus ou moins complète.

Le tissu osseux est recouvert d'un tissu muqueux, adhérent au niveau du palais et des crêtes alvéolaires jusqu'à la ligne de réflexion muco-gingivale, et d'un tissu muqueux mobile, situé apicalement par rapport à la ligne de réflexion muco-gingivale. La surface d'appui maxillaire est d'environ 24 à 25 cm².

Certaines zones au niveau du maxillaire sont remarquables par leur dépressibilité comme les zones de Schröder (figure 12). Ces zones, situées dans la zone postérieure du palais dur, sont plus ou moins dépressibles selon les individus. Cette dépressibilité peut créer des imprécisions lors de la prise d'empreinte avec des matériaux physiques compressifs.

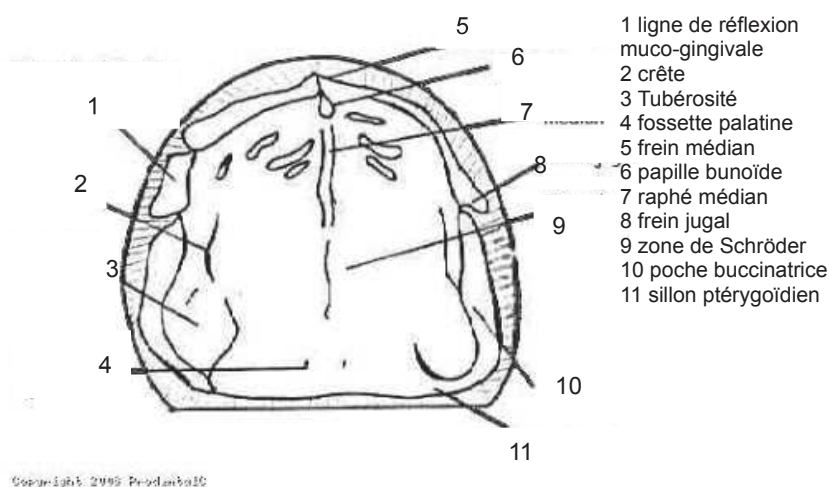


Figure 12: Schéma du palais en vue inférieure

1.4.2 Enregistrer les structures anatomiques mandibulaires

La mandibule est un os impair, médian et symétrique constituant. C'est le seul os mobile de tout le massif crânio-facial. Elle a la forme d'un fer à cheval dont les extrémités se redressent vers le haut. Elle comprend trois parties : un corps et deux branches (ou ramus mandibulaires) unies par deux angles mandibulaires (11).

Elle est également constituée d'os alvéolaire, présentant ainsi des similarités avec le maxillaire, puisqu'elle se forme au même moment et a une évolution identique. La surface de l'os mandibulaire, inférieure à la surface du palais dur, rend plus complexe la réhabilitation prothétique, qui souffre d'une moins bonne stabilité. La reproduction parfaite de ces 10 cm² est primordiale pour atteindre une stabilité optimale.

Le tissu osseux mandibulaire est recouvert de tissus mous: ceux-ci adhèrent au niveau des crêtes alvéolaires, jusqu'à ligne mylo-hyoïdienne (figure 13) en lingual et jusqu'à la ligne oblique externe en vestibulaire.

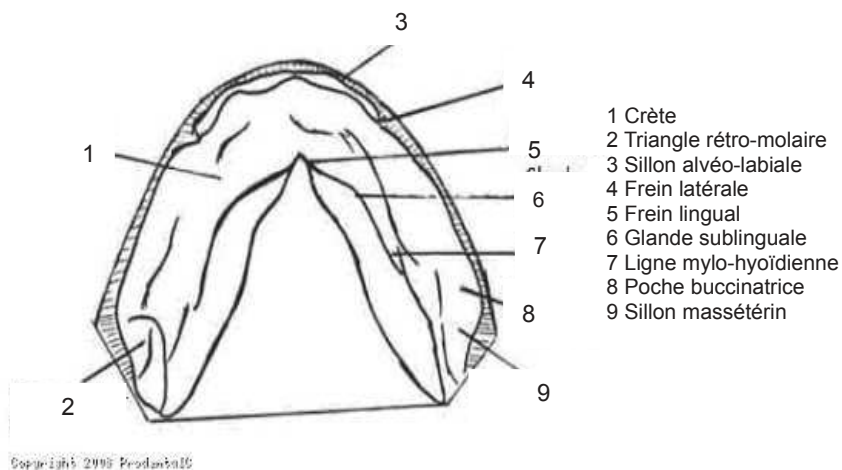


Figure 13: Schéma de la mandibule en vue supérieure

1.5 Le porte empreinte individuel

Le PEI obtenu conditionne la réalisation d'une empreinte secondaire, dite « mucodynamique », à la mandibule (figure 14) comme au maxillaire (figure 15). Cette dernière a pour but d'enregistrer la mobilité des organes para-prothétiques, et ce de manière personnalisée. Les empreintes secondaires doivent permettre d'obtenir d'une part la reproduction des zones d'appuis principales et secondaires, sans déformation ni

compression ; et, d'autre part, l'enregistrement de la position de la muqueuse libre en mouvement.



Figure 14: Porte-empreinte individuel mandibulaire complet



Figure 15: Porte-empreinte individuel maxillaire complet

Partie II: Empreinte optique et prothèse amovible

1.1 Empreinte optique en prothèse amovible complète pour les empreintes primaires

Le recours aux caméras optiques pour des empreintes reste peu courant au sein des cabinets dentaires en France mais il tend à se répandre, notamment en prothèse fixée, du fait des progrès industriels et de la formation des praticiens.

1.1.1 Principes

L'empreinte optique intraorale est qualifiée « d'optique » car elle exploite la lumière pour enregistrer l'arcade dentaire dans les trois dimensions de l'espace. Elle est réalisée directement en bouche, justifiant sa qualification d'intraorale.

Cet enregistrement a pour objectif la numérisation, c'est-à-dire l'enregistrement en trois dimensions, de la muqueuse buccale et des structures dentaires présentes. La modélisation se définit comme une étape d'infographie tridimensionnelle consistant à recréer la situation buccale en tant qu'objet 3D dans un logiciel.

Avant toute étape d'usinage, deux étapes sont prérequisées: le captage permet d'obtenir une image de la cavité buccale et la modélisation permet de positionner dans les trois dimensions (12).

1.1.1.1 Principes optiques

Une lumière monochrome est émise sur l'objet par un type de balayage, celui-ci dépend du scanner employé lors de l'empreinte optique (12).

Les photons de cette source lumineuse sont réfléchis vers le capteur du scanner en passant par une lentille. Les informations concernant l'objet scanné sont ainsi captées. Ensuite, elles sont analysées via un logiciel sur un ordinateur.

La lumière émise diffère selon les fabricants : elle se différencie par la longueur d'onde choisie par chaque constructeur. Plus elle est courte, plus l'image sera précise. Par

exemple, elle est bleue pour le constructeur Sirona, rouge pour Cadent.

Les objets brillants et plus translucides comme l'émail sont difficiles à numériser car peu de photons sont réfléchis vers la caméra, ceci explique le poudrage préalable recommandé par certains fabricants, notamment avec une poudre anti-reflets blanche (type CEREC® Optispray). Le but est de permettre à plus de photons d'être réfléchis vers le capteur de la caméra.

L'évolution de certains systèmes, comme iTero de Cadent®, Omnicam de Sirona® ou Trios de 3Shape® permet de se départir du poudrage pour plus de confort pour le patient et le praticien.

Les différentes caméras optiques ont recours à des procédés de capture d'image qui leurs sont propres. Pour mieux comprendre les principes optiques régissant la capture d'images de volume en 3 dimensions, plusieurs techniques de détections optiques de volumes sont décrites (13):

- La technique de scannage en flux continu (full motion) consiste en l'émission d'un faisceau lumineux par une diode laser sur la surface à mesurer. Le signal se réfléchit sur le récepteur. Les photons réfléchis sont déplacés par une lentille afin d'obtenir sur les cellules photo-électriques du capteur CCD une intensité lumineuse réfléchie optimale.

Une série d'images 2D est acquise en déplaçant le plan focal à travers l'objet. Chaque image 2D contient des informations de son plan focal (dite partie «nette») et des plans qui l'entourent (dite partie «floue»). La partie «nette» de l'image correspond aux informations relatives au plan focal, le «flou» dans l'image provient des informations des plans environnants. Ces informations «nettes» sont séparées du «flou» par traitement d'image afin d'estimer la vraie structure 3D de l'objet étudié (14).

Cette méthode d'acquisition est retrouvée dans les systèmes tels que 3Shape TRIOS® («Fast Optical Sectioning»), qui capture plus de 1000 images 3D par seconde (15). Avec la caméra 3M True Definition® (technologie «3D in motion»), chaque seconde sont générés 20 images 3D (16).

- La technique du moiré de projection, ou technique d'effets de contraste est une méthode de mesure 3D composée de deux étapes. La première, appelée phénomène de

moiré, consiste à faire apparaître un troisième réseau en superposant deux réseaux de traits. La deuxième partie, appelée « méthode de décalage de phases » ou « quasi-hétérodynage », consiste à déterminer un champ de phases à partir d'un certain nombre d'images, décalées entre elles d'un déphasage quelconque. Ce champ de phases permet de caractériser un réseau de franges. Et par application de plusieurs formules mathématiques complexes une image en 3D est créée (17).

L'E4D®, par exemple, est un système basé sur cette technique.

- La technique d'imagerie parallèle confocale utilise le principe du microscope confocal (figure 16) inventé par Minsky en 1953 (18). La caméra endobuccale est constituée d'un faisceau laser et d'un scanner optique pour prendre des clichés dans des plans de mise au point (plans focaux) espacés d'environ 50 micromètres (19). Ce processus est privilégié par les fabricants iTero®.

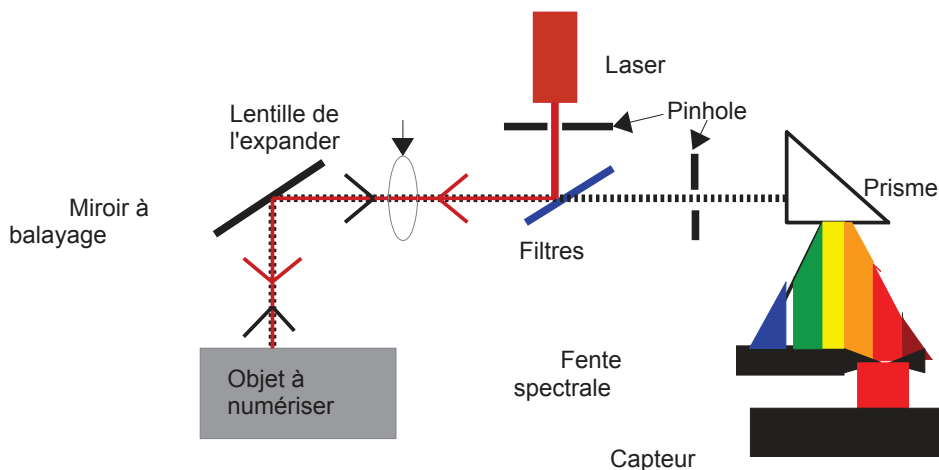


Figure 16: Principe du microscope confocal

- La technique de la triangulation active (figure 17) est une méthode également employée. Pour se faire, le système utilise une source structurée (laser par exemple) dont la direction est parfaitement déterminée, et un capteur sur lequel se forme l'image de ce seul point source. C'est pourquoi, elle est souvent appelée « triangulation active », par opposition à d'autres méthodes où l'image comprend la totalité des points de l'objet. Le capteur est disposé de telle façon que son axe optique forme un triangle avec la direction de la source. Il est constaté que les paramètres du triangle formé entre l'axe optique et la

direction du faisceau image sont dépendants de la profondeur à laquelle se trouve l'objet. Pour faciliter l'étalonnage, l'utilisation préférentielle d'un triangle formé entre le faisceau image et celui issu d'un plan de référence est admise.

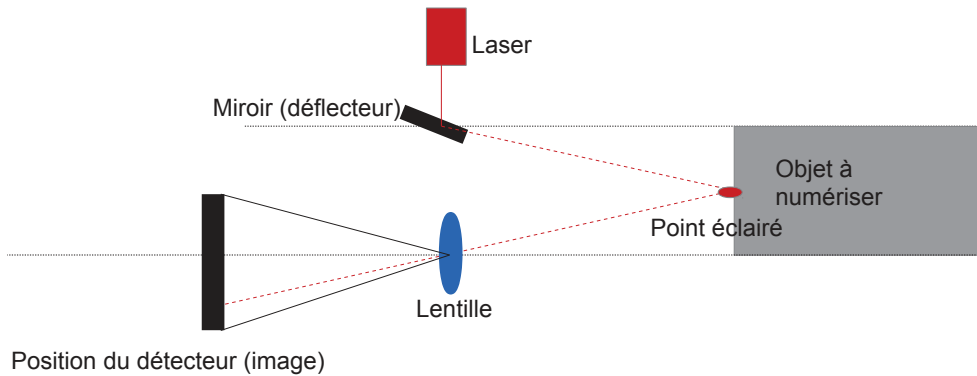


Figure 17: schéma de la technique de la triangulation active

La caméra CEREC Bluecam® fait appel de ce procédé optique pour la capture d'image optique (20). Ce principe de détection du volume nécessite un calibrage du système optique.

1.1.1.2 De l'optique au numérique

La numérisation consiste au passage du monde réel (infini) au monde discret (fini). Le domaine de définition d'une image numérique est donc le monde discret, le monde des entiers, contrairement à tout ce qui nous entoure, dont le domaine de définition est le monde des réels. Cette transformation est nécessaire car les ordinateurs sont incapables de travailler dans le monde des réels, infini. En résumé, la numérisation est la simplification de l'information d'origine (21).

Elle peut se décomposer en deux opérations principales. D'abord le découpage de l'espace à étudier en pavés réguliers de la surface, ceci correspond à l'échantillonnage de l'espace de départ (figure 18a). Ensuite le codage de l'information (figure 18b), en niveaux de gris ou de couleurs, reçus par le capteur en chaque point. Le résultat est l'obtention d'un objet en données numériques, donc en données finies (figure 18c) (21).



a: Objet de départ

b: Codage de l'information
concernant l'objet étudié

c: Objet numérisé

Figure 18: Les trois étapes de la numérisation

Ces deux opérations définissent la taille et la dynamique des images et ont des conséquences au niveau de la quantité d'information contenue dans chaque image numérique (21).

Quelle que soit la technique d'acquisition ou de numérisation tridimensionnelle utilisée, plusieurs captures sont réalisées pour permettre d'avoir un modèle volumique. Le logiciel employé superpose les parties communes de ces différents clichés et procède à une « concaténation », c'est-à-dire à la mise bout à bout d'au moins deux chaînes de caractères par la mise en œuvre de formules mathématiques.

Au final, la numérisation a pour but de reconstruire un objet en 3D qui représente un objet réel. Ce procédé permet la conversion d'un signal lumineux en une suite de nombres. Ces nombres sont ensuite traités par un logiciel : c'est la modélisation.

1.1.2 Le matériel

Pour l'obtention d'une empreinte optique, l'opérateur a besoin d'une unité d'acquisition, tel un scanner tridimensionnel de table ou une caméra optique (figure 19).



3shape D700

Figure 19: Unité d'acquisition

L'enregistrement d'une empreinte optique intra-buccale se prépare préalablement en allumant l'ordinateur sur lequel la caméra de capture d'image est reliée. Le patient est installé au fauteuil verticalement et il lui est demandé de se détendre, de respirer par le nez, d'ouvrir la bouche et de maintenir cette position durant le temps de l'empreinte.

Les surfaces à enregistrer par la caméra sont séchées à l'aide d'une compresse stérile et un spray d'air. Un marquage, au feutre dermographique sur la muqueuse, peut être tracé (figure 20). Lorsque la caméra est prête, elle est positionnée en bouche pour prendre l'image de la cavité buccale (figure 21), il est nécessaire de contrôler l'empreinte obtenue comme avec empreinte physique. En cas d'erreurs ou de doutes, des retouches peuvent être effectuées après avoir effacé les zones défectueuses.

Après validation de l'empreinte, le marquage sur la muqueuse est nettoyé avec une compresse stérile imbibée d'eau et un verre d'eau est proposé au patient.

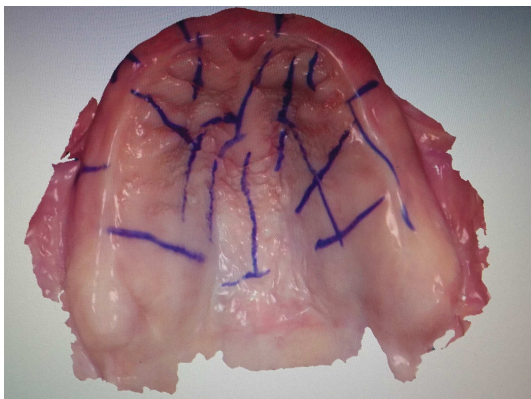


Figure 20: Vue inférieure d'un édenté total capturé par TRIOS



Figure 21: Utilisation de la caméra optique TRIOS de Lyra® pour une empreinte maxillaire

1.1.3 Avantages

L'utilisation de caméras intra-buccales pour la prise d'empreinte optique possède plusieurs avantages. Ainsi, l'un des premiers décrits est l'absence de déformation dans le temps de l'image numérique. L'absence de couler en plâtre de ce type d'empreinte est également une avancée, puisqu'elle empêche toute déformation inhérente à l'expansion du plâtre.

Le confort du patient est aussi privilégié du fait de la disparition du matériau à empreinte. Ceci limite aussi l'apparition de réflexes nauséux. Enfin, le goût des matériaux

à empreinte, parfois désagréable est, là, évité (22).

La possibilité de retoucher l'empreinte optique, partiellement et précisément, sans être obligé de réenregistrer l'ensemble, permet de gagner du temps.

Enfin l'hygiène est préservée, avec la possibilité d'utiliser des embouts à usage unique pour la caméra.

1.1.4 Inconvénients

Les techniques d'empreinte par caméra optique regroupent un certain nombre d'inconvénients pouvant entraîner des imperfections.

L'inconvénient majeur réside dans la difficulté de la prise d'empreinte chez les patients édentés partiels ou totaux. Ceci est dû à la difficulté de repérage dans l'espace, de la caméra, qui entraîne un manque de précision (22).

L'obligation de poudrage avec un spray anti-reflet pour quelques systèmes de prise d'empreinte optique constitue aussi un désavantage, tant pour le patient que pour le praticien.

Le poids et l'ergonomie de certaines caméras optiques concourt à des difficultés, notamment lors de la prise d'empreinte, tel qu'une maniabilité amoindrie et/ou une prise en main du matériel plus complexe.

En outre, pour certains systèmes, la mise en place de circuits fermés contraint au travail avec un laboratoire de prothèse spécifique.

Enfin, le coût du matériel est conséquent. Les frais estimés pour l'ensemble de la technologie de CFAO, Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur, en fonction du type d'usineuse et du type de licence logicielle choisi sont majoritairement compris entre 75 et 107000€ (23).

Partie III: Étude comparée de l'empreinte primaire obtenu par technique conventionnelle ou optique

Il est admis, depuis de nombreuses années, que l'empreinte à l'alginate représente la méthode de choix, suffisamment précise et simple d'utilisation, pour les empreintes primaires en PAC.

Les évolutions technologiques permettent désormais d'obtenir des empreintes optiques d'arcades dentées au moins aussi précises qu'avec les matériaux d'usage courant type polyéthers ou silicones par addition (24, 25).

Aujourd'hui, il est également proposé de capturer l'image en 3D, par empreinte optique, des arcades édentées, malgré une totale absence de repères dentaires.

Peu de publications concernant ces nouvelles propositions légitimes nos questionnements sur la précision de ces empreintes en 3D. Il convient de les comparer aux empreintes physiques, comme cela a été fait pour les empreintes en prothèse fixée.

L'étude clinique réalisée dans cette thèse, se propose de comparer les empreintes primaires physico-chimiques aux empreintes optiques 3D en PAC.

Elle a été précédée d'une pré-étude in-vitro, sur modèle théorique, afin d'évaluer et de valider le protocole de recherche in-vivo. Pour cela, un modèle de travaux pratique édenté, a fait l'objet d'une empreinte optique, à l'aide de la caméras intra-orale TRIOS, comparée avec son scannage direct dans un scanner de table reconnu comme très performant (Imetric D140).

Ainsi, la variabilité entre système « mobile » intra-oral et « fixe », peut être approchée. Elle donne une idée de la relativité des résultats mesurés par la suite dans l'étude clinique.

1.1 Étude clinique principale

Cette étude clinique a été réalisée dans l'unité fonctionnelle de Prothèses du Pôle de médecine et de chirurgie bucco-dentaire de Strasbourg. Elle inclue 30 patients édentés complets maxillaires.

Elle a pour objectif de comparer la précision entre les empreintes préliminaires en

PAC enregistrées en alginate, et les empreintes optiques muco-statiques capturées par une caméra optique. Les deux types d'empreintes ont été réalisées sur chaque patient.

1.1.1 Abord et recrutement des patients participant à l'étude

La première phase de cette étude est le recrutement des patients, leur participation s'est faite sur la base du volontariat et du bénévolat.

Il y a, en premier lieu, l'abord du patient avec l'explication de l'étude et la remise d'un consentement éclairé (exemplaire en annexe 1). Un délai de réflexion est accordé au patient. Puis, quand le patient accepte de participer à cette étude, il signe le consentement éclairé avec son nom, prénom et la date du jour de la réalisation du protocole clinique. Un interprète est présent pour les patients présentant des difficultés de compréhension de la langue française, il signe également le consentement éclairé suite à l'accord du patient pour intégrer cette étude.

Les informations concernant le patient sont récupérées: nom, prénom, numéro d'identification et de téléphone. Elles sont notées dans la fiche de bord de l'étude. Les participants sont anonymisés par attribution d'un numéro. Des remarques concernant le patient peuvent être notées sur cette même fiche.

Avant la réalisation des deux différentes empreintes, un protocole photographique est réalisé. Il concerne le maxillaire édenté, avec une vue occlusale et une vue des points remarquables de celle-ci (tel que le torus, des feuilletts muqueux, etc...). L'appareil photographique utilisé est un Nikon D7100 avec un objectif SWN VR ED IF Micro 1:1 Ø 62 et des flash latéraux speedlight SB-R200. Les clichés photographiques sont pris après mise en place d'un écarteur Optragate® (figure 22, 23), afin d'avoir la meilleur visualisation possible.

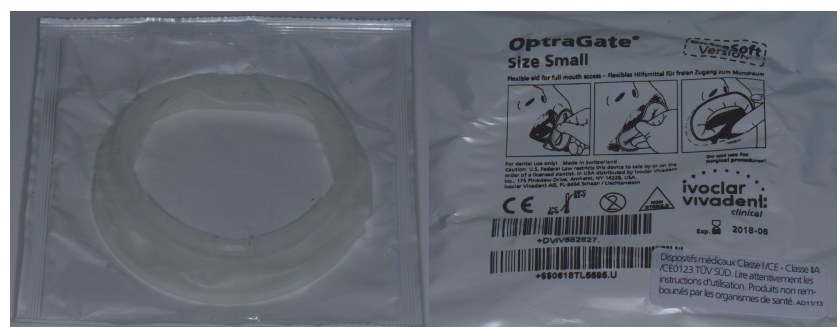


Figure 22: OptraGate de Ivoclar Vivadent®



Figure 23: OptraGate chez patient

1.1.2 Critères d'inclusion et d'exclusion

Pour l'inclusion, le patient doit être édenté totalement au maxillaire depuis au moins 3 mois, la gencive doit être parfaitement cicatrisée sans aucune douleur ressentie. Il doit être coopératif, et ne présenter aucune allergie aux matériaux utilisés durant le protocole clinique, tel que l'alginate ou le fixateur à alginate.

Des critères d'exclusion ont également été définis. Le premier étant un patient édenté partiellement, quel que soit le niveau de délabrement des dents restantes et les projets de prothèses complètes immédiates. De même, la présence d'un ou plusieurs implants, qu'ils soient enfouis ou non, présentant des vis de cicatrisation, support d'éléments prothétiques fixés ou amovibles, n'est pas admise. Ensuite, un patient présentant une gencive en voie de cicatrisation ne peut être inclus dans cette étude. Enfin, l'existence d'une fente labio-palatine simple ou complexe, traitée ou non, ou d'autre malformation modifiant l'anatomie du maxillaire sont autant de critères d'exclusion.

1.2 Empreinte primaire en alginate

La technique d'empreinte primaire en alginate en un temps, déjà décrite, suit un protocole, précis, reproductible par le plus grand nombre des chirurgiens-dentistes.

1.2.1 Protocole réalisé

Dans cette étude, deux porte-empreintes sont sélectionnés pour les empreintes préliminaires en alginate en fonction du cas clinique: CERPAC® (figure 24), pour les arcades ne présentant pas de difficultés particulières, ou Accu-Tray® perforé (figure 25), pour limiter les déformations liées à la compressibilité de l'alginate.



Figure 24: Porte-empreinte CERPAC®

Figure 25: Porte-empreinte Accu-Tray® perforé

L'alginate utilisé pour l'enregistrement des arcades édentées est l'AROMA FINE PLUS NORMAL SET® de la marque GC®. L'ensemble des porte-empreintes est encollé avec du FIX Adhésive® pour alginate de la marque DENTSPLY®.

Pour chaque patient participant à l'étude, après réalisation du protocole photographique décrit précédemment, deux empreintes à l'alginate sont réalisées avec des porte-empreintes adaptés à l'anatomie du patient. L'empreinte la plus fiable est retenue pour être intégrée dans l'étude.

L'enregistrement des empreintes s'effectue selon un déroulement précis. D'abord, le patient est installé verticalement et il lui est demandé de se relaxer. Ensuite le porte-empreinte du commerce est essayé. Validé, il est encollé. L'alginate est préparé manuellement avec deux doses d'eau courante et de poudre d'alginate par empreinte maxillaire. Le porte-empreinte est chargé, la surface de l'alginate est préformée au doigt à la forme de l'arcade sous l'eau froide, il est inséré dans la cavité buccale et mis en place en réclinant la lèvre supérieure et en mobilisant légèrement les joues pour enregistrer le fond du vestibule.

Le délai de prise de trois minutes passé, l'empreinte est désinsérée.

Elle est décontaminée par nettoyage sous l'eau courante, puis par immersion, durant 15 à 20 minutes dans le désinfectant MD 520® de la marque Dürr Dental®. Ensuite, l'empreinte est placée dans un sachet hermétique (26), avec à l'intérieur un papier humidifié pour éviter la dessiccation de l'alginate.

Après conditionnement, elle est traitée au laboratoire de prothèse de l'unité fonctionnelle.

1.2.2 Coulée des empreintes en alginate

Les empreintes sont coulées au laboratoire, respectant une moyenne de 30 minutes de délai de coulée.

Pour permettre la numérisation future du modèle, le plâtre GC FUJIROCK EP® est mélangé et malaxé sous vide avec une pompe à vide multivac 4 de Degussa®. Le dosage préconisé par le fabricant est respecté (dose de plâtre 100g et 20ml d'eau distillée) et suivi de 15 secondes de spatulation manuelle puis de 45 secondes de spatulation sous vide.

Le remplissage de l'empreinte se fait sous vibreur, de type Henry Schein® vibrator L. Une première couche de plâtre est coulée sur l'alginate puis retirée par vibration pour éliminer l'acide alginique présent sur l'empreinte. Le moulage achevé, l'empreinte est sociée par liaison chimique avec du plâtre dur type 3 HERA MOLDANO BLEU® dans un socle précalibré.

Le temps de prise totale du plâtre est de 25 minutes chronométré à l'aide d'un minuteur. Après la prise complète du plâtre l'ensemble est démoulé délicatement pour ne pas endommager le modèle en plâtre. Ce dernier est préparé pour être utilisable dans des conditions optimales: les excès de plâtre sont supprimés à l'aide d'un taille-plâtre Gamberini SRL®, les bords des moulages sont fraisés avec une fraise à plâtre pour que le scannage des empreintes soit le plus précis possible.

Au final, l'identification chiffrée de chaque patient est reportée sur le modèle.

1.2.3 Numérisation des modèles en plâtre

La numérisation des modèles nécessite le concours du laboratoire de prothèse FLECHER, à Strasbourg. Celui-ci a autorisé l'utilisation de leur scanner de table pour

numériser les modèles en plâtre. Il s'agit du scanner Imetric® D104i dont la précision est de moins de 20 micromètres sur une arcade complète (27) (figure 26).



Figure 26: Imetric D104i

Avant toute utilisation, l'Imetric D104i doit être calibré voir recalibré si son utilisation répétée l'impose.

Ainsi, chaque modèle est scanné avec un nombre minimal de douze vues différentes par enregistrement numérique. Des vues supplémentaires peuvent être utiles si les douze vues de base ne suffisent pas à capturer informatiquement le modèle en entier.

Les fichiers en 3 dimensions sont récupérés en format stéréolithographique (stl). Le format stl, créé par 3D Systems®, a pour application le prototypage rapide (qui est la production d'un modèle physique (maquette, prototype, outillage) dans un délai court pour un faible coût avec le moins d'outillage possible dans le processus de réalisation (28)) et la fabrication assistée par ordinateur (29).

Ce type de format est requis pour l'analyse comparative en 3 dimensions.

1.3 Empreinte primaire par caméra optique

La capture des images en 3 dimensions a été réalisée avec une TRIOS® Pod Family équipée d'un scanner TRIOS® Color-P13. Cette caméra optique s'utilise sans aucun poudrage préalable.

La prise d'empreinte optique, lors d'un édentement maxillaire total, pour la réalisation d'une PAC maxillaire sans implant, ne bénéficie pas d'une littérature fournie. Un patient «test» a donc été requis pour valider la possibilité de la prise d'empreinte optique dans ces conditions. Un opérateur expérimenté a procédé au «test» de cette méthode de prise d'empreinte avec la même caméra utilisée dans cette étude. Les résultats de cette

première comparaison se sont révélés suffisamment concluants pour entreprendre une étude clinique.

1.3.1 Protocole clinique

Après mise sous tension de l'ordinateur connecté à la TRIOS et le lancement du programme, le nom du patient est saisi. Le patient est désigné par son numéro dans cette étude, pour des raisons d'anonymat.

Un écarteur OptraGate® est utilisé car indispensable pour l'enregistrement de l'empreinte dans des conditions optimales. De même, le séchage de la muqueuse de l'arcade maxillaire est primordial et il est effectué avec une compresse stérile à usage unique (figure 27).



Figure 27: Compresse stérile à usage unique

Il a été décidé de marquer la muqueuse du patient avec un feutre dermographique (figure 28). Initialement, toutes les empreintes optiques ont été faites avec un quadrillage tracé à la main gantée.



Figure 28: Feutre dermographie chirurgical

Toutefois, cette méthode restant empirique, parallèlement à cette étude, un travail secondaire est mené, visant à comparer la différence de précision entre des empreintes optiques obtenues avec et sans marquage au feutre dermographique chez dix patients.

Une fois, les tracés effectués, il faut procéder à l'enregistrement de l'empreinte par caméra optique. Celui-ci s'effectue en suivant un chemin prédéfini selon un découpage de la muqueuse maxillaire en cinq zones (figure 29). Ce chemin a été pensé pour profiter au mieux des reliefs muqueux connus et à même d'assurer la faisabilité de l'empreinte en optimisant sa reconnaissance dans l'espace.

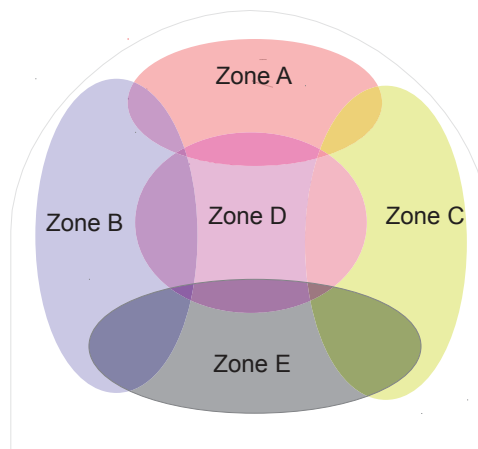


Figure 29: Schéma du découpage du chemin de scannage en 5 zones du maxillaire édenté

L'acquisition optique de l'empreinte commence au niveau de la papille rétro-incisive et des papilles bunoïdes (zone A), puis se poursuit sur le sommet de la crête en secteur 10 (zone B) dans le sens antéro-postérieur pour revenir au niveau du vestibule du secteur 10 dans le sens inverse. La même opération est répétée au niveau du secteur 20 (zone C). Ensuite, le balayage se poursuit sur la moitié antérieure du palais dur (zone D). Enfin sont numérisés la moitié postérieure du palais dur, voire le début du palais mou, (zone E).

Une fois l'empreinte achevée, elle doit être vérifiée au même titre que l'empreinte physique. Elle peut être complétée. Si nécessaire, grâce à une ou plusieurs zones qui peuvent être effacées et recapturées par la caméra optique. En cas de trop grande approximation, l'empreinte doit être supprimée et intégralement refaite. La muqueuse du patient est alors nettoyée avec une nouvelle compresse stérile imbibée d'eau du robinet.

Après avoir vérifié et validé cet enregistrement en 3 dimensions, il doit être

sauvegardé. Dans notre étude, le temps de prise d'empreinte et le nombre d'images totales sont notés pour pouvoir réaliser la moyenne de ces deux paramètres.

1.3.2 Numérisation des empreintes par caméra optique

Les empreintes obtenues par la caméra TRIOS Pod Family sont en format dcm ou DICOM (Digital Imaging and Communication in Medecine). Ce format, créé en 1985 par l'ACR (American Manufacturers Association) et la NEMA (National Electric Manufacturers Association), a pour objectif de standardiser les données transmises entre plusieurs appareils utilisés en radiologie (30). Il est, actuellement, appliqué dans de nombreux domaines médicaux dont la chirurgie dentaire (31). De plus, ce format, défini comme un standard, a également précisé un protocole de transmissions des données. En effet, ce protocole est basé sur le TCP/IP, qui représente l'ensemble des protocoles utilisés pour le transfert de données sur Internet (32).

Néanmoins, les fichiers dans la configuration dcm ne sont pas utilisables directement avec des logiciels d'analyses qui sont calibrés pour le format stl. Par voie de conséquence, une conversion des fichiers dcm en stl est obligatoire pour être analysés par ces logiciels.

1.4 Comparaison de la précision des deux types d'empreintes physiques et optiques

1.4.1 Méthode de comparaison

Après la conversion de l'ensemble des fichiers dcm en fichiers stl, leur comparaison est effectuée grâce au logiciel Geomagic Control X, créé par 3D Systems®. L'utilisation de ce logiciel payant s'est effectuée pendant la période d'essai gratuite proposé par 3D Systems®. Ce logiciel est une plate-forme complète de métrologie donnant accès à des outils puissants et fiables. Il a été conçu pour le contrôle qualité des pièces mécaniques dans différents domaines (automobiles, industries...).

En chirurgie dentaire, il permet la comparaison de deux empreintes, à condition qu'elles soient en 3 dimensions et en format stl.

Les fichiers de scannage des modèles en plâtre (laboratoire FLECHER de Strasbourg) sont par défaut en format stl, leur conversion est inutile.

Dans cette étude, l'empreinte physico-chimique, réalisée en alginate, scannée sert de référence.

Dans un premier temps, les deux images en 3 dimensions sont superposées et alignées manuellement en mode point par point (figure 30).

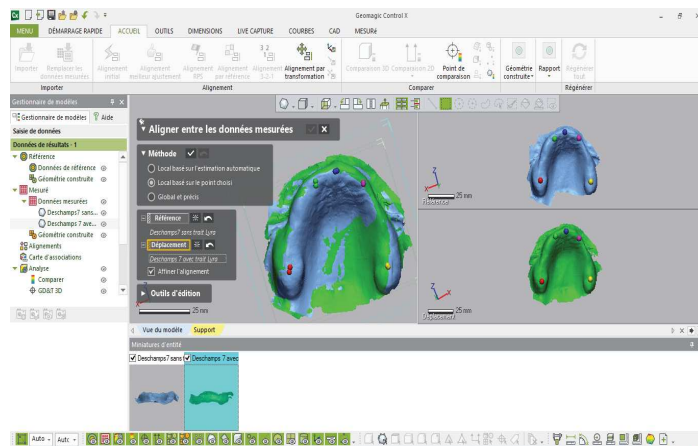


Figure 30: Alignement manuel point par point Geomagic Control X

Puis elles sont ajustées le plus finement possible grâce au mode «Best Fit» ou «alignement au meilleur ajustement» (figure 31).

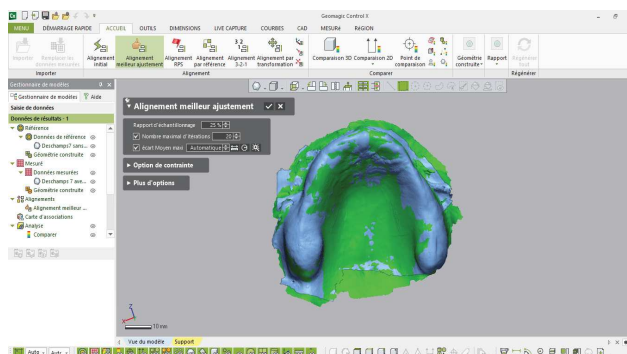


Figure 31: Alignement par "Best Fit" Geomagic Control X

Dans un second temps, elles sont découpées pour ne laisser que la surface

nécessaire pour la réalisation d'un PEI (figure 32).

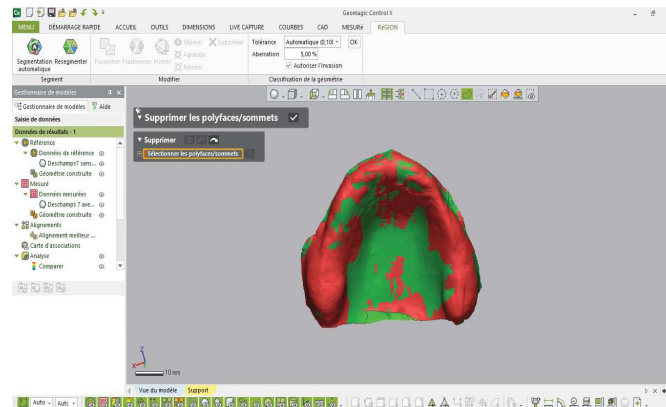


Figure 32: Découpage des images 3D
Geomagic Control X

Ce découpage permet d'alléger les fichiers pour un traitement plus rapide et d'enlever les enregistrements parasites tel que les structures de soutien pour les modèles en plâtre ou l'OptraGate pour les enregistrements en bouche.

Enfin les empreintes sont comparées avec une tolérance prédéfinie. La tolérance, apparaissant en vert sur Geomagic Control X, se définit comme le seuil en dessous duquel l'écart entre les empreintes est considéré comme négligeable. Chacune des empreintes capturées a été comparée selon une tolérance, 25 μ m. Cette dernière correspondant à la valeur moyenne de précision des empreintes physiques en alginate de classe A.

Le logiciel fournit des valeurs qui peuvent être interprétées plus ou moins cliniquement.

Ainsi, chaque patient fournit une mesure de:

- Moyenne des différences/contrôle (mm): négative ou positive, cette moyenne correspond à des différences traduisant une empreinte optique en défaut (-) ou en excès (+).
- Écart-type : cet écart-type correspond à la dispersion, ou l'étalement, d'un ensemble de valeurs autour de leur moyenne; plus l'écart-type est faible, plus la population est homogène)
- Pourcentage des empreintes sous ou égale et au-dessus du seuil de tolérance, avec un niveau de tolérance de 25 μ m.

1.4.2 Résultats

Les résultats présentés ci-après concernent l'étude visant à comparer la similarité des empreintes primaires en alginate et des empreintes optiques chez des patients édentés totaux maxillaires.

D'autres données comme le temps d'enregistrement de l'empreinte optique et le nombre d'images requises pour chacune d'entre elles ont également été recueillies au cours de cette étude.

Elles sont rassemblées sous forme de tableaux récapitulatifs, et distinguées en fonction de la tolérance.

1.4.2.1 Résultats de la pré-étude de contrôle

Les éléments présentés ci-après sont ceux obtenus en réalisant le même protocole que décrit dans la partie 1.III.1. Dans ce test, la prise d'empreinte avec la camera optique TRIOS et le scannage direct (sans coulée en plâtre) du modèle théorique MT avec Imetric® D104i sont comparés (figure 33). Le scannage direct est retenu comme modèle contrôle.

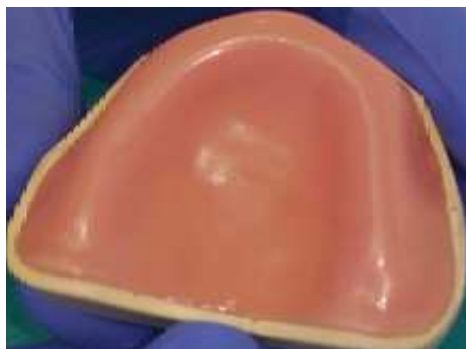


Figure 33: Modèle théorique d'édenté total maxillaire
Courtoisie Dr Etienne WALTMANN

	Précision 50µm				Précision 25µm			
MT direct / Lyra avec marquage	Moyenne (mm)	Ecart-type (mm)	Valeur sous ou égale au seuil de tolérance (%)	Valeur au-dessus du seuil de tolérance (%)	Moyenne (mm)	Ecart-type (mm)	Valeur sous ou égale au seuil de tolérance (%)	Valeur au-dessus du seuil de tolérance (%)
MT	-0,02	0,16	94,40	5,60	-0,02	0,20	94,00	6,00

Figure 34: Tableau des résultats de la pré-étude entre la caméra optique et le scannage direct du MT pour les seuils de tolérances de 50µm et de 25µm

Les données mesurées pour des tolérances de 50µm et de 25µm montrent que les deux types de scans convergent avec un pourcentage de similarité d'environ 94%, ce pourcentage peut être exprimé de manière visuelle (figure 35). Il existe donc une variabilité de 6% environ qui peut être imputé à l'usage d'un scannage manuel « mobile », à une variabilité intra-système plus importante pour le scanner intra-oral. Cette dernière hypothèse a d'ailleurs été vérifiée dans un travail précédent (33).

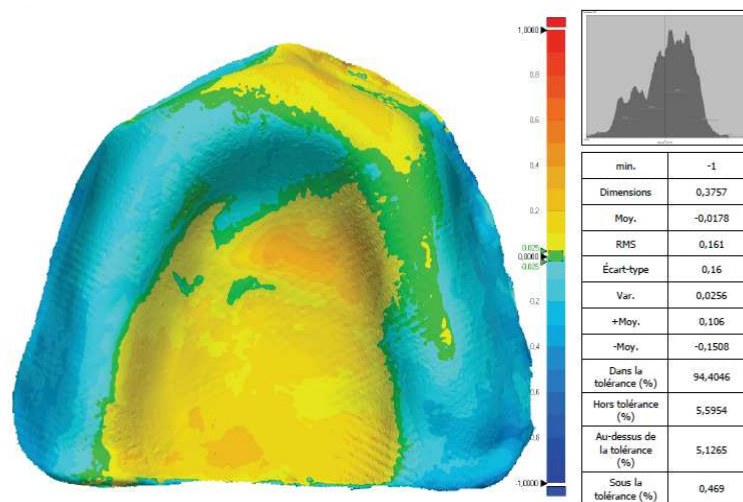


Figure 35: Schéma du pourcentage de similarité entre le scan direct MT et le scan Lyra MT à 25µm

Cette pré-étude a également eu pour objectif la comparaison entre la prise d'empreinte avec la caméra optique et le scannage d'un modèle en plâtre, obtenu par une empreinte en alginate sur le modèle théorique, avec Imetric® D104i (figure 34, 36).

	Précision 50µm				Précision 25µm			
	Moyenne (mm)	Ecart-type (mm)	Valeur sous ou égale au seuil de tolérance (%)	Valeur au-dessus du seuil de tolérance (%)	Moyenne (mm)	Ecart-type (mm)	Valeur sous ou égale au seuil de tolérance (%)	Valeur au-dessus du seuil de tolérance (%)
MT en plâtre / Lyra avec marquage								
MT	-0,03	0,13	83,74	16,26	-0,04	0,24	80,06	19,94

Figure 36: Tableau des résultats de la pré-étude entre la caméra optique et le scannage du modèle en plâtre du MT pour les seuils de tolérances de 50µm et de 25µm

Les données mesurées pour des tolérances de 50µm et de 25µm montrent que les deux types de scans convergent avec un pourcentage de similarité d'environ 81,9%, ce pourcentage peut être exprimé de manière visuelle (figure 37). Il existe donc une variabilité de 18,1% environ qui peut être attribué soit aux même arguments que cité précédemment soit au faite que le scan du MT s'est effectué sur le modèle en plâtre.

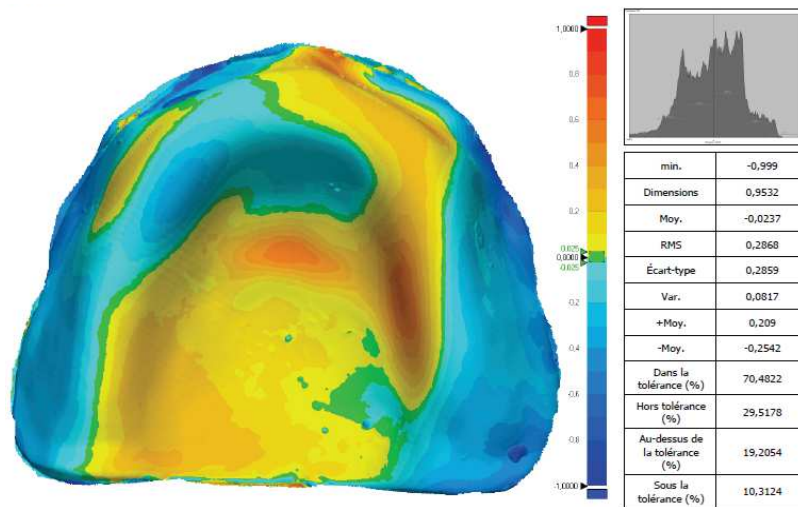


Figure 37: Schéma du pourcentage de similarité entre le scan du modèle en plâtre MT et le scan Lyra MT à 25µm

En conclusion, il existe une plus grande variabilité entre l'empreinte optique et le scanner du modèle en plâtre du MT qu'entre l'empreinte optique et le scanner direct du MT. Ceci peut laisser penser que sur MT l'empreinte optique à une précision relativement satisfaisante.

1.4.2.2 Résultats de l'étude clinique principale

1.4.2.2.1 Similarité des empreintes

Les résultats obtenus pour une tolérance de 25µm sont (figure 38 à 41):

Patient Flecher plâtre/Lyra avec marquage	Différence entre empreinte TRIOS par rapport à l'empreinte conventionnelle (précision 50µm)			
	Moyenne (mm)	Ecart-type (mm)	Valeur sous ou égale au seuil de tolérance (%)	Valeur au- dessus du seuil de tolérance (%)
1	-0,02	0,36	62,94	37,06
2	0,07	0,45	69,96	30,04
3	0,08	0,34	81,01	18,99
4	0,05	0,40	70,87	29,13
5	0,05	0,27	79,57	20,43
6	-0,02	0,27	81,07	18,93
7	0,03	0,22	87,77	12,23
8	0,06	0,26	80,32	19,68
9	0	0,19	91,18	8,82
10	0,03	0,25	83,40	16,60
11	-0,01	0,21	89,57	10,43
12	0,05	0,29	80,51	19,49
13	0,02	0,27	81,23	18,77
14	0,03	0,28	77,76	22,24
15	0	0,22	88,03	11,97
16	0,04	0,31	73,80	26,20
17	0	0,19	90,90	9,10
18	0,02	0,28	77,57	22,43
19	0	0,25	84,40	15,60
20	0,06	0,21	88,13	11,87
21	0,02	0,25	85,02	14,98
22	0	0,30	72,47	27,53
23	0,04	0,29	78,50	21,50
24	0,04	0,24	86,27	13,73
25	0,03	0,20	88,91	11,09
26	0,02	0,29	74,23	25,77
27	0	0,31	76,13	23,87
28	0	0,30	76,11	23,89
29	-0,02	0,25	83,77	16,23
30	0,02	0,23	84,93	15,07

Figure 38: Tableau des résultats pour le seuil de tolérance de 25µm

Analyse Descriptive

		Statistique	Erreur standard	
Moyenne des différences à 25 microns	Moyenne	22,7500	5,16897	
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	12,1783	
		Borne supérieure	33,3217	
	Moyenne tronquée à 5%	22,3204		
	Médiane	23,7000		
	Variance	801,546		
	Ecart-type	28,31159		
	Minimum	-23,40		
	Maximum	80,00		
	Intervalle	103,40		
	Intervalle interquartile	42,55		
	Asymétrie	,130	,427	
	Aplatissement	-,823	,833	
Valeur égale ou sous le seuil de tolérance de 25 microns	Moyenne	80,877867	1,2536909	
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	78,313781	
		Borne supérieure	83,441953	
	Moyenne tronquée à 5%	81,177350		
	Médiane	81,039750		
	Variance	47,152		
	Ecart-type	6,8667481		
	Minimum	62,9404		
	Maximum	91,1764		
	Intervalle	28,2360		
	Intervalle interquartile	10,5163		
	Asymétrie	-,558	,427	
	Aplatissement	,078	,833	
Valeur au-dessus du seuil de tolérance de 25 microns	Moyenne	19,122130	1,2536906	
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	16,558045	
		Borne supérieure	21,686215	
	Moyenne tronquée à 5%	18,822646		
	Médiane	18,960250		
	Variance	47,152		
	Ecart-type	6,8667465		
	Minimum	8,8236		
	Maximum	37,0596		
	Intervalle	28,2360		
	Intervalle interquartile	10,5163		
	Asymétrie	,558	,427	
	Aplatissement	,078	,833	

Figure 39: Analyse statistique descriptive de la tolérance de 25µm

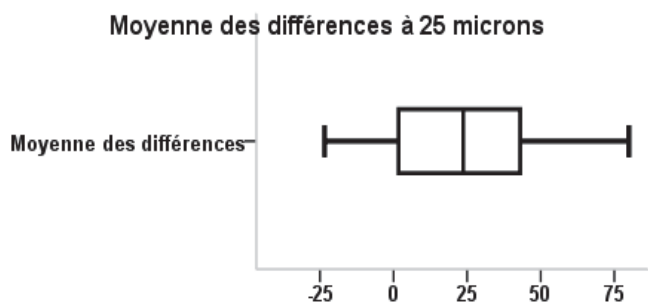


Figure 40: Moyennes des différences entre les empreintes optiques et physiques pour 25µm



Figure 41: Pourcentage des valeurs sous et au-dessus du seuil de tolérance de 25µm

Les résultats globaux pour une tolérance de 25µm sont:

- La moyenne des moyennes des différences entre les deux empreintes:
 $0,6825/30=0,0228\text{mm}=\mathbf{22,8\mu\text{m}}$ de différence en moyenne entre les deux empreintes.

Les empreintes optiques ont une différence moyenne de 22,8µm par rapport aux modèles en plâtre.

- La moyenne sous ou égale au seuil de tolérance de 25µm:
 $24,26336/30=0,808779=\mathbf{80,88\%}$ des empreintes sont sous ou égale au seuil de la tolérance.

80,88% de la surface scannée par la caméra TRIOS est similaire à la surface scannée avec la caméra sur table du modèle de référence.

- La moyenne au-dessus de seuil de tolérance de 25µm:
 $5,73663/30=0,191221=\mathbf{19,12\%}$ des empreintes sont au-dessus de la tolérance.

19,12% de la surface scannée par la caméra TRIOS présente une différence de plus de 25µm avec la surface scannée par la caméra sur table du modèle de référence.

Les informations collectées pour une tolérance de 25µm démontrent que les deux types d'empreintes, physiques et optiques, amènent à un pourcentage de convergence d'environ 81%, ce pourcentage peut être exprimé de manière visuelle (figure 42). Les deux empreintes peuvent donc être jugées comme quasiment analogue à 25µm.

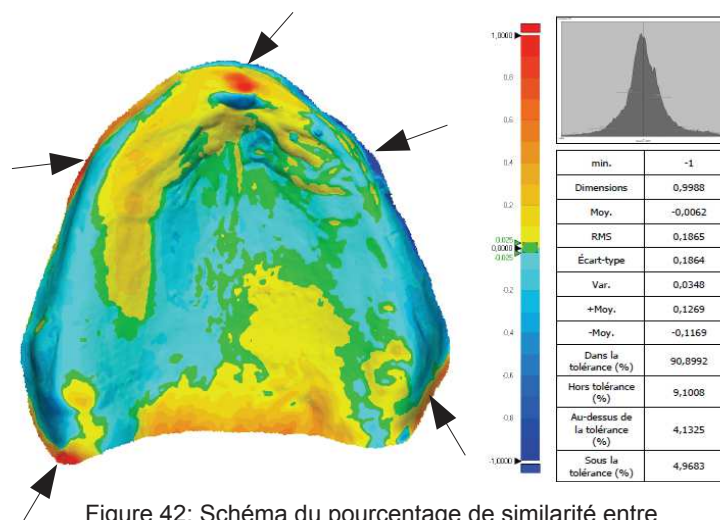


Figure 42: Schéma du pourcentage de similarité entre le scan du modèle de référence et le scan Lyra à 25µm (↑ zones de différence)

Les 19% de différence se situent au niveau de la muqueuse non adhérente: vestibule, voile du palais et papille incisive (figure 42↑). Il s'agit de zones dépressibles pouvant être déformées par la compressibilité d'un matériau physico-chimique.

L'ensemble des schémas du pourcentage de similarité sont en annexe 2.

1.4.2.2.2 Temps d'acquisition cliniquement

Les résultats concernant le temps de réalisation de l'enregistrement et le nombre d'images nécessaires pour une exploitation viennent compléter ce travail. Ils sont affichés sous forme de tableaux (figure 43 à 46) ci-après:

Patient	Temps empreinte optique (sec)	Nombre de clichés pour empreinte optique
1	806	971
2	363	703
3	276	772
4	406	537
5	152	352
6	416	736
7	352	844
8	489	921
9	227	504
10	358	835
11	218	628
12	155	482
13	332	628
14	329	479
15	184	703
16	185	451
17	192	453
18	355	781
19	206	585
20	291	623
21	318	785
22	367	804
23	375	784
24	356	685
25	155	534
26	219	455
27	173	255
28	121	249
29	290	602
30	273	658

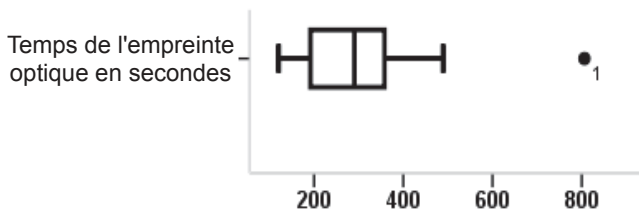
Figure 43: Tableau du temps d'acquisition et du nombre d'images pour chaque empreinte optique

Analyse Descriptive

			Statistique	Erreur standard
Temps de l'empreinte optiques en secondes	Moyenne		297,97	24,547
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	247,76	
		Borne supérieure	348,17	
	Moyenne tronquée à 5%		284,87	
	Médiane		290,50	
	Variance		18076,930	
	Ecart-type		134,450	
	Minimum		121	
	Maximum		806	
	Intervalle		685	
	Intervalle interquartile		169	
	Asymétrie		1,827	,427
	Aplatissement		5,950	,833
	Nombre de clichés par empreinte optique	Moyenne		625,73
Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne		Borne inférieure	557,59	
		Borne supérieure	693,87	
Moyenne tronquée à 5%			628,30	
Médiane			628,00	
Variance			33298,547	
Ecart-type			182,479	
Minimum			249	
Maximum			971	
Intervalle			722	
Intervalle interquartile			293	
Asymétrie			-,256	,427
Aplatissement			-,362	,833

Figure 44: Analyse statistique descriptive du temps d'acquisition et du nombre de clichés par empreinte optique

Temps par empreinte optique en secondes



Nombre de clichés par empreinte optique

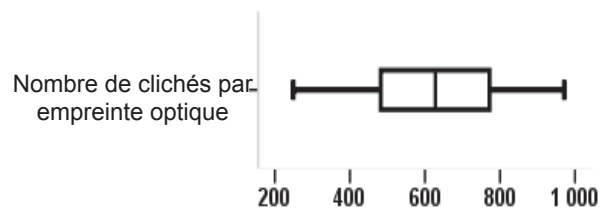


Figure 45: Temps par empreinte optique en secondes

Figure 46: Nombre de clichés par empreinte optique

Les résultats secondaires globaux pour les empreintes optiques sont:

- Moyenne du temps de prise d'empreinte optique:

$8912/30=297\text{sec}=5\text{min de temps moyen de prise d'empreinte optique.}$

Les empreintes optiques, capturées avec la caméra optique TRIOS, prennent en moyenne 5 minutes. Ce temps correspond uniquement à la prise d'empreinte. Le temps d'allumage de la caméra, l'ouverture de logiciel ou la mise en place du marquage ne sont pas pris en compte.

- Moyenne du nombre d'images par l'empreinte optique:

$15635/30=521$ images/empreinte en moyenne sont nécessaires.

521 images par empreinte sont en moyenne nécessaires pour obtenir une empreinte pertinente au niveau d'une arcade maxillaire édentée totale.

Le temps de réalisation d'une empreinte optique est en moyenne de 5 minutes pour un nombre d'image par empreinte de 521.

Le temps de travail moyen pour une empreinte en alginate est de 6 à 7 minutes avec un alginate normal et de 5,25 à 6 minutes avec un alginate à prise rapide (34).

En conclusion dans notre étude, une empreinte optique est en moyenne plus rapide qu'une empreinte alginate en un temps.

1.5 Étude clinique secondaire: intérêt des marqueurs muqueux

L'étude principale, visant à comparer la similarité des caméras optiques par rapport aux empreintes en alginate coulées en plâtre chez des patients édentés totaux maxillaires, s'est faite en marquant la muqueuse des patients avec un feutre dermatographique pour l'enregistrement des empreintes optiques. Cette méthode s'inspire des sprays anti-reflets utilisés dans certains systèmes optiques. Il est légitime de se questionner quant aux véritables apports de ces marques aux feutres sur la muqueuse au niveau de la précision des empreintes optiques chez les édentés totaux.

Cette étude secondaire évalue l'apport de ces marquages muqueux en empreinte optique. L'hypothèse étant que ces marquages améliorent le scannage intra-oral.

1.5.1.1 Protocole réalisé

Le protocole réalisé est le même que celui décrit précédemment, à l'exception que

seuls 10 patients randomisés ont été inclus sur les 30 pour cette étude secondaire. La seule différence réside dans la réalisation de deux empreintes optiques, pour un même patient, dans la même séance. Pour limiter toute approximation, l'empreinte sans marquage précède celle avec marquage.

La numérisation et la conversion des données ont été obtenues via les logiciels employés dans l'étude principale.

Les données récoltées et utilisées dans cette étude secondaire proviennent de l'étude principale.

Les données annexes recueillies lors de cette étude et analysées sous forme de tableaux sont les temps de capture de l'empreinte et du nombre d'images requis pour chaque enregistrement.

1.5.1.2 Méthodes de comparaison

La comparaison s'effectue selon le même protocole décrit précédemment. Ici, l'empreinte optique avec marquage sert de référence par rapport à celle sans marquage.

1.5.2 Résultats

1.5.2.1 Similarité des empreintes

Les résultats obtenus pour une tolérance de 25 μ m sont (figure 47 à 50):

Patient Lyra avec et sans marquage	Précision 25 μ m			
	Moyenne (mm)	Ecart-type (mm)	Valeur sous ou égale au seuil de tolérance (%)	Valeur au-dessus du seuil de tolérance (%)
1	0	0,16	94,83	5,17
2	0	0,29	77,82	22,18
3	0,02	0,26	83,94	16,06
4	-0,02	0,02	96,84	3,16
5	-0,05	0,20	89,59	10,41
6	-0,05	0,04	92,21	7,79
7	0	0,13	95,85	4,15
8	0,02	0,28	83,14	16,86
9	-0,02	0,27	86,41	13,59
10	-0,06	0,29	92,43	7,57

Figure 47: Tableau des résultats pour le seuil de tolérance de 25 μ m

Analyse Descriptive

			Statistique	Erreur standard
Moyenne des différences à 25 microns	Moyenne		-13,3600	9,54973
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	-34,9630	
		Borne supérieure	8,2430	
	Moyenne tronquée à 5%		-12,8000	
	Médiane		-7,8000	
	Variance		911,974	
	Ecart-type		30,19890	
	Minimum		-58,80	
	Maximum		22,00	
	Intervalle		80,80	
	Intervalle interquartile		59,68	
	Asymétrie		-,336	,687
Aplatissement		-1,561	1,334	
Valeur égale ou sous le seuil de tolérance de 25 microns	Moyenne		89,306110	1,9873593
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	84,810391	
		Borne supérieure	93,801829	
	Moyenne tronquée à 5%		89,525822	
	Médiane		90,903300	
	Variance		39,496	
	Ecart-type		6,2845818	
	Minimum		77,8198	
	Maximum		96,8376	
	Intervalle		19,0178	
	Intervalle interquartile		11,3439	
	Asymétrie		-,559	,687
Aplatissement		-,715	1,334	
Valeur au-dessus du seuil de tolérance de 25 microns	Moyenne		10,693890	1,9873593
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	6,198171	
		Borne supérieure	15,189609	
	Moyenne tronquée à 5%		10,474178	
	Médiane		9,096700	
	Variance		39,496	
	Ecart-type		6,2845818	
	Minimum		3,1624	
	Maximum		22,1802	
	Intervalle		19,0178	
	Intervalle interquartile		11,3439	
	Asymétrie		,559	,687
Aplatissement		-,715	1,334	

Figure 48: Analyse statistique descriptive de la tolérance de 25µm pour les empreintes optiques avec et sans marquage

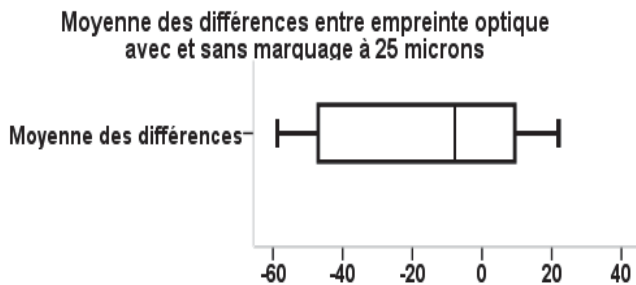


Figure 49: Moyenne des différences entre les deux empreintes optiques pour 25µm

Pourcentage des valeurs sous et au-dessus du seuil de tolérance de 25 microns pour les empreintes optiques avec et sans marquage

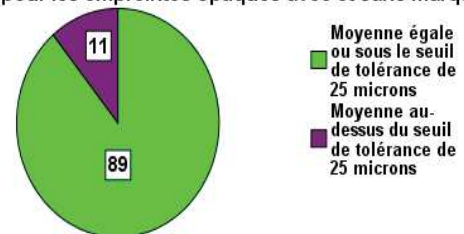


Figure 50: Pourcentage des valeurs sous et au-dessus du seuil de tolérance de 25µm pour les deux empreintes optiques

Les résultats totaux pour une tolérance de 25µm sont:

- La moyenne des moyennes des différences entre les deux empreintes:
 $-0,1328/10=-0,01328\text{mm}=-13,28\mu\text{m}$ de différence en moyenne entre les deux empreintes.

Les empreintes optiques avec marquage ont une différence moyenne de -13,28µm par rapport aux empreintes optiques sans marquage.

- La moyenne sous ou égale au seuil de tolérance de 25µm:
 $8,930611/10=0,8930611=89,31\%$ des empreintes sont sous ou égale au seuil de tolérance.

89,31% de la surface scannée avec marquage par la caméra TRIOS est similaire à la surface scannée sans marquage par la caméra TRIOS chez un même patient.

- La moyenne au-dessus de seuil de tolérance de 25µm:
 $1.069389/10=0.1069389=10,69\%$ des empreintes sont au-dessus de la tolérance.

10,69% de la surface scannée avec marquage par la caméra TRIOS présente une différence de plus de 25µm avec la surface scannée sans marquage par la caméra TRIOS chez un même patient.

Les résultats globaux recueillis pour une tolérance de 25µm démontrent que les deux manières d'enregistrer une empreinte optique avancent un taux de similarité d'environ 89%, ce pourcentage peut être exprimé de manière visuelle (figure 51). Les deux empreintes peuvent donc être jugées comme pratiquement équivalentes à 25µm.

L'utilisation de feutre dermographique pour créer un marquage sur la muqueuse semble ne présenter aucun intérêt significatif.

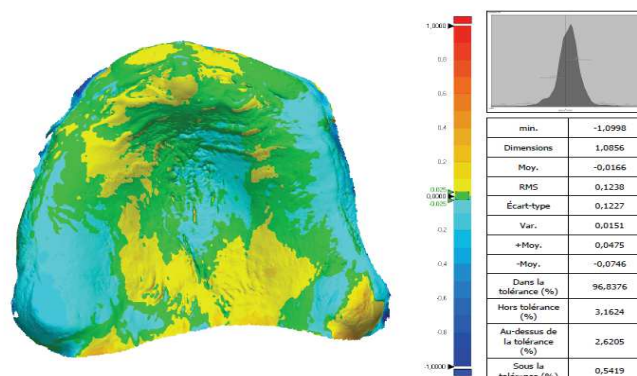


Figure 51: Schéma du pourcentage de similarité entre les scans Lyra avec et sans marquage à 25µm

1.5.2.2 Temps d'acquisition

Des données annexes, comme le temps de réalisation de l'enregistrement des empreintes optiques et le nombre d'images nécessaire à l'obtention d'une image exploitable, ont été compilées dans les tableaux ci-après.

Tableaux récapitulatifs pour les empreintes avec et sans marquage (figure 52 à 58):

Patient	Temps d'acquisition de l'empreinte optique avec marquage (sec)	Nombre de clichés pour réaliser l'empreinte optique avec marquage	Temps d'acquisition de l'empreinte optique sans marquage (sec)	Nombre de clichés pour réaliser l'empreinte optique sans marquage
1	262	600	387	840
2	363	456	189	364
3	312	508	237	547
4	334	456	249	589
5	277	324	212	367
6	169	240	242	281
7	352	563	155	382
8	489	1013	533	1156
9	367	852	226	781
10	274	782	165	841

Figure 52: Tableau du temps d'acquisition et du nombre d'images pour chaque empreinte optique avec et sans marquage

Analyse Descriptive

		Statistique	Erreur standard	
Temps empreinte optique avec marquage en secondes	Moyenne	322,70	27,237	
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	261,09	
		Borne supérieure	384,31	
	Moyenne tronquée à 5%	322,11		
	Médiane	323,00		
	Variance	7418,678		
	Ecart-type	86,132		
	Minimum	169		
	Maximum	487		
	Intervalle	318		
	Intervalle interquartile	103		
	Asymétrie	,180	,687	
	Aplatissement	,972	1,334	
Nombre de clichés par empreinte optique avec marquage	Moyenne	579,40	76,014	
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	407,44	
		Borne supérieure	751,36	
	Moyenne tronquée à 5%	574,17		
	Médiane	535,50		
	Variance	57781,600		
	Ecart-type	240,378		
	Minimum	240		
	Maximum	1013		
	Intervalle	773		
	Intervalle interquartile	377		
	Asymétrie	,502	,687	
	Aplatissement	-,380	1,334	

Figure 53: Analyse statistique descriptive pour les empreintes optiques avec marquage

Temps par empreinte optique avec marquage en secondes

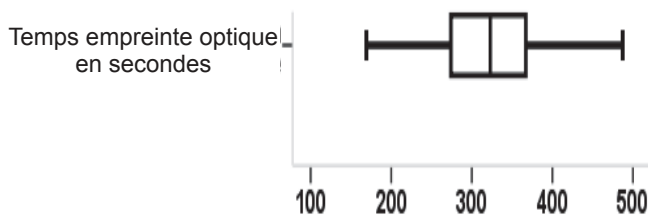


Figure 54: Temps par empreinte optique avec marquage en secondes

Nombre de clichés par empreinte optique avec marquage

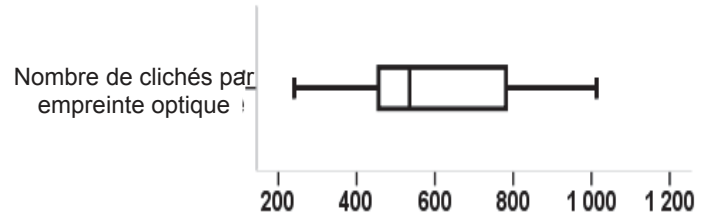


Figure 55: Nombre de clichés par empreinte optique avec marquage

Les résultats annexes totaux pour les empreintes optiques avec marquage sont:

- Moyenne du temps de prise d'empreinte optique avec marquage:

$$3229/10=322,9\text{sec}=\mathbf{5\text{min}38\text{sec de temps moyen de prise d'empreinte}}$$

optique avec marquage.

Ce type d'empreinte, faite avec la caméra optique TRIOS, met en moyenne 5 minutes et 38 secondes. Ce temps correspond uniquement à la prise d'empreinte. Le temps d'allumage de la caméra, l'ouverture de logiciel ou la mise en place du marquage ne sont pas pris en compte.

- Moyenne du nombre d'images de l'empreinte optique avec marquage:

$$5794/10=\mathbf{579\text{ images/empreinte en moyenne sont nécessaires.}}$$

Il faut 579 images par empreinte optique en moyenne pour avoir suffisamment d'informations sur une arcade maxillaire édentée totale pour qu'elle soit exploitable.

Les résultats acquis au cours de cette étude secondaire, pour les empreintes optiques effectuées avec marquage, montrent que le temps de réalisation est en moyenne de 5 minutes et 38 secondes pour un nombre d'images par empreinte de 579.

Analyse Descriptive

			Statistique	Erreur standard
Temps empreinte optique sans marquage en seconde	Moyenne		259,50	36,542
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	176,84	
		Borne supérieure	342,16	
	Moyenne tronquée à 5%		250,11	
	Médiane		231,50	
	Variance		13353,389	
	Ecart-type		115,557	
	Minimum		155	
	Maximum		533	
	Intervalle		378	
	Intervalle interquartile		101	
	Asymétrie		1,803	,687
	Aplatissement		3,115	1,334
Nombre de cliché par empreinte optique sans marquage	Moyenne		612,80	87,958
	Intervalle de confiance à 95% pour la moyenne	Borne inférieure	413,82	
		Borne supérieure	811,78	
	Moyenne tronquée à 5%		602,17	
	Médiane		568,00	
	Variance		77366,622	
	Ecart-type		278,149	
	Minimum		281	
	Maximum		1136	
	Intervalle		855	
	Intervalle interquartile		474	
	Asymétrie		,595	,687
	Aplatissement		-,563	1,334

Figure 56: Analyse statistique descriptive pour les empreintes optiques sans marquage

Temps par empreinte optique sans marquage en secondes

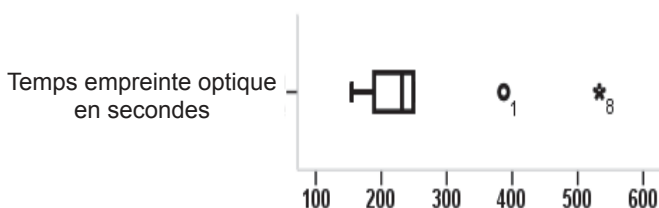


Figure 57: Temps par empreinte optique sans marquage en secondes

Nombre de clichés par empreinte optique sans marquage

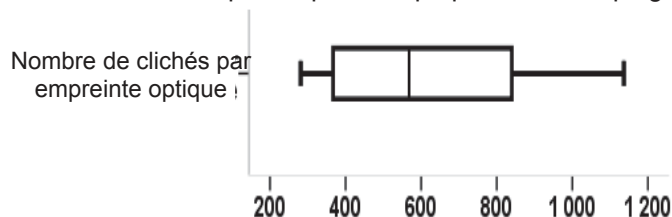


Figure 58: Nombre de clichés par empreinte optique sans marquage

Les résultats annexes totaux pour les empreintes optiques sans marquage sont:

- Moyenne du temps de prise d'empreinte optique sans marquage:

$2595/10=259,5\text{sec}=4\text{min}33\text{sec}$ de temps moyen de prise d'empreinte optique sans marquage.

Ce type d'empreinte met en moyenne 4 minutes et 33 secondes. Ce temps correspond

uniquement à la prise d'empreinte; le temps d'allumage de la caméra et l'ouverture de logiciel ne sont pas pris en compte.

- Moyenne du nombre d'images de l'empreinte optique sans marquage:
 $6128/10=613$ **images/empreinte en moyenne sont nécessaires.**

Il faut 613 images par empreinte optique en moyenne pour avoir suffisamment d'information sur une arcade maxillaire édentée totale pour qu'elle soit utile.

Les résultats mesurés au cours de cette étude secondaire, pour les empreintes optiques prises sans marquage, indiquent que le temps de réalisation est en moyenne de 4 minutes et 33 secondes pour un nombre d'images par empreinte de 613.

A la lumière de ces résultats, le temps d'une empreinte optique sans marquage est plus court qu'avec marquage alors que le nombre d'image est plus grand pour les empreintes sans marquage.

En conclusion, il faut moins de temps pour l'enregistrement sans aucun marquage mais le traitement de ces empreintes est plus long car les fichiers informatiques sont plus conséquents.

1.6 Questionnaire de satisfaction

Au cours de ces études, des questionnaires (annexe 3) ont été donnés aux 30 patients participants. Sur les 30 questionnaires, 21 ont été complétés correctement, et 9 ont été rejetés car incomplets ou incohérents. Ce questionnaire évalue le ressenti et renseigne sur la préférence des patients. Il a été rempli immédiatement après la fin du protocole de l'étude de façon à évaluer leur ressenti immédiat.

1.6.1 Protocole

Le questionnaire est rempli directement par le patient en présence de l'investigateur de l'étude. Il est anonyme.

Il se compose de quatre volets (informations générales, empreintes alginate, empreintes optiques, comparaison des deux types d'empreintes) découpés en douze points. Neuf points sont sous forme de cases à cocher et trois points sont des réponses rédactionnelles au travers desquelles le patient peut s'exprimer librement.

1.6.2 Résultats

Cette enquête a regroupé un total de 21 participants dont 11 hommes (52%) et de 10 femmes (48%). La parité est donc pratiquement respectée.

La totalité des réponses a été compilé sur un document de synthèse (annexe 4).

Le premier volet de celui-ci, contenant les informations générales, montre que la majorité des patients ont 60 ans ou plus (76% des cas appartenant à cette catégorie) ; 18% d'entre eux ont entre 18 et 30 ans ; 10% ont entre 31 et 45 ans et 10% entre 46 et 59 ans.

Le second volet du document regroupe des données concernant les empreintes physico-chimiques en alginate. Le ressenti des patients pour cette méthode, basé sur 21 réponses, montre que 74% ont plutôt un avis positif ou neutre sur ce type d'empreinte : 35% «rien, pas de problème particulier», 31% «peu agréable mais supportable», 8% «un peu d'appréhension». En revanche, 26% ont une opinion plutôt négative de celle-ci : 11% «nausée», 4% «suffocation», 11% «peur» (figure 60).

Ensuite, dans ce second volet, les volontaires ont été interrogés sur la durée d'enregistrement. Les résultats traduisent que dans 90% des cas la durée est jugée acceptable. 5% ont déclaré l'empreinte trop longue et 5% l'ont évaluée courte (figure 59).

Durée éprouvée par le patient pour les empreintes en alginate

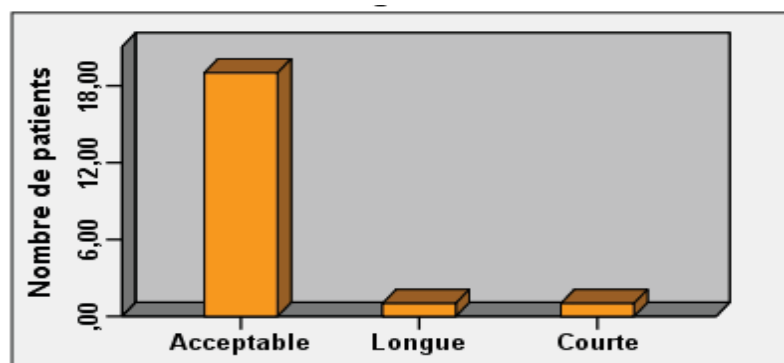


Figure 59: Durée éprouvée par le patient pour les empreintes en alginate

En résumé, ce second volet révèle que les empreintes en alginate sont bien tolérées par les patients mais qu'elles comportent des inconvénients identifiés comme dérangeants par eux.

Enfin, le troisième volet rassemble les informations concernant les empreintes optiques intra-orales. Le ressenti des patients pour cette technique montre que 100% de ceux-ci ont plutôt un avis positif ou neutre sur ce type d'empreinte : 70% «rien, pas de problème particulier», 9% «un peu d'appréhension», 21% «peu agréable mais supportable». Aucune remarque négative n'a été évoquée par les patients pour ce type d'empreinte (figure 61).

Ressenti global des patients pour l'empreinte en alginate Ressenti global des patients pour l'empreinte optique

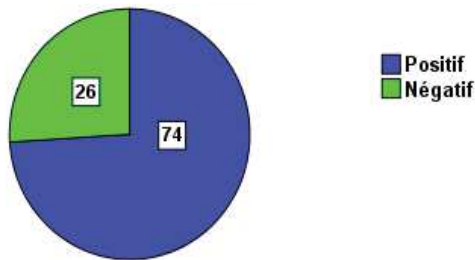


Figure 60: Ressenti global des patients pour l'empreinte en alginate

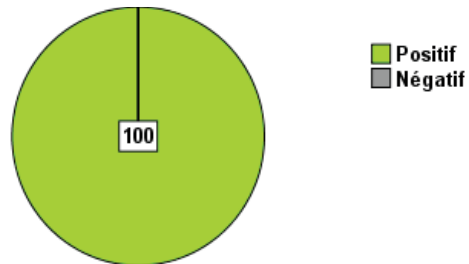


Figure 61: Ressenti global des patients pour l'empreinte optique

Par ailleurs, dans ce troisième volet, les participants ont répondu sur leur vécu lors de la capture numérique. Les résultats traduisent que dans 85% des cas la durée est jugée acceptable; 5% ont déclaré l'empreinte trop longue et 10% l'ont évaluée courte (figure 62).

Durée éprouvée par le patient pour les empreintes optiques

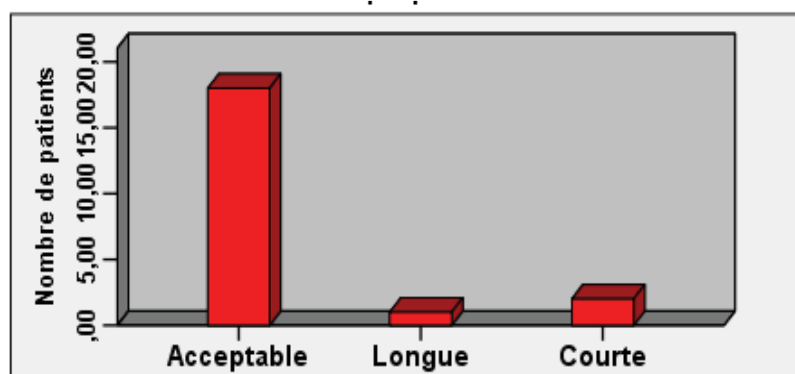


Figure 62: Durée éprouvée par les patients pour les empreintes optiques

Ce troisième volet suggère que les empreintes optiques sont appréciées par les patients et qu'elles ne souffrent quasiment pas d'inconvénients reconnus comme perturbants par les patients.

Le quatrième volet s'intéresse à la comparaison des deux types d'empreintes. Les avis recueillis révèlent que les patients, confrontés au choix du mode d'empreinte, adoptent pour 76% d'entre eux les empreintes optiques contre 24% pour les empreintes en alginate (figure 63).

Choix du type d'empreinte par les patients

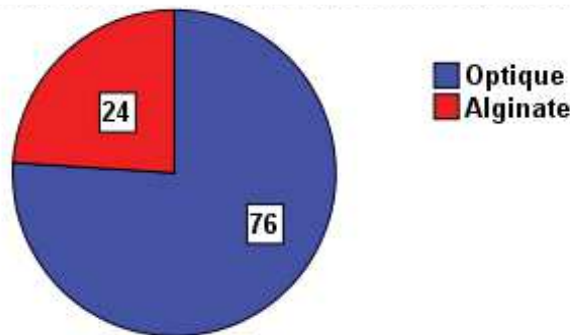


Figure 63: Choix du type d'empreinte par les patients

En résumé, ce quatrième volet confirme l'impression des second et troisième volets, en plaçant l'empreinte optique devant l'empreinte à l'alginate.

Au terme de l'analyse de ce questionnaire, il ressort qu'une majorité de patients est plus enclin à préférer l'empreinte optique à celle en alginate.

Partie IV: Discussion

Les empreintes optiques représentent aujourd'hui une alternative réaliste et fiable pour les restaurations partielles en prothèse fixée. Cette option clinique permet en effet de se départir des matériaux à empreinte, de leur manipulation et de la coulée au laboratoire, source d'erreurs et d'imprécisions diverses. Actuellement, les avancées en matière informatique permettant d'obtenir des enregistrements tridimensionnels plus précis qu'en technique conventionnelle, pour les restaurations unitaires ou les restaurations prothétiques de faible étendue.

Notre étude clinique est basée sur l'hypothèse initiale qu'un enregistrement tridimensionnel peut être une alternative à une empreinte physico-chimique conventionnelle, pour des surfaces à moindre reliefs, tel que le support ostéo-muqueux d'un édenté complet.

Précisons d'emblée que cette hypothèse est limitée par le caractère «statique» de l'empreinte optique qui ne permet de l'envisager que pour une indication de type «empreinte muco-statique» (primaire), éliminant la réalisation d'empreinte optique de type muco-dynamique (secondaire). Par ailleurs, une empreinte optique à l'aide d'un scanner intra-orale, donc «mobile» dans l'espace, nécessite que l'instrument puisse se repérer dans l'espace. Ceci est possible grâce à l'utilisation d'un gyroscope, capteur de position angulaire qui exploite le principe du moment angulaire. En ce sens, un scanner de table est plus précis qu'un scanner intra-oral. Pour mesurer cette différence nous avons comparé un modèle théorique (simulation d'un maxillaire édenté total) et sa reproductibilité numérique. Nous avons mesuré environ 6% de surfaces différentes entre le scan du modèle théorique obtenu par un scanner de table, et l'empreinte optique enregistrée avec un scanner intra-oral. Les résultats de nos mesures doivent donc être lus avec cette réserve puisqu'ils sont impactés par cette différence liée à la technologie elle-même.

Nous avons comparé les empreintes physico-chimiques en alginate et les empreintes optiques obtenues lors de notre étude clinique. Les résultats ont montré que certaines zones sont très différentes: l'écart-type moyen étant de 273 μ m. Celui-ci est presque systématiquement concentré autour des zones présentant une dépressibilité

physiologique sous la compression: à savoir le voile du palais et le vestibule (figure 42). Malgré ces différences, les deux surfaces scannées restent similaires à 81%, principalement au niveau des zones de muqueuse attachée: les crêtes alvéolaires et le palais dur. Cette similarité autorise, sans aucun doute, la réalisation d'un porte-empreinte individuel, par usinage ou par impression. Celui-ci devrait d'ailleurs présenter une meilleure adaptation aux tissus puisqu'il est issu d'une empreinte n'ayant généré aucun déplacement par compression.

Notre travail a aussi consisté à évaluer l'intérêt d'un marquage préalable de la muqueuse palatine au feutre dermographique. Nos résultats (89% de similarité avec et sans marquage) tendent à conclure que le marquage n'est pas obligatoire pour l'empreinte optique des tissus mous. Ceci étant, le marquage tend à faire diminuer le nombre d'images nécessaires pour cette empreinte optique. Ceci a pour conséquence d'avoir des fichiers moins volumineux, leur transfert et leur traitement en est par conséquent plus rapide et leur stockage est plus aisé.

Le nombre d'images moins important peut être expliqué par le fait que la caméra optique dispose de plus de repères au niveau de la muqueuse. L'emploi d'un autre type de marquage tel qu'une grille en décalcomanie pourrait encore améliorer ce résultat.

Enfin, les questionnaires remplis par les patients participant à notre étude montrent une nette préférence pour les empreintes optiques: 76% des patients les ont préférées. Leur aspect de nouvelle technologie et l'absence de matériau mis en bouche, moment généralement peu agréable, peut justifier l'engouement pour cette technique de prise d'empreinte.

Conclusions

Chez l'édenté total, les empreintes physico-chimiques en alginate et les empreintes optiques sont deux techniques de prise d'empreinte totalement différentes mais qui ont un objectif commun, le recueil et la transmission d'informations de façon la plus précise possible. Devant le peu d'informations scientifiques disponible sur l'enregistrement optique des tissus mous chez l'édenté total, nous avons réalisé une étude afin d'évaluer la pertinence d'une telle option.

Notre première étude a démontré que les empreintes optiques présentent une similarité de 81% de leur surface (avec un seuil de précision de 25 μ m), avec celle des empreintes en alginate, numérisées. Les différences entre les deux types d'empreintes se situaient dans les zones de muqueuse non attachée, donc dépressible (vestibule, zones de Schroeder et voile du palais). Ainsi, avec les limites de notre étude, il est possible de conclure que les empreintes optiques du maxillaire édenté total peuvent se comparer, en termes de précision, aux empreintes physico-chimiques en alginate, dans le cadre d'une empreinte primaire.

Cette étude tend aussi à montrer que la durée de prise d'empreinte optique, après maîtrise de cette technologie, est plus courte que pour les empreintes physico-chimiques en alginate avec un technique en un temps.

Notre seconde étude a été initiée pour comparer deux protocoles différents de prise d'empreinte optique. L'un utilisant un marquage au feutre dermatographique sur la muqueuse des patients avant la prise de l'empreinte et l'autre sans l'utilisation de ce type de marquage. Notre hypothèse de recherche était que les marquages allaient permettre de meilleurs résultats en aidant le repérage tridimensionnel. Nos résultats semblent indiquer une similarité des mesures pour 89% de la surface (avec un seuil de précision de 25 μ m). L'approche avec marquage ne se différencie donc pas en termes de précision. Toutefois, nous avons remarqué que le temps de réalisation nécessaire pour les empreintes sans marquage est plus court qu'avec marquage et que le nombre d'image requis pour avoir une empreinte exploitable est plus important.

Conclusions

Le marquage de la muqueuse n'est donc pas indispensable à l'enregistrement d'une empreinte optique chez l'édenté complet maxillaire pour les empreintes muco-statiques. Cependant l'utilisation de ce type de feutre n'est pas totalement inutile car un nombre d'image plus faible demande une puissance de calcul moins importante et un traitement informatique plus facile et rapide.

Enfin, les questionnaires de satisfaction distribués aux participants de la première étude ont mis en évidence un attrait de ceux-ci pour la technologie numérique. En effet, 76% de ces patients évoquent une préférence pour l'empreinte optique.

Les nouvelles technologies présentent des avantages indéniables par rapport aux empreintes physiques: rapidité d'exécution, absence de matériaux, transmission facilité au laboratoire de prothèse, correction partielle voir ponctuelle des empreintes, bien tolérées par les patients... Mais aussi certaines difficultés : prise d'empreinte dans les petites bouches, palais profond, coût et modification des habitudes de travail.

Cependant, ce type d'empreinte est en train de remplacer progressivement les matériaux physiques utilisés couramment à l'heure actuelle. C'est déjà un fait dans le domaine de la prothèse fixée et probablement, dans un futur proche, dans le domaine de la prothèse amovible.

SIGNATURE DES CONCLUSIONS

Thèse en vue du Diplôme d'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

Nom - prénom de l'impétrant : DESCHAMPS Adrien

Titre de la thèse : Etude comparée de l'empreinte primaire chez l'édenté total obtenue par
technique conventionnelle ou optique

Directeurs de thèse : Docteurs Olivier ETIENNE et Elise PILAVYAN

VU

Strasbourg, le : 16.11.2017
Le Président du Jury,

Professeur F. CLAUSS



VU

Strasbourg, le : 17 NOV. 2017
Le Doyen de la Faculté
de Chirurgie Dentaire de Strasbourg,

Professeur C. TADDEI-GROSS

Bibliographie

1. Olivier HÜE, Marie-Violaine BERTERETCHE; Prothèse complète réalité clinique, solution thérapeutique; Quintessence international ; novembre 2003, 292p.
2. Professeur C. TADDEI, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier; Docteur J. NONCLERCQ, Attaché Hospitalo-Universitaire. Prothèse amovible complète bases fondamentales clinique et techniques ; Édition 2009, 202p
3. V. DUPUIS, H. LAFARGUE : Guide clinique d'odontologie. Prothèse amovible complète ; Édition 2014 Elsevier Masson SAS. 244p
4. B. CHAUVEL, Y-L. TURPIN : Les matériaux à empreinte ; société francophone des biomatériaux dentaires (SFBD) 2009-2010, Université médicale virtuelle francophone. 31p.
5. DJEREDOU K.B., THIAM A., PESSON D.M., HAIDARA-NTAGRY F., TOURE S ; Fiabilité des empreintes à l'alginate de classe A ; Abidjan ; Odonto-Stomatologie Tropicale 2001 – N°95 ; 32p.
6. Professeur C. TADDEI, Professeur des Universités – Praticien Hospitalier; Docteur J. NONCLERCQ, Attaché Hospitalo-Universitaire. Prothèse amovible complète bases fondamentales clinique et techniques ; Édition 2009 ; 202p.
7. MN Mandikos : Polyvinylsiloxane impression materials : an update on clinical use. Aust Dent J 1998 ; 43 : 428-434.
8. R Van Noort : Introduction to dental materials. Mosby, Elsevier, 2002 : 298p.
9. Zergui Zakaria ; Les empreintes préliminaires en prothèse totale adjointe Publié le 6 août 2009 Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme d'état de chirurgien dentiste.
10. Olivier HÜE, Marie-Violaine BERTERETCHE; Prothèse complète réalité clinique, solution thérapeutique; Quintessence international novembre 2003 ; 292p
11. KAMINA anatomie clinique 3^e édition tome deux tête cou dos Maloine ; 394p.
12. DURET, François. Conférence sur la CFAO a Annecy. 2008
13. Moussaly, S. Cazier, J.P. Attal. L'empreinte optique. *Entretiens d'Odontologie-Stomatologie: Entretiens de Bichat 2010*. 2010, pp. 46- 48.
14. Microscopie conventionnelle à sectionnement optique et déconvolution 3D-iterative (CELLSCAN). PTIBC Plate Forme d'Imagerie et de Biophysique Cellulaire et

- Tissulaire, IBISA-Nancy ; 2013. [En ligne] <http://www.ptibc-imaging.fr/prestations/microscopies/microscopie-conventionnelle-a-sectionnement-optique-et-deconvolution-3d-iterative-cellscan/> consulté le 03 novembre 2017.
15. Brochure 3Shape TRIOS® Une nouvelle génération d'empreintes numériques, 2012; 14p. [En ligne] <http://www.dental-quality.be/scanners-empreintes-digitales/3-shape/brochures/brochure-scanner-empreintes-digitales-3-shape-trios.pdf> consulté le 10 mars 2017.
16. Dr Olivier LANDWERLIN : CFAO Dentaire et empreinte optique : les caméras au banc d'essai ; 4 décembre 2014 le fil dentaire, [En ligne] <http://www.lefildentaire.com/articles/pratique/ergonomie-materiel/cfao-dentaire-et-empreinte-optique-les-cameras-au-banc-d-essai/> consulté le 28 octobre 2016
17. Cyril Brèque, Fabrice Brémand : Modélisation de forme 3D par méthode de moiré de projection et analyse par décalage de phases, Laboratoire de Mécanique des Solides, Université de Poitiers SP2MI – Boulevard Marie et Pierre Curie – Téléport 2 – BP 30179 – 86962 Futuroscope Chasseneuil Cedex
18. Minsky Marvin : Microscopy apparatus. Brevet US 3013467, 1967 Archive European Patent Office.
19. Wikipédia français: Microscope confocal, 1 février 2017; [En ligne] http://fr.wikipedia.org/wiki/Microscope_confocal consulté le 04 novembre 2016.
20. Dr Andreas ENDER : Découvrir CEREC 4.0 Guide clinique. 2011 Sirona Dental Systems GmbH, 160p.
21. Maître de conférence C. BOUDRY: Principes généraux de la numérisation. Matériel de numérisation et de création d'images ; Unité régionale de formation de l'information scientifique et technique, février 2010. [En ligne] http://giry.enc.sorbonne.fr/anciensite/image_numerique/principes.htm consulté le 04 novembre 2016
22. Le fil dentaire : Empreinte optique : clé du succès Le fil dentaire n°87 Novembre 2013 page 2, 12p
23. Dr Olivier LANDWERLIN, Jean-Jacques BERRUET; Empreinte optique et CFAO dentaire à l'IDS 2015 Dental Tribune STUDY CLUB, volume 2, numéro 2, juin 2015.
24. P. Seelbach, C. Brueckel, B. Wöstmann ; Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. Clin Oral Investig. Sept 2013; 17(7):1759-64.

25. T. Abdel-Azim, K. Rogers, E. Elathamna, A. Zandinejad, M. Metz, D. Morton: Comparison of the marginal fit of lithium disilicate crowns fabricated with CAD/CAM technology by using conventional impressions and two intraoral digital scanners. *J Prosthet Dent.* 2015; [En ligne] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022391315001808> consulté le 05 novembre 2016.
26. Dr A. BENKADOUR, Pr S. REGRAGUI, Pr E. AALLOULA; Décontamination des empreintes en orthopédie dento-faciale ; service d'orthopédie dento-faciale, faculté de médecine dentaire de Rabat, université Mohammed V, Souissi. Page 4, 9p.
27. Brochure de produit «Entrée dans un monde de précision inégalée! Série IScan D104» Imetric Swiss 3D Scanning Systems; [En ligne] <http://www.cmdental.fr/medias/files/imetric-brochure-de-produit-fr.pdf> consulté le 12 novembre 2016.
28. Institut de Formation Technique Supérieure (IFTS); «Généralité sur le prototypage rapide»; Université de Reims Champagne Ardenne 2016; [En ligne] <http://www.univ-reims.fr/formation/ufr-instituts-et-ecoles/institut-de-formation-technique-superieur-ifts/presentation/materiel/prototypage-rapide/generalites,10581.htm> consulté le 20 novembre 2016.
29. Wikipédia français: Fichier de stéréolithographie; 2 septembre 2016; [En ligne] https://fr.wikipedia.org/wiki/Fichier_de_st%C3%A9r%C3%A9olithographie consulté le 28 novembre 2016.
30. Wikipédia français: Digital Imaging and Communication in Medecine; 5 juillet 2015; [En ligne] https://fr.wikipedia.org/wiki/Digital_imaging_and_communications_in_medicine consulté le 01 décembre 2016.
31. Site officiel: About Digital Imaging and Communication in Medecine (DICOM), [En ligne] <http://dicom.nema.org/Dicom/about-DICOM.html> consulté le 01 décembre 2016.
32. Wikipédia français: Suite des protocoles Internet; 6 avril 2016; [En ligne] https://fr.wikipedia.org/wiki/Suite_des_protocoles_Internet consulté le 05 décembre 2016
33. FLONCK F. L'empreinte optique: étude comparative de la répétabilité intra-système.

Bibliographie

- Thèse de chirurgie dentaire. Université de Strasbourg ; 2016, 81p.
- 34.Y. BEDOUIN, M. HOUEE : TP Odontologie Biomatériaux : l'alginat ; 2010 Université de Renne 1. [En ligne] https://ecm.univ-rennes1.fr/nuxeo/site/esupversions/3ac64315-4eb8-4f45-896a-609cc89a52b5/html/tp2/presentation_materiau.html consulté le 03 mars 2017.

Index des figures

→ Figure 1: Snow White Impression de Kerr®

Image du catalogue dental achat.

→ Figure 2: Alginate de classe A ALGINoplast®

Image du catalogue DT-Shop.

→ Figure 3: Alginate de classe B Empraginate EF Dentoria®

Image du catalogue Promodentaire.

→ Figure 4: Silicone par addition Virtual Ivoclar®

Image du catalogue Dental World.

→ Figure 5: Permadyne orange et bleu 3M ESPE®

Image du catalogue B2B Dental (bleu) et GACD (orange).

→ Figure 6: Mélange de Snow White dans un bol à alginate avec une spatule à alginate

Contribution personnelle Deschamps Adrien

→ Figure 7: Vibreur à plâtre type MESTRA®

Image du catalogue Massilia dental.

→ Figure 8: Doseur d'eau

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

→ Figure 9: Balance de précision

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

→ Figure 10: Malaxeur à alginate

Image du catalogue Dental Prive.

→ Figure 11: Empreinte alginate en un temps

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

→ Figure 12: Schéma du palais en vue inférieure

George Le Breton, Traité de sémiologie et clinique odonto-stomatologique.

→ Figure 13: Schéma de la mandibule en vue supérieure

George Le Breton, Traité de sémiologie et clinique odonto-stomatologique.

→ Figure 14: Porte-empreinte individuelle mandibulaire complet

Image provenant de Odontologie TP de Université Numérique Francophone des Sciences de la Santé et du Sport (unsof), porte-empreinte individuel mandibulaire.

Index des figures

→ Figure 15: Porte-empreinte individuelle maxillaire complet

Image provenant de Odontologie TP de Université Numérique Francophone des Sciences de la Santé et du Sport (unsof), porte-empreinte individuel maxillaires.

→ Figure 16: Principe du microscope confocal

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

→ Figure 17: Schéma de la technique de la triangulation active

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

→ Figure 18: Les trois étapes de la numérisation; a: Objet de départ, b: Codage de l'information concernant l'objet étudié, c: Objet numérisé

Image provenant de l'Unité Régional à l'Information Scientifique et Technique (URFIST) Paris 2000-2005

→ Figure 19: Unité d'acquisition

Image du catalogue Core3dCentre.

→ Figure 20: Vue supérieure d'un maxillaire édenté total capturée par TRIOS

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

→ Figure 21: Utilisation de la caméra optique TRIOS de Lyra® pour une empreinte maxillaire

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

→ Figure 22: OptraGate de Ivoclar Vivadent

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

→ Figure 23: Écarteur OptraGate® chez un patient

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

→ Figure 24: Porte-empreinte CERPAC®

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

→ Figure 25: Porte-empreinte Accu-Tray® perforé

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

→ Figure 26: Imetric D104i

Image provenant du site officiel de Imetric

→ Figure 27: Compresse stérile à usage unique

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

→ Figure 28: Feutre dermographie chirurgical

Image tirée du catalogue Purenail cosmetics

- Figure 29: Schéma du découpage du chemin de scannage en 5 zones du maxillaire édenté

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 30: Alignement manuel point par point Geomagic Control X

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 31: Alignement par «Best Fit» Geomagic Control X

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 32: Découpage des images 3D Geomagic Control X

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 33: Modèle théorique d'édenté total maxillaire Courtoisie Dr Etienne WALTMANN

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 34: Tableau des résultats de la pré-étude entre la caméra optique et le scannage direct du MT pour les seuils de tolérances de 50 μ m et de 25 μ m

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 35: Schéma du pourcentage de similarité entre le scan direct MT et le scan Lyra MT à 25 μ m

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 36: Tableau des résultats de la pré-étude entre la caméra optique et le scannage du modèle en plâtre du MT pour les seuils de tolérances de 50 μ m et de 25 μ m

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 37: Schéma du pourcentage de similarité entre le scan du modèle en plâtre MT et le scan Lyra à 25 μ m

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 38: Tableau des résultats pour le seuil de tolérance de 25 μ m

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 39: Analyse statistique descriptive de la tolérance de 25 μ m

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 40: Moyennes des différences entre les empreintes optiques et physiques pour 25 μ m

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 41: Pourcentage des valeurs sous et au-dessus du seuil de tolérance de 25µm

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 42: Schéma du pourcentage de similarité entre les scans des modèles en plâtre et les scans Lyra à 25µm

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 43: Tableau du temps d'acquisition et du nombre d'images pour chaque empreinte optique

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 44: Analyse statistique descriptive du temps d'acquisition et du nombre de clichés par empreinte optique

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 45: Temps par empreinte optique en secondes

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 46: Nombre de clichés par empreinte optique

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 47: Tableau des résultats pour le seuil de tolérance de 25µm

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 48: Analyse statistique descriptive de la tolérance de 25µm pour les empreintes optiques avec et sans marquage

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 49: Moyennes des différences entre les deux empreintes optiques pour 25µm

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 50: Pourcentage des valeurs sous et au-dessus du seuil de tolérance de 25µm pour les deux empreintes optiques

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 51: Schéma du pourcentage de similarité entre les scans Lyra avec et sans marquage

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 52: Tableau du temps d'acquisition et du nombre d'images pour chaque empreinte optique avec et sans marquage

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 53: Analyse statistique descriptive pour les empreintes optiques avec marquage

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 54: Temps par empreinte optique avec marquage en secondes

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 55: Nombre de clichés par empreinte optique avec marquage

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 56: Analyse statistique descriptive pour les empreintes optiques sans marquage

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 57: Temps par empreinte optique sans marquage en seconde

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 58: Nombre de clichés par empreinte optique sans marquage

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 59: Durée éprouvée par le patient pour les empreintes en alginate

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 60: Ressenti global des patients pour l'empreinte en alginate

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 61: Ressenti global des patients pour l'empreinte optique

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 62: Durée éprouvée par les patients pour les empreintes optiques

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

- Figure 63: Choix du type d'empreinte par les patients

Contribution personnelle Deschamps Adrien.

Annexes

Annexe 1. Consentement éclairé remis aux patients avant toute participation à l'étude clinique.

Consentement éclairé dans le cadre d'une étude non interventionnelle

L'empreinte optique des tissus mous : évaluation des méthodes actuelles

I Information essentielle à votre décision de participer

Introduction

Vous êtes invité à participer à une étude clinique interventionnelle non invasive.

Nous vous demandons simplement de pouvoir réaliser des prises d'empreinte dentaire de deux façons différentes et de pouvoir comparer leur fiabilité et les traiter statistiquement à des fins de recherche.

Aucune procédure supplémentaire de diagnostic ou de surveillance ne vous sera proposée.

Avant que vous n'acceptiez de participer à cette étude, nous vous invitons à prendre connaissance de ses implications en termes d'organisation, avantages et risques éventuels, afin que vous puissiez prendre une décision en toute connaissance de cause. Ceci s'appelle donner un « consentement éclairé ».

Veillez lire attentivement ces quelques pages d'information et poser toutes les questions que vous souhaitez à l'investigateur ou à la personne qui le représente.

Ce document comprend 3 parties : l'information essentielle à votre prise de décision, votre consentement écrit et des informations complémentaires (annexes) qui détaillent certaines parties de l'information de base.

Si vous participez à cette étude, vous devez savoir que :

Cette étude clinique est mise en œuvre après évaluation par un / plusieurs comité(s) d'éthique.

Votre participation est volontaire et doit rester libre de toute contrainte. Elle nécessite la signature d'un document exprimant votre consentement. Même après l'avoir signé, vous pouvez arrêter de participer en informant l'investigateur.

Les données recueillies à cette occasion sont confidentielles et votre anonymat est garanti lors de la publication des résultats.

Objectifs et déroulement de l'étude

Cette étude clinique est organisée pour comparer la fiabilité des techniques d'empreinte optique par rapport aux techniques d'empreinte, dites conventionnelles, avec utilisation d'un matériau de prise d'empreinte dans le cas d'un édentement complet ou partiel en denture définitive. Cette étude clinique devrait inclure 30 patients.

Pour pouvoir participer à l'étude vous devez présenter une perte dentaire, quel qu'en soit la cause, d'au moins 3 dents contiguës en denture définitive dont l'espace résiduel pourrait permettre une réhabilitation prothétique amovible.

Votre participation à l'étude durera le temps d'une seule consultation durant laquelle le dentiste présent réalisera une empreinte classique et optique sur une ou deux arcades dentaires.

Description des risques et bénéfices

Comme mentionné plus haut, ni le traitement qui vous a été proposé, ni les procédures de diagnostic et de surveillance de votre situation clinique ne sortent de la bonne pratique médicale. Aucun risque, en termes de santé, ne peut être lié à votre participation à cette étude.

De même, vous ne devez pas vous attendre à des bénéfices personnels du fait de votre participation à l'étude. Sachez seulement que votre participation nous permettra de mieux appréhender la précision des empreintes optique au niveau des tissus mous présents dans la cavité buccale.

Retrait de consentement

Votre participation est volontaire et vous avez le droit de retirer votre consentement à participer à l'étude pour quelque raison que ce soit, sans devoir vous justifier.

Si vous retirez votre consentement à l'étude, afin de garantir la validité de la recherche, les données codées jusqu'au moment de votre interruption seront conservées. Aucune nouvelle donnée ne pourra être transmise au promoteur.

Si vous participez à cette recherche, nous vous demandons :

De collaborer pleinement au bon déroulement de cette recherche.

De ne rien masquer comme information au sujet de votre état de santé, de médicaments que vous prenez ou de symptômes que vous ressentez.

L'empreinte optique des tissus mous : évaluation des méthodes actuelles

II Consentement éclairé

Participant

Je déclare que j'ai été informé sur la nature de l'étude, son but, sa durée, les effets secondaires éventuels et ce que l'on attend de moi. J'ai pris connaissance du document d'information et des annexes à ce document.

J'ai eu suffisamment de temps pour y réfléchir et en parler avec une personne de mon choix (médecin généraliste, parent).

J'ai eu l'occasion de poser toutes les questions qui me sont venues à l'esprit et j'ai obtenu une réponse favorable à mes questions.

J'ai compris que des données me concernant seront récoltées pendant toute ma participation à cette étude et que le médecin investigateur et le promoteur de l'étude se portent garant de la confidentialité de ces données.

Je consens au traitement de mes données personnelles selon les modalités décrites dans la rubrique traitant de garanties de confidentialité.

J'accepte / n'accepte pas (biffer la mention inutile) que les données de recherche récoltées pour les objectifs de la présente étude puissent être traitées ultérieurement pour autant que ce traitement soit limité au contexte de la présente étude ;

J'ai reçu une copie de l'information au participant et du consentement éclairé.

Nom, prénom, date et signature du volontaire.

Témoin / Interprète (si nécessaire)

J'ai été présent durant l'entièreté du processus d'information au patient et je confirme que l'information sur les objectifs et procédures de l'étude a été fournie de manière adéquate, que le participant (ou son représentant légal) a apparemment compris l'étude et que le consentement à participer à l'étude a été donné librement.

Nom, prénom et qualification du témoin / interprète :

Date et signature du témoin / interprète.

Dentiste Investigateur

Je soussigné, Deschamps Adrien dentiste investigateur confirme avoir fourni oralement les informations nécessaires sur l'étude et avoir fourni un exemplaire du document d'information au participant.

Je confirme qu'aucune pression n'a été exercée pour que le patient accepte de participer à l'étude et que je suis prêt à répondre à toutes les questions supplémentaires, le cas échéant.

Je confirme travailler en accord avec les principes éthiques énoncés dans la « Déclaration d'Helsinki », dans les « Bonnes pratiques Cliniques », relative aux expérimentations sur la personne humaine.

Nom, prénom, Date et signature
Nom, Prénom, Date et signature

du représentant de l'investigateur du dentiste investigateur

L'empreinte optique des tissus mous : évaluation des méthodes actuelles

III Informations complémentaires

1 : Complément d'informations sur la protection et les droits du participant à une étude clinique

Participation volontaire

Avant de signer, n'hésitez pas à poser toutes les questions que vous jugez utiles. Prenez le temps d'en parler à une personne de confiance si vous le souhaitez.

Votre participation à l'étude est volontaire et doit rester libre de toute contrainte: ceci signifie que vous avez le droit de ne pas y participer ou de vous retirer sans justification même si vous aviez accepté préalablement d'y participer. Votre décision ne modifiera en rien vos relations avec le médecin investigateur et la qualité de votre prise en charge thérapeutique future.

Si vous acceptez de participer à cette étude, vous signerez le formulaire de consentement éclairé. L'investigateur signera également ce formulaire et confirmera ainsi qu'il vous a fourni les informations nécessaires sur l'étude. Vous recevrez l'exemplaire qui vous est destiné.

Garantie de confidentialité

Votre participation à l'étude signifie que vous acceptez que le dentiste investigateur recueille des données vous concernant et que le promoteur de l'étude les utilise dans un objectif de recherche et dans le cadre de publications scientifiques et médicales.

Vous avez le droit de demander au dentiste investigateur quelles sont les données collectées à votre sujet et quelle est leur utilité dans le cadre de l'étude. Ces données

concernent votre situation clinique actuelle. Vous disposez d'un droit de regard sur ces données et le droit d'y apporter des rectifications au cas où elles seraient incorrectes. Le dentiste investigateur a un devoir de confidentialité vis à vis des données collectées.

Ceci veut dire qu'il s'engage non seulement à ne jamais divulguer votre nom dans le cadre d'une publication ou d'une conférence mais aussi qu'il codera vos données avant de les transmettre au gestionnaire de la base des données collectées.

Le dentiste investigateur et son équipe seront donc les seuls à pouvoir faire le lien entre les données transmises et votre dossier médical pendant toute la durée de l'étude.

Les données personnelles transmises ne contiendront pas d'association d'éléments qui puissent permettre de malgré tout vous identifier.

Pour le gestionnaire des données de recherche désigné par le promoteur, les données transmises ne permettent pas de vous identifier. Ce dernier est responsable de la collecte des données recueillies par tous les investigateurs participant à la recherche, de leur traitement et de leur protection en conformité avec les impératifs de la loi française relative à la protection de la vie privée.

Pour vérifier la qualité de l'étude, il est possible que votre dossier médical soit examiné par des tiers (comité d'éthique, représentants du promoteur de l'étude, auditeurs externes). En tout état de cause, cela ne pourrait se faire que sous la responsabilité du dentiste investigateur ou d'un de ses collaborateurs et par des personnes soumises à l'obligation du secret professionnel.

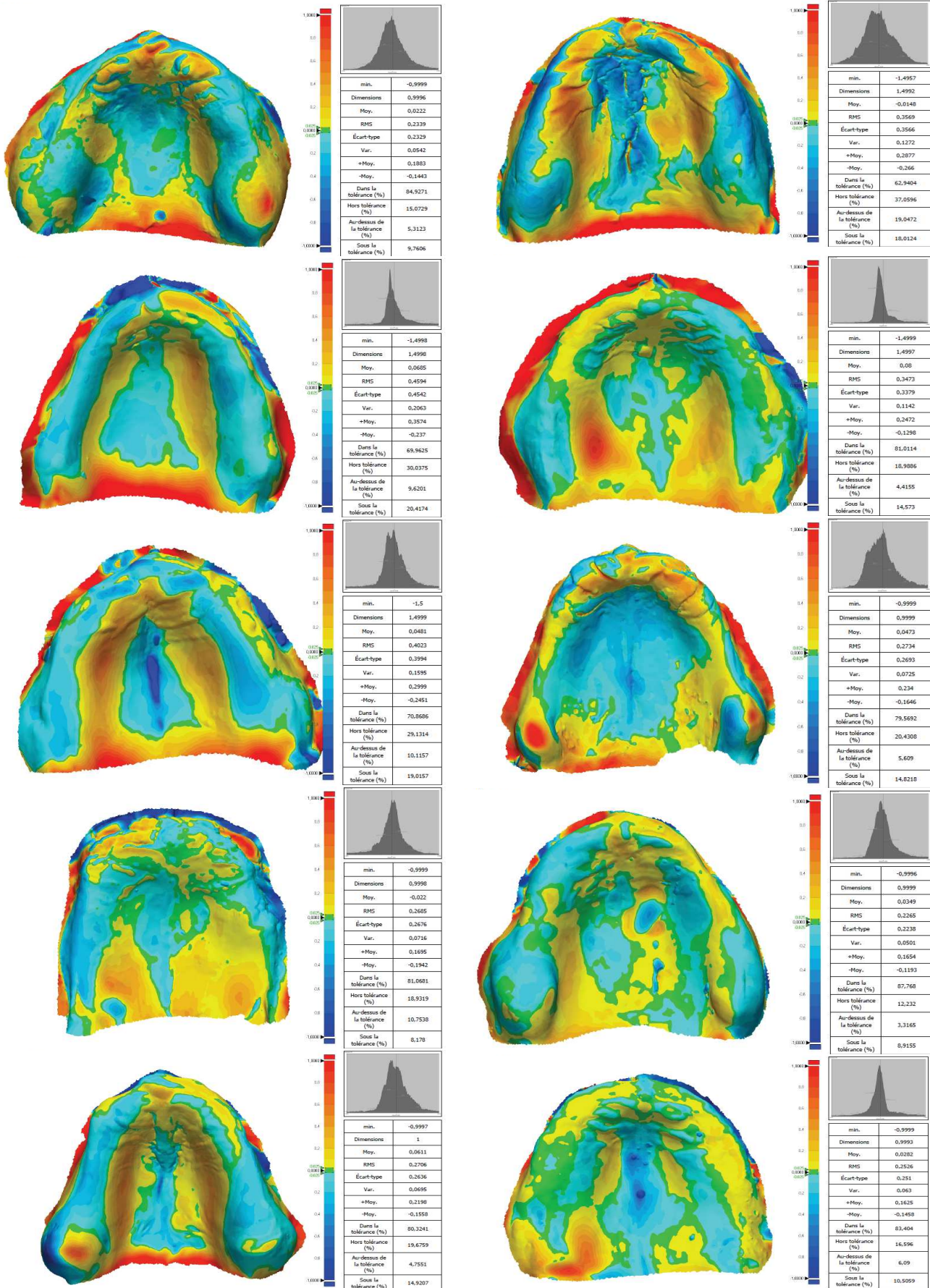
Ces données (codées) pourront être transmises aux autorités réglementaires française, aux comités d'éthique concernés, à d'autres dentistes et/ou à des organismes travaillant en collaboration avec le promoteur.

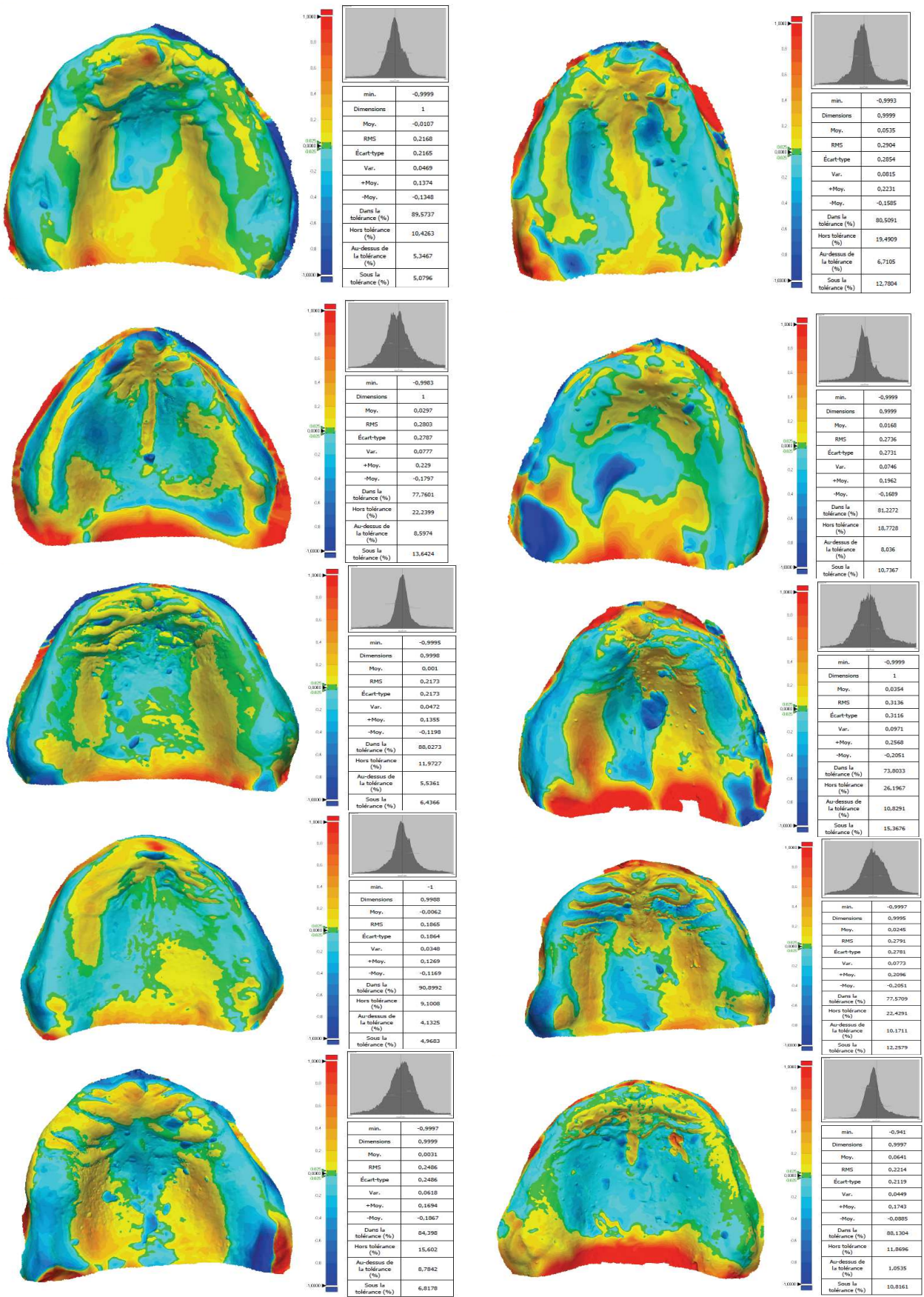
Votre consentement à participer à cette étude implique donc aussi votre consentement à l'utilisation de vos données médicales codées aux fins décrites dans ce document d'information et à leur transmission aux personnes et/ou instances susmentionnées.

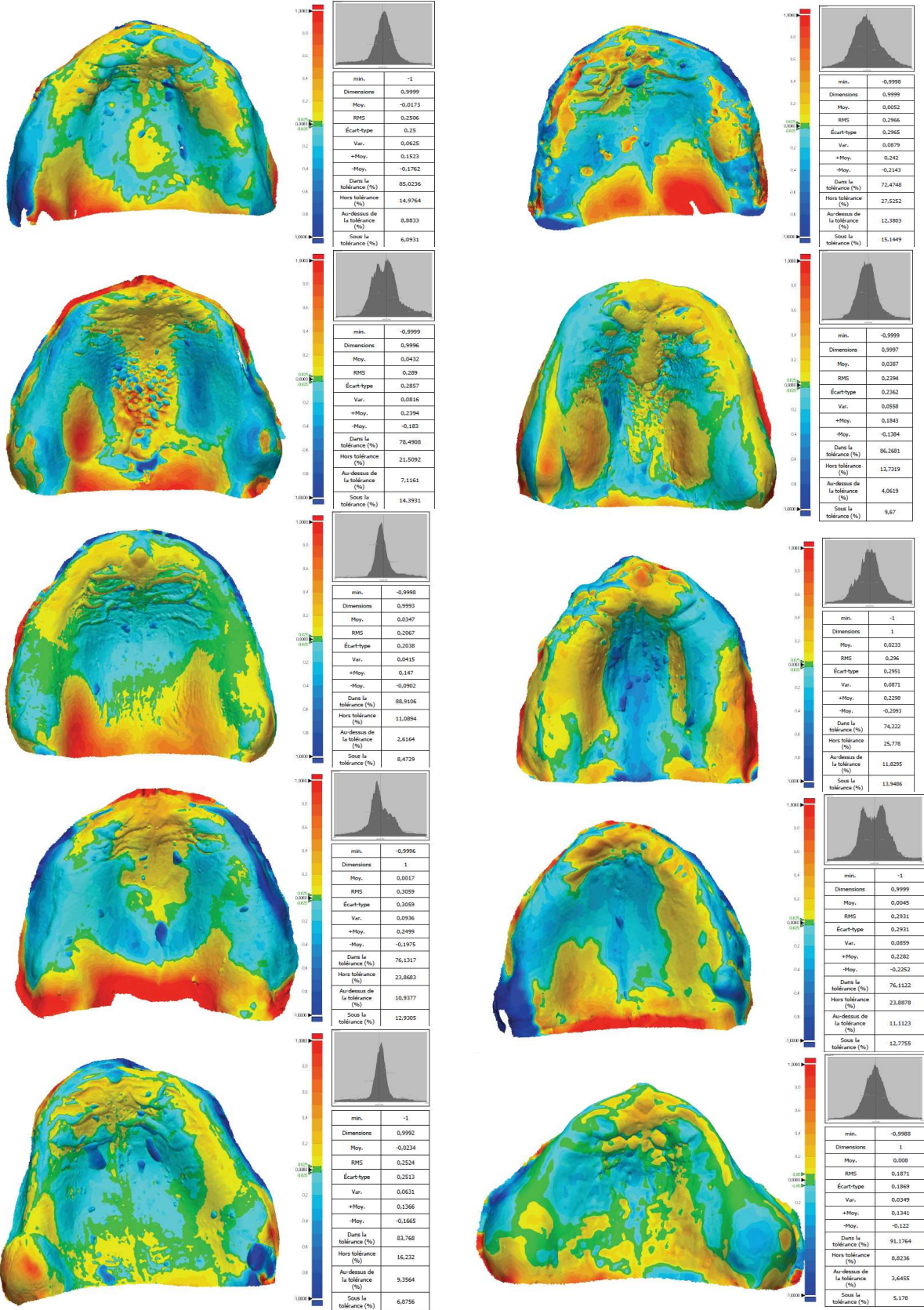
Le promoteur s'engage à utiliser les données collectées uniquement dans le cadre de l'étude à laquelle vous participez.

Si vous retirez votre consentement à participer à l'étude, afin de garantir la validité de la recherche, les données codées jusqu'au moment de votre interruption seront conservées. Aucune nouvelle donnée ne pourra être transmise au promoteur.

Annexe 2. Schéma du pourcentage de similarité entre les scans des modèles en plâtre et les scans Lyra à 25µm pour les 30 patients de cette étude.







Annexe 3. Questionnaire de satisfaction dans le cadre de l'étude réalisée

Questionnaire de satisfaction dans le cadre de l'étude à laquelle vous venez de participer :

L'empreinte optique des tissus mous : évaluation des méthodes actuelles

Nous aimerions savoir ce que vous ressentez sur les techniques d'empreintes que vous venez d'essayer dans le cadre de notre étude. Vos réponses nous permettront d'évaluer votre ressenti par rapport à la prise d'empreinte dentaire. Toutes les réponses demeureront confidentielles et anonymes. Je vous remercie pour votre temps.

Informations générales

1. Âge

- 18-30
- 31-45
- 46-60
- 60-+

2. Sexe

- Masculin
- Féminin

Empreintes Alginate (pâte rose)

3. A-t-on déjà réalisé sur vous des empreintes alginate (pâte rose mise en bouche)?

- Oui
- Non

4. Qu'avez-vous ressenti lors de cette empreinte ?

- Rien, pas de problème particulier
- Un peu d'appréhension
- Peu agréable mais supportable
- Dégoût
- Nausée
- Suffocation
- Peur
- Autre : _____

5. Avez-vous trouvé cette empreinte :

- D'une durée acceptable
- Trop longue

- Courte

6. D'une façon générale que pensez-vous de ce type d'empreinte ?

Empreintes Optiques

7. A-t-on déjà réalisé sur vous des empreintes optiques ?

- Oui
- Non

8. Qu'avez-vous ressenti lors de cette empreinte ?

- Rien, pas de problème particulier
- Un peu d'appréhension
- Peu agréable mais supportable
- Dégoût
- Nausée
- Suffocation
- Peur
- Autre : _____

9. Avez-vous trouvé cette empreinte?

- D'une durée acceptable
- Trop longue
- Courte

10. D'une façon générale que pensez-vous de ce type d'empreinte ?

Comparaison des deux types d'empreintes.

11. Si vous pouviez choisir l'une de ces deux empreintes pour la réalisation de votre prothèse amovible. Quel serait votre choix ?

- Empreinte Alginate
- Empreinte Optique

12. Avez-vous des remarques d'ordre général sur l'une ou les deux type d'empreintes ?

Annexe 4. Questionnaire de satisfaction dans le cadre de l'étude réalisée avec la synthèse des réponses

Questionnaire de satisfaction dans le cadre de l'étude à laquelle vous venez de participer: N=21 avis de patients

L'empreinte optique des tissus mous : évaluation des méthodes actuelles

Nous aimerions savoir ce que vous ressentez sur les techniques d'empreintes que vous venez d'essayer dans le cadre de notre étude. Vos réponses nous permettront d'évaluer votre ressenti par rapport à la prise d'empreinte dentaire. Toutes les réponses demeureront confidentielles et anonymes. Je vous remercie pour votre temps.

Informations générales

1. Âge

- 18-30 **4%**
- 31-45 **10%**
- 46-60 **10%**
- 60-+ **76%**

2. Sexe

- Masculin **52%**
- Féminin **48%**

Empreintes Alginate (pâte rose)

3. A-t-on déjà réalisé sur vous des empreintes alginate (pâte rose mise en bouche)?

- Oui **100%**
- Non **0%**

4. Qu'avez-vous ressenti lors de cette empreinte?

N=26 réponses

- Rien, pas de problème particulier **35%**
- Un peu d'appréhension **8%**
- Peu agréable mais supportable **31%**
- Dégoût **0%**
- Nausée **11%**
- Suffocation **4%**
- Peur **11%**
- Autre: _____ **0%**

5. Avez-vous trouvé cette empreinte:

- D'une durée acceptable **90%**
- Trop longue **5%**

- Courte **5%**

6. D'une façon générale que pensez-vous de ce type d'empreinte?

Positif: 24% (supportable x 3, utile, intéressant)
Sans commentaire: 71%
Négatif: 5% (pas agréable)

Empreintes Optiques

7. A-t-on déjà réalisé sur vous des empreintes optiques?

- Oui **100%**
- Non **0%**

8. Qu'avez-vous ressenti lors de cette empreinte? **N=23 réponses**

- Rien, pas de problème particulier **70%**
- Un peu d'appréhension **9%**
- Peu agréable mais supportable **21%**
- Dégoût **0%**
- Nausée **0%**
- Suffocation **0%**
- Peur **0%**
- Autre: _____ **0%**

9. Avez-vous trouvé cette empreinte?

- D'une durée acceptable **85%**
- Trop longue **5%**
- Courte **10%**

10. D'une façon générale que pensez-vous de ce type d'empreinte? **N=22 réponses**

Positif: 32% (rapide, utile, précis, agréable x 3, supportable, intéressant)
Sans commentaire: 64%
Négatif: 4% (bruit)

Comparaison des deux types d'empreintes.

11. Si vous pouviez choisir l'une de ces deux empreintes pour la réalisation de votre prothèse amovible. Quel serait votre choix?

- Empreinte Alginate **24%**
- Empreinte Optique **76%**

12. Avez-vous des remarques d'ordre général sur l'une ou les deux type d'empreintes?

Alginate
Positif: 5% (habitude)
Négatif: 0%

Optique
Positif: 33% (rapide x 2, agréable
Sans commentaire 54% x 4, court, précis)
Négatif: 8% (différent, étrange)

DESCHAMPS Adrien – Étude comparée de l’empreinte primaire chez l’édenté total obtenue par technique conventionnelle ou optique.

(Thèse : 3ème cycle Sci. odontol. : Strasbourg : 2017 ; N°57)

N°43.22.74.57

Résumé :

Depuis plusieurs décennies, la dentisterie moderne fait de plus en plus appel aux technologies optiques, notamment en prothèse fixée. Pourtant, le recours à l’optique reste faible en prothèse amovible. Ce travail, basé sur une étude clinique, a pour but de comparer la précision entre les empreintes optiques avec marquage muqueux et les empreintes physico-chimiques en alginate pour des empreintes primaires chez l’édenté complet maxillaire. Les résultats ont montré que les surfaces scannées en 3D sont similaire à 80,88% pour une tolérance de 25µm. La différence de 19,12% pouvant s’expliquer par la compressibilité de l’alginate alors que l’optique n’en a aucune. Une étude menée en parallèle tend à montrer que les empreintes optiques avec et sans marquage muqueux sont similaire à 89,31% pour une tolérance de 25µm. Des données secondaires démontrent que les empreintes optiques sont également plus rapide à enregistrer que les empreintes physico-chimiques en alginate, 5 minutes avec l’optique contre 6 minutes avec l’alginate. Au final, l’empreinte optique représente une alternative tout à fait acceptable aux empreintes physico-chimiques en alginate.

Rubrique de classement : Odontologie

Mots clés : Technique de prise d’empreinte

Essai clinique

Maxillaire supérieur

Me SH : Dental Impression Technique, Dentistry

Clinical Trial, Clinical Study

Maxilla, Anatomy

Jury :

Président : Professeur CLAUSS François

Assesseurs : Docteur WALTMANN Etienne

Docteur PILAVYAN Elise

Docteur ETIENNE Olivier

Docteur EHLINGER Claire

Coordonnées de l’auteur :

Adresse postal :

A. DESCHAMPS

51 Grand'Rue

67000 STRASBOURG

adresse de messagerie: deschamps.adrien@orange.fr

Strasbourg	DESCHAMPS A.	Étude comparée de l'empreinte optique chez l'édentié total obtenue par technique conventionnelle ou optique	2017
------------	--------------	---	------