

UNIVERSITÉ DE LILLE
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2019

N°:

THÈSE POUR LE
DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le 11 JUIN 2019

Par Tatiana CRETIN-MAITENAZ

Née le 22 Septembre 1994 à Saint-Raphaël en France

La Prothèse Amovible Complète maxillaire et le PolyÉther Éther Cétone
(PEEK)

JURY

Président :

Professeur Pascal BEHIN

Assesseurs :

Docteur Claude LEFEVRE

Docteur Thierry DELCAMBRE

Docteur Thomas DENNEULIN

Présentation de la Faculté Dentaire et de l'Université de Lille

Liste des enseignants

Président de l'Université : Pr J-C. CAMART

Directeur Général des Services de l'Université : P-M. ROBERT

Doyen : Pr E. DEVEAUX

Vice-Doyens : Dr E. BOCQUET, Dr L. NAWROCKI et Pr G. PENEL

Responsable des Services : S. NEDELEC

Responsable de la Scolarité : M. DROPSIT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

P. BEHIN :	Prothèses
T. COLARD :	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
E. DELCOURT-DEBRUYNE :	Professeur Émérite Parodontologie
E. DEVEAUX :	Dentisterie Restauratrice Endodontie Doyen de la Faculté
G. PENEL :	Responsable du Département de Biologie Orale

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale
P. BOITELLE	Prothèses
F. BOSCHIN	Responsable du Département de Parodontologie
E. BOCQUET	Responsable du Département d' Orthopédie Dento-Faciale
C. CATTEAU	Responsable du Département de Prévention, Épidémiologie, Économie de la santé, Odontologie Légale
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
C. DELFOSSE	Responsable du Département d' Odontologie Pédiatrique
F. DESCAMP	Prothèses
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
P. HILDELBERT	Responsable du Département de Dentisterie Restauratrice Endodontie
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
G. MAYER	Prothèses
L. NAWROCKI	Responsable du Département de Chirurgie Orale Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin du CHU de Lille

C. OLEJNIK	Biologie Orale
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
M. SAVIGNAT	Responsable du Département de Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
J. VANDOMME	Responsable du Département de Prothèses

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille 2 a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

Remerciements

Au Docteur Pascale Soen-Warembourg et au Docteur Michel Staumont,

Je vous remercie d'avoir cru en moi à un moment déterminant de ma vie et de m'avoir laissée la chance de faire ce métier. C'est un métier que j'adore et j'espère vous rendre fiers aujourd'hui par le biais de cette thèse. Je suis très reconnaissante et je ne vous remercierais jamais assez pour ce que vous avez fait pour moi. Je vous transmets toute ma gratitude et ma reconnaissance au travers de cette thèse.

Aux membres du jury,

Monsieur le Professeur Pascal BÉHIN

Professeur des Universités –Praticien Hospitalier des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Certificat d'Études Supérieures de Biomatériaux Dentaires (Paris V)

Certificat d'Études Supérieures de Prothèse Fixée (Paris V)

Docteur en Odontologie de l'Université Paris DESCARTES (Paris V)

Habilitation à Diriger des Recherches (Université de Lille)

Responsable Unité Fonctionnelle de Prothèses

Vous me faites l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse. Votre enseignement tout au long de mon cursus fut riche et appréciable. Votre écoute et vos conseils ont toujours été de précieux atouts. Ce travail est un gage de ma reconnaissance et de toute ma gratitude.

Docteur Claude Lefèvre

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2

Responsable des Relations avec l'Ordre et avec les Partenaires Industriels.

Je vous remercie d'avoir accepté d'être mon maître de thèse et d'avoir cru en moi toutes ces années. Je suis touchée par votre encadrement, vos encouragements et votre gentillesse. Je ne me voyais pas faire ma thèse avec un autre enseignant que vous. Je suis plus que ravie d'avoir été sélectionnée pour approfondir ma formation dans le domaine de la Prothèse Amovible Complète par le biais du Diplôme Universitaire que vous gérez, et de pouvoir continuer à apprendre à vos côtés. J'apprécie particulièrement vos enseignements. Un grand merci pour votre transmission de savoir et le temps que vous m'avez accordé. Soyez assuré de mon profond respect pour vous. J'espère que ce travail est à la hauteur de vos attentes et qu'il traduit le profond respect et l'admiration que j'ai pour vous.

Docteur Thierry Delcambre

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Diplôme d'Université d'Implantologie

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2

Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales

Certificat d'Etudes Supérieures de Prothèse Adjointe Partielle

Certificat d'Etudes Supérieures de Prothèse Adjointe Complète

Je tiens tout d'abord à vous remercier d'avoir accepté de faire parti de mon jury de thèse. J'en suis tout particulièrement honorée et je vous suis reconnaissante pour la spontanéité et l'enthousiasme avec lesquels vous avez accepté de suivre ce travail. Merci pour tout ce que vous m'avez appris et ce que vous allez encore m'apprendre. Vous êtes un puits de savoir dans le domaine de la Prothèse Amovible Complète et j'espère en retenir et en comprendre le maximum. Je suis adepte de vos conseils et je tâche de les mettre le plus souvent et le mieux possible en application. Soyez assuré de ma sincère gratitude pour la transmission de votre savoir, votre rigueur et votre passion tout au long de mon cursus universitaire.

Docteur Thomas Denneulin

Assistant Hospitalo-Universitaire des CSERD

Section Réhabilitation Orale

Département Prothèses

Docteur en Chirurgie Dentaire

Je suis honorée de te compter parmi les membres qui constituent mon jury de thèse. Ce fut un plaisir de croiser à nouveau ton chemin et de te voir accéder au corps enseignant cette année. Je te souhaite le meilleur dans les objectifs que tu t'es fixés d'enseigner dans ce domaine vaste et passionnant qu'est la chirurgie dentaire. Je pense pouvoir dire que nous avons cette passion en commun pour la Prothèse Amovible Complète. Suivre la formation de Diplôme Universitaire en Prothèse Amovible Complète cette année avec toi fut enrichissante. Apprendre en s'amusant est quelque chose qui t'es particulièrement singulier. Je ne peux te souhaiter que le meilleur pour la suite.

Monsieur Philippe Maillard et toute son équipe,

Mon patient de PAC et tous les étudiants qui m'ont aidé et assisté,

Monsieur Vincent Hurtrel,

Docteurs Pierre-Guillaume Degans et Elias Bittar,

A ma famille,

A mes proches,

Table des matières

I. Introduction.....	13
II. Rappels sur le PEEK.....	14
II. 1. Présentation.....	14
II. 2. Propriétés.....	16
II. 3. Différences entre PEEK et PEKK.....	20
II. 4. Indications du PEEK en dentisterie.....	22
II. 5. Actualités sur le PEEK pour son utilisation en Prothèse Amovible Complète. .	24
III. Rappels des étapes cliniques pour la réalisation d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire.....	26
IV. Indications, avantages et inconvénients des deux matériaux traditionnellement utilisés pour la confection de Prothèse Amovible Complète maxillaire.....	29
IV. 1. Indications, avantages et inconvénients de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine.....	29
IV. 2. Indications, avantages et inconvénients de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec une plaque palatine en Titane.....	32
V. Confection laboratoire d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine et de son alternative en PEEK : illustrée par un cas clinique.....	36
V. 1. Réalisation de la plaque palatine en PEEK.....	39
V. 2. Réalisation et essayage de la maquette en cire.....	57
V. 3. Mise en moufle et livraison de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK.....	65
V. 4. Difficultés rencontrées à chacune des étapes.....	82
V. 5. Avis des acteurs de la conception de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK.....	83
V. 6. Indications, avantages et inconvénients du PEEK.....	88
Cependant, il serait intéressant de réaliser quelques tests :	88
VI. Conclusion.....	89
Références bibliographiques.....	94

I. Introduction

La Prothèse Amovible Complète est souvent présentée comme complexe et difficile à appréhender.

De nombreux matériaux sont sur le marché pour la confection des prothèses amovibles. Chacun a son cahier des charges et ses indications. Le chirurgien dentiste est amené à utiliser de nouveaux matériaux suite à l'évolution de la recherche sur les biomatériaux. Il ne peut envisager la réaction du patient face à ces nouveaux matériaux et leurs interactions avec les méthodes et matériaux de conception traditionnellement utilisés à moyen et long termes.

Le PolyÉther Éther Cétone n'est pas un nouveau matériau. Il est utilisé depuis une quinzaine d'années en chirurgie orthopédique [1], mais n'est pas utilisé de façon fréquente pour la réalisation de prothèses dentaires. Il n'est pas fait mention de son utilisation pour la confection de Prothèse Amovible Complète.

Il sera envisagé la confection d'une plaque maxillaire en PolyÉther Éther Cétone. En effet, la plaque palatine en résine fait souvent l'objet d'une alternative en Titane pour raison de confort ou d'allergie.

Les objectifs de cette recherche sont d'étudier la complexité de mise en œuvre du PolyÉther Éther Cétone dans la confection d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire et d'évaluer, par le biais de différents acteurs, la possibilité d'étendre l'utilisation de ce matériau dans le domaine de la Prothèse Amovible Complète.

Des rappels sur le PolyÉther Éther Cétone seront présentés.

Puis, les différentes étapes cliniques nécessaires à la réalisation d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire seront transférées à la réalisation d'une prothèse utilisant une plaque palatine en PolyÉther Éther Cétone.

Les matériaux classiquement utilisés dans la confection d'une plaque palatine en résine et en Titane seront revus et appréciés vis-à-vis de l'utilisation du PolyÉther Éther Cétone.

Un cas clinique illustrera l'ensemble des informations énoncées dans les parties sus-citées.

II. Rappels sur le PEEK

II. 1. Présentation

Le PolyÉther Éther Cétone ou Polyether Ether Ketone en anglais (PEEK), est un polymère de la famille des PolyArylÉtherCétones (PEAK, avec K pour « ketone » en anglais).

D'un point de vue chimique, un polymère est une macromolécule, c'est-à-dire la répétition d'une ou plusieurs molécules. [2]

De plus, le PEEK est un matériau synthétique de couleur dent, mais il peut également être commercialisé de couleur rose. [3] Il constitue une classe de biomatériaux car il répond aux conditions suivantes :

- biocompatibilité avec la santé et le corps humain,
- non nocif, non toxique,
- stérilisable,
- soumis à des tests, normes, une réglementation particuliers.

Ce biomatériau est largement utilisé dans les dispositifs médicaux commercialisés actuellement. Il est retrouvé dans [4] :

- les instruments et équipements chirurgicaux : manche des instruments en dentisterie,
- les appareils de dialyse : le PEEK peut remplacer le propylène,
- les prothèses qui possèdent des pièces injectées en PEEK.

La famille des PAEK est formée de polymères thermoplastiques thermostables semi-cristallins à propriétés thermomécaniques élevées. [5] Dans cette famille, il est retrouvé principalement :

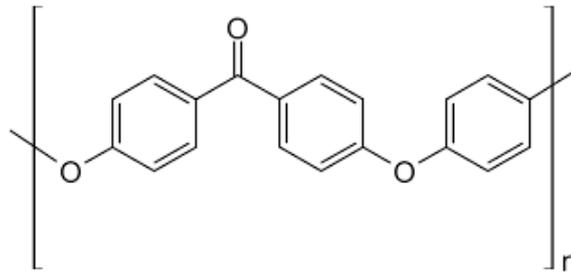
- le PolyÉther Éther Cétone (PEEK),
- le PolyÉther Cétone Cétone (PEKK),
- le PolyÉther Éther Cétone Cétone (PEEKK),
- le PolyÉther Cétone (PEK),
- le PolyÉther Cétone Éther Cétone Cétone (PEKEKK).

Le PEEK est donc un cétone thermoplastique polyaromatique semi-cristallin thermostable dont la formule chimique est $(-C_6H_4-O-C_6H_4-O-C_6H_4-CO-)_n$. [6]

Les polymères thermoplastiques sont constitués majoritairement de chaînes linéaires reliées entre elles par des forces de Van der Waals. C'est ce type de forces qui permet au polymère de ramollir voire fondre à une température comprise entre 80 et 225°C. [2]

Le monomère de base est constitué de 3 chaînes aromatiques très stables, composées de noyaux phénylène reliés entre eux par une molécule d'oxygène (-O-) ou un groupe carbonyle (C=O).

Ce monomère est soumis à la polymérisation, c'est-à-dire à sa répétition un nombre n de fois.



Monomère formant le PolyÉther Éther Cétone [3]

Comme dans tout polymère, il y a deux phases : une phase amorphe et une phase cristalline. La phase cristalline est en quantité variable selon le processus de fabrication du PEEK et donc de la température. [7]

Ce matériau biocompatible est déjà utilisé, renforcé par des fibres de carbone ou comme revêtement de pièces mécaniques non lubrifiées dans le domaine de l'aéronautique, le ferroviaire, le nucléaire, ainsi que pour des prothèses chirurgicales. Il est également utilisé en odontologie depuis plusieurs années. [8]

En outre, le PEEK est aussi retrouvé dans le domaine de l'orthopédie et dans la confection des technologies médicales. [9]

II. 2. Propriétés

Le PEEK est un matériau intéressant à intégrer dans certains domaines de la dentisterie au vu de ces propriétés particulières.

Ainsi, voici les principales propriétés de ce polymère [8] :

- Haute résistance mécanique,
- Rigidité,
- Dureté élevée,
- Résistance à l'usure et à la corrosion,
- Résistance à l'hydrolyse et à la fissuration,
- Aucune activité mutagène ou cytotoxique [10],
- Bioinerte [11],
- Haute conductivité thermique, avec une réponse rapide [4],
- Bonnes propriétés diélectriques et d'isolation électrique.

De plus, le PEEK comprend de nombreux avantages qui facilitent son commerce et son indication clinique [8] :

- Conforme à la FDA (Food and Drug Administration),
- Faible densité,
- Faible abrasion au contact des métaux « mous » (ex : aluminium),
- Résiste à de haute température (310°C) et basse température (-100°C),
- Résistance aux produits chimiques,
- Très bonne résistance aux rayonnements de haute énergie,
- Sensible aux UV, mais après 12 mois d'exposition extérieure ses propriétés sont très peu altérées, même s'il est alors conseillé de le mettre en peinture ou d'utiliser des grades colorés pour limiter l'abaissement de ses propriétés [4],
- Résiste aux rayonnements β , γ , X, ce qui encourage son utilisation dans des applications nucléaires [4],
- Faible coefficient de friction,
- Faible perméabilité,
- Très bonne stabilité dimensionnelle à haute température,
- Faible inflammabilité, peu de dégagement de fumée lors de la combustion et faible toxicité,
- Aptitude à la stérilisation,
- Autolubrification,
- Aucun rapport à ce jour d'hypersensibilité au PEEK,
- Insoluble dans l'eau et faible absorption.

Par ailleurs, certaines caractéristiques importent tout particulièrement en dentisterie [8] :

- Élasticité se situant entre celle de l'os spongieux et de la corticale [3]. Cette propriété est très utile en implantologie pour obtenir une parfaite harmonie entre l'implant et son environnement osseux et un certain mimétisme de celui-ci.
- Élasticité comparable à celle de la dentine. Ceci peut être important pour la réalisation de couronne dentaire.
- Bonnes propriétés de polissage.
- Faible affinité à la plaque dentaire.
- Matériau plus doux que le métal, donc plus confortable pour le patient.
- Pas de goût métallique comparé au titane ou au chrome-cobalt.
- De couleur blanche. [3]

- Aucune décoloration du PEEK rapportée jusqu'aujourd'hui, mais ternit avec le temps.
- Plus léger que le Titane.
- Radio transparent [11].

Cependant, son coût reste très élevé, plus de 100€ le kilogramme [4].

Certaines propriétés seront plus détaillées ci-après. (**Tableau n°1**).

Le PEEK a été testé en laboratoire sur des propriétés physiques, mécaniques, élastiques et thermiques. Les tests élaborés sont internationalement et scientifiquement reconnus. Les normes des diverses méthodes utilisées sont indiquées dans ce même tableau (**Tableau n°1**).

Il est notable que le PEEK a un point de fusion compris entre 343 et 355°C. La méthode utilisée est la Differential Scanning Calorimetry (DSC) ou calorimétrie différentielle à balayage. C'est une technique d'analyse thermique qui a pour but de mettre en évidence les transformations qui affectent la structure du polymère lors de variations de température (**Tableau n°1**).

La force de tension indique un point de rupture situé entre 80 et 150 MPa selon la norme ISO 527-1 (**Tableau n°1**). Le comportement en traction des éprouvettes est analysé par le biais de cette méthode normée. Sont ainsi déterminés la résistance en traction, le module d'élasticité en traction et d'autres aspects de la relation contrainte/déformation en traction dans les conditions définies. [12]

Lors de l'immersion du PEEK pendant 24h, l'absorption se fait à hauteur de 0,100 à 0,500% déterminée grâce à la méthode normée ISO 62 (**Tableau n°1**). Cette méthode permet de déterminer les propriétés d'absorption de l'humidité dans l'épaisseur de matériaux plastiques solides plats ou courbes. Le matériau est immergé pendant 96h dans l'eau à 23°C d'éprouvettes de volume constant : 50 mm de diamètre et 3 mm d'épaisseur. [13]

	Propriétés	Méthode	Unités	Spécification
Physiques	Gravité spécifique	ASTM D792	g/cm ³	1,300 6 1,320
	Absorption de l'eau	ISO 62 (24 heures d'immersion)	%	0,100 6 0,500
	Retrait linéaire d'un gabarit	---	cm/cm	---
Mécaniques	Allongement à la rupture	ISO 527-1	%	3-75
	Résistance de traction à la rupture	ISO 527-1	MPa	80-100
	Module de traction	ISO 527-1	MPa	2200-3500
	Résistance aux chocs Charpy	ISO 179/1 cA	KJ/m ²	Pas de fracture
	Dureté Shore	ASTM2240	Shore D	80-92
	Dureté Rockwell	---	Rockwell M	---
	Dureté de la balle	ISO 2039-1 N358	N/mm ²	90-140
Électriques	Résistivité en volume	IEC 60093	Ohm cm	10 ¹⁵
	Résistance superficielle	IEC 60093	Ohm	10 ¹⁴
	Force diélectrique	IEC 60243-1	KV/mm	25
	Permittivité relative	IEC60250	1MHz	2,8
Thermiques	Point de fusion	DSC	C°	343-355
	Capacité thermique spécifique	DSC	J/g	1,85-2,16
	Conductivité thermique	DSC	W/mK	0,24-0,26
	Température maximale de service, Air	Test interne	C°	+260/+310

Tableau n°1 : Réalisé par la société « Approflon », Janvier 2010, sur les propriétés du PEEK et les méthodes utilisées pour tester celles-ci

Traduit et reprit de la société « Approflon »

Le tableau (**Tableau n°2**) qui suit donne des informations sur la résistance à la traction et le Module d'Young. Plusieurs matériaux sont comparés à différents constituants d'une dent et à de l'os cortical.

Matériel	Résistance à la traction (MPa)	Module de Young (GPa)
PEEK	80	3-4
CFR-PEEK	120	18
OS cortical	104-121	14
PMMA	48-76	3-5
Dentine	104	15
Émail	47,5	40-83
Titane	954-976	102-110

*PEEK, PolyÉther Éther Cétone ;

*CFR-PEEK, PolyÉther Éther Cétone Renforcé par des Fibres de Carbone ;

*PMMA, PolyMethAcrylate de Méthyle.

Tableau n°2 : La résistance à la traction et les modules d'élasticité du PEEK, du CFR-PEEK, du PMMA et des tissus humains minéralisés. [3]

Traduit et reprit de Najeeb S., Zafar MS., Khurshid Z., Siddiqui F.

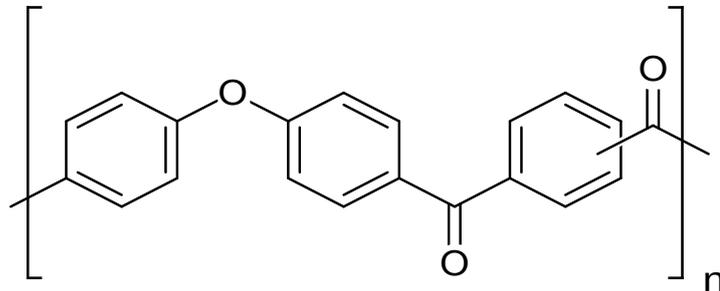
Ainsi, le PEEK renforcé par des fibres de carbone obtient des résultats qui se rapprochent un peu plus de ceux de la dentine. Il est donc préférable de réaliser des couronnes dentaires avec du PEEK renforcé par des fibres de carbone qu'en PEEK seul.

Il en est de même comparé à l'os cortical. C'est pour cette raison que le PEEK est intéressant à utiliser en implantologie, pour un meilleur biomimétisme.

II. 3. Différences entre PEEK et PEKK

En dentisterie, dans la famille des PEAK, deux polymères sont souvent cités : le PEEK et le PolyÉther Cétone Cétone, ou PEKK en anglais. Tous deux font donc partis de la même famille de polymères.

Le PEKK est un polymère thermoplastique thermostable semi-cristallin de la famille des PolyArylÉtherCétones qui possède des propriétés thermomécaniques importantes. [3]



Monomère du PolyÉther Cétone Cétone (PEKK)

De son appellation anglaise, le PolyEther Ketone Ketone (PEKK) est constitué de 3 molécules aromatiques, tout comme le PEEK, reliées entre elles par un groupe carbonyle ou une molécule d'oxygène.

La synthèse du PEKK se fait par substitution électrophile, comme pour tous les PolyArylÉtherCétones qui sont plus cétone qu'éther, alors que celle du PEEK se fait par substitution nucléophile. [4] Posséder une majorité de fonctions cétone a pour conséquence d'augmenter la polarité et également la rigidité de ces polymères. [5]

Selon le choix des monomères utilisés lors de la synthèse du PEKK, sa formulation peut être différente. Il peut être produit à partir de diphenyléther et de chlorure d'acide téréphtalique ou isophtalique. C'est pour cette raison qu'il en existe plusieurs grades dont les propriétés diffèrent. [5]

La différence entre PEEK et PEKK se fait dans le nombre de groupe carbonyle ou de molécule d'oxygène seule reliant deux chaînes aromatiques entre elles.

Dans le cas du PEKK, il y a deux chaînes aromatiques reliées par une molécule d'oxygène, puis deux autres chaînes aromatiques reliées par un groupe carbonyle qui se répète une autre fois.

Dans celui du PEEK, il n'y a qu'un seul groupe carbonyle et deux fois deux chaînes aromatiques reliées entre elles par une molécule d'oxygène seule.

En outre, la différence entre le PEKK et le PEEK tient notamment au fait que le PEEK est uniquement semi-cristallin alors que le PEKK est amorphe et semi-cristallin. Ces deux polymères sont principalement fabriqués par impression 3D.

Le principal problème rencontré est que lors de l'impression 3D, une partie de la masse cristallise, et l'ensemble du matériau se contracte en refroidissant. Ceci modifie non seulement sa densité mais également toutes ses propriétés, et notamment celles qui sont les plus intéressantes, ses propriétés mécaniques.

Il est possible de modeler le PEKK comme un matériau amorphe, puis le cristalliser, pour lui donner ses propriétés de résistance, par une cuisson secondaire. Sa fabrication est de ce fait plus complexe.

Cependant, la fabrication du PEEK est facilitée à celle du PEKK. [14] En effet, la possibilité de faire varier les propriétés physico-chimiques du PEKK est très intéressante, mais la difficulté de contrôler la cristallinité en fait un inconvénient majeur. [5]

Le PEKK était utilisé dans le domaine médical, mais aujourd'hui il est restreint aux domaines de l'aéronautique et de l'industrie pétrolière.

Ainsi, la production de ce matériau nécessite un procédé complexe et des investissements lourds.

II. 4. Indications du PEEK en dentisterie

Après avoir vu quelques rappels sur ce biomatériau et ses domaines d'utilisation, il est nécessaire de donner ses indications dans le domaine de l'odontologie.

Le PEEK est indiqué comme alternative à l'utilisation d'alliages dans la fabrication des prothèses dentaires conjointes ou adjointes, également les prothèses conjointes sur implants. Il est utilisé pour la confection des couronnes en verre céramique au silicate de Lithium en unitaires ou plurales. [15]

Tout d'abord, les alliages sont utilisés depuis de nombreuses années dans la confection des prothèses dentaires en raison de leurs propriétés mécaniques avec une haute résistance, une résistance à la corrosion, une résistance à l'usure et à leurs faibles coûts. En revanche, depuis leur utilisation croissante, des cas de réactions allergiques ont été recensés. Les alliages les plus couramment utilisés en dentisterie sont le Nickel, le Titane, le Chrome, le Cobalt, le Molybdène, le Palladium, l'Or, l'Argent. Tous peuvent provoquer, à une échelle plus ou moins grande, des réactions allergiques. [8]

De plus, le poids de ces différents alliages est plus conséquent que le PEEK. C'est parfois un inconvénient majeur pour les patients. Il est souvent énoncé également le goût que ces alliages peuvent induire en bouche. [9]

Finalement, le côté esthétique prime de plus en plus pour les patients. Certains refusent le moindre alliage qui pourrait être visible lors de l'élocution, d'autres souhaitent éviter tout galvanisme dû à la présence de différents alliages en bouche. [9]

Le PEEK est utilisé pour : [3]

- les implants dentaires et orthopédiques [11],
- les implants crâniens [11],
- les plaques d'ostéosynthèse [11],
- le remplacement osseux en chirurgie crânio-maxillo-faciale [11],
- les fils orthodontiques esthétiques,
- les couronnes dentaires en prothèses adjointe et conjointe,
- les obturateurs réalisés en prothèse maxillo-faciale [12],
- également dans les instruments nécessaires en dentisterie [4].

Pour tout patient allergique aux métaux et nécessitant d'une réhabilitation prothétique, quelle qu'elle soit, il est possible d'associer des métaux nobles au PEEK, pour augmenter la rigidité de la structure prothétique.

Associer le PEEK et des éléments nobles de rétention pourrait constituer une alternative viable au Titane. Cependant, actuellement on recense pour le Titane un faible taux de réaction allergique. C'est la raison pour laquelle le PEEK et le Titane sont associés dans certaines structures prothétiques. Ce sont tous deux des matériaux biocompatibles seuls mais également lorsqu'ils sont associés. [8]

Seules les rétentions mécaniques sont possibles avec le PEEK, aucune rétention chimique n'a encore été trouvée. Lorsque l'association du PEEK et du Titane est évoquée, celle-ci se fait par un revêtement du Titane par du PEEK. [16 ; 17] Le traitement du PEEK peut donc se faire soit par revêtement de surface soit par incorporation d'autres biomatériaux dans le PEEK lors de sa confection. [18] L'ajout de

ces autres biomatériaux permet de modifier certaines propriétés du PEEK.

Ainsi, en mélangeant le PEEK avec de l'hydroxyapatite ou en le recouvrant d'hydroxyapatite, il a été prouvé que celui-ci devient plus hydrophile et possède une bioactivité. [18]

Le PEEK a une conception de structure identique à celle des structures métalliques usuellement utilisées en dentisterie. Il pourrait donc facilement remplacer les éléments de rétention en téflon, utilisés en implantologie par exemple. [8]

II. 5. Actualités sur le PEEK pour son utilisation en Prothèse Amovible Complète

Pour le moment, le PEEK est utilisé dans plusieurs domaines énoncés précédemment, tels que la chirurgie orthopédique, l'orthodontie, l'implantologie. Il commence à faire ses débuts dans le domaine de la prothèse, notamment en prothèse fixée dans le cadre d'une couronne, ou en prothèse amovible comme pour la confection d'une prothèse obturatrice palatine. [19] Il est également retrouvé dans la confection d'une Prothèse Amovible Complète fixée sur implants.

Pour toutes ces utilisations, le PEEK est modifié pour jouer sur certaines de ses propriétés. On peut lui ajouter : [4]

- des fibres de verre
- des fibres de carbone
- des lubrifiants solides

Les deux premiers sont utilisés pour alléger la structure globale de l'objet confectionné. [5]

Les propriétés thermomécaniques du PEEK seul sont remarquables, mais lorsqu'il lui est ajouté des fibres de carbone elles deviennent alors exceptionnelles. L'ajout de fibres de carbone permet d'obtenir un matériau à fonction structurale. [5] Ces matériaux sont principalement destinés à résister, sans subir de déformation excessive et sans rompre, à des sollicitations mécaniques.

De plus, cet ajout n'entraîne aucune modification quant à la cytotoxicité du produit, que ce soit pour le matériau en tant que tel ou l'induction d'une cytotoxicité lors de sa fabrication. Il est aussi remarqué que cette adjonction de fibres de carbone au PEEK modifie l'état de surface du matériau en le rendant plus rugueux, et permet ainsi une meilleure ostéointégration du matériau. [11]

Un certain nombre de recherches sont encore en cours pour ce matériau. Il est tout de même important de souligner que celui-ci a un grand potentiel dans le domaine de l'ingénierie tissulaire et pourrait être appliqué dans les greffes osseuses. [11] Le PEEK renforcé par des fibres de carbone peut être utilisé en implantologie dentaire. [17]

Le PEEK renforcé par des fibres de verre est aussi utilisé dans le domaine de l'automobile. L'ajout de fibres de verre harmonise la taille des cristallites composant le matériau. [20] Dans le domaine médical, cette modification de structure permet une meilleure adhésion cellulaire et un meilleur ancrage. [21] Le PEEK renforcé par des fibres de verre peut être utilisé en implantologie dentaire. [17]

Le film de carbone de type graphite est souvent utilisé comme lubrifiant solide. Il sert de lubrifiant articulaire. Il augmente ainsi les performances tribologiques des dispositifs médicaux. [22]

Cependant aucune étude n'a été retrouvée concernant la confection d'une Prothèse Amovible Complète (PAC) maxillaire et/ou mandibulaire en PEEK. [3]

Le PEEK est actuellement en pleine expansion (*Illustration n°1*).

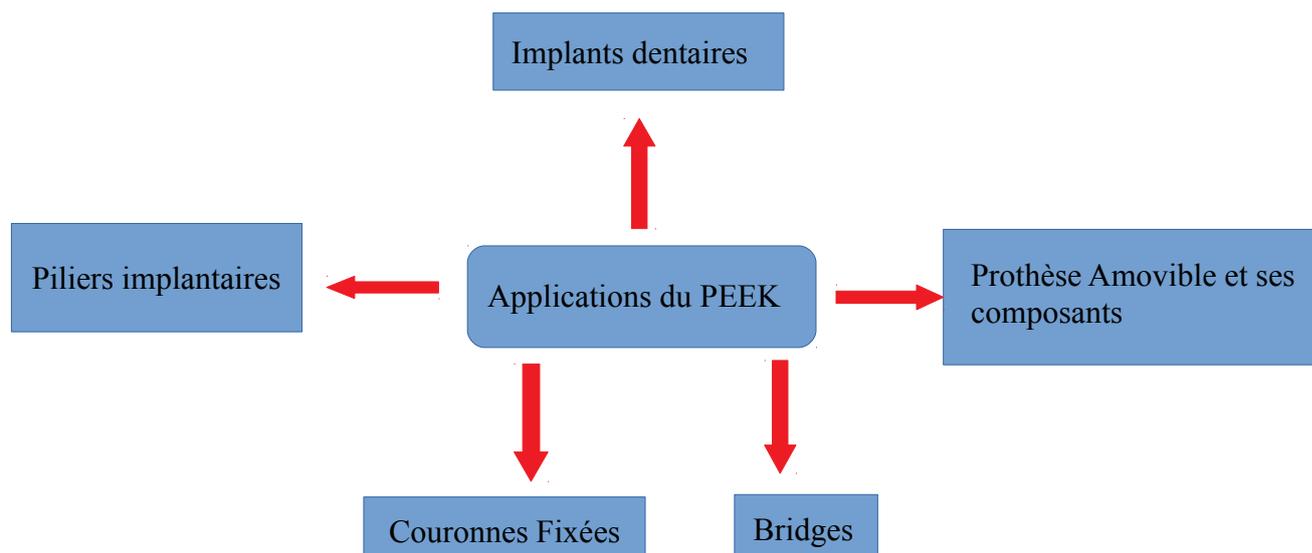


Illustration n°1 : Les perspectives du PEEK dans le domaine de la dentisterie clinique [3]

Traduit et reprit de Najeeb S., Zafar MS., Khurshid Z., Siddiqui F.

Les prothèses en PEEK s'orientent de plus en plus vers un système de conception et de fabrication assistées par ordinateur (CFAO). [3] Ceci s'explique particulièrement par la commercialisation du PEEK sous forme de palet. Cette forme permet ainsi son usinage.

III. Rappels des étapes cliniques pour la réalisation d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire

La réalisation d'une Prothèse Amovible Complète nécessite des étapes cliniques et des étapes de laboratoire. Toutes ces étapes sont interdépendantes.

Le schéma récapitule la prise en charge d'un patient pour la réalisation d'une Prothèse Amovible Complète, ainsi que les étapes de laboratoire pour celle-ci (*Illustration n°2*).

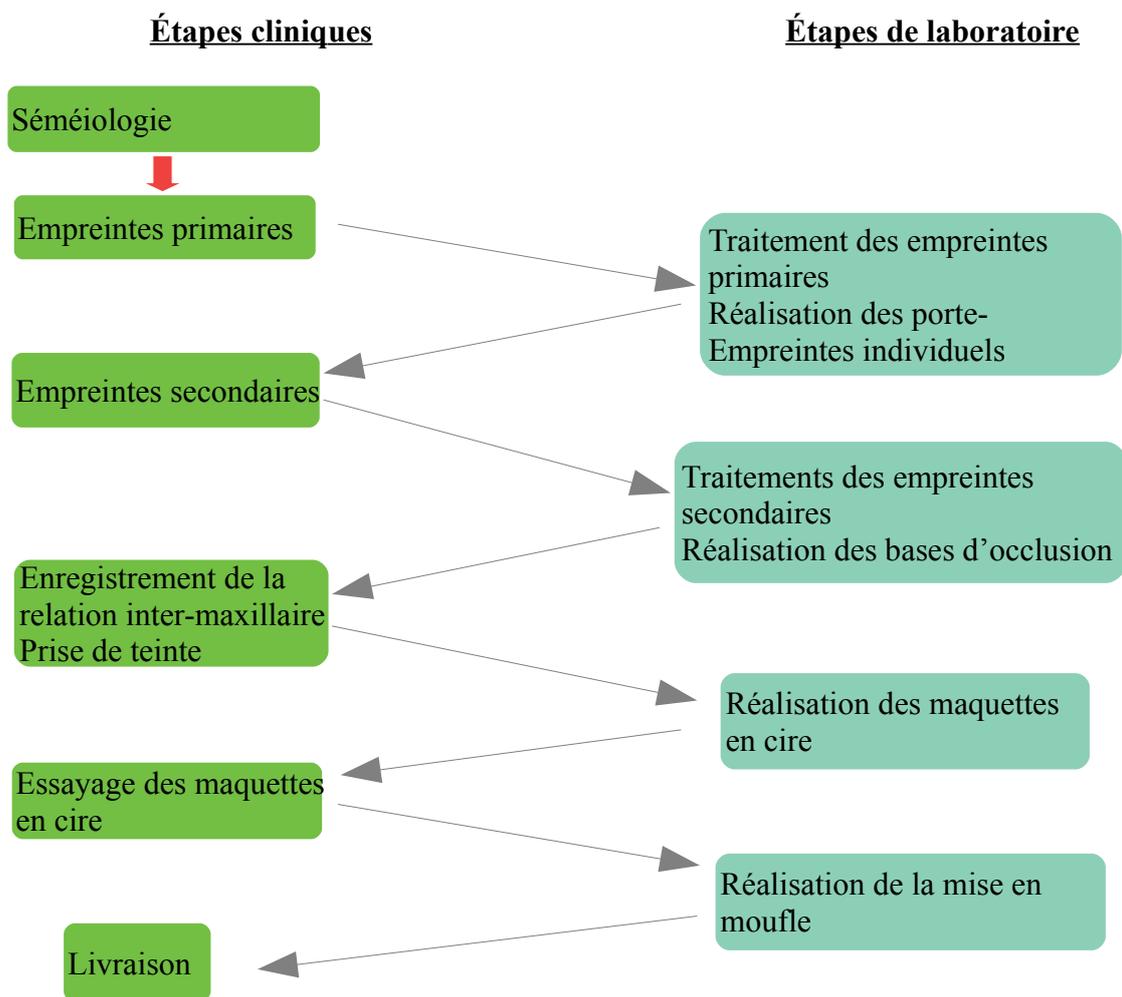


Illustration n°2 : Les différentes étapes cliniques et de laboratoire nécessaires à la confection d'une Prothèse Amovible Complète

Schéma personnel

- **Empreinte primaire**

L'empreinte primaire est la première des étapes cliniques. Elle est essentielle et doit être la plus fidèle possible à l'anatomie buccale du patient, enregistrant les surfaces d'appui de la future prothèse. Celle-ci est dite « muco-statique » car réalisée à l'état de repos, avec la coopération du patient.

Après la réalisation de cette empreinte, il est nécessaire de traiter l'empreinte et de la couler. Le modèle primaire obtenu permet alors de réaliser un porte-empreinte individuel en vue de la seconde étape clinique.

- **Empreinte secondaire**

C'est la deuxième étape clinique. Celle-ci est dite « anatomo-fonctionnelle » car elle est réalisée en plusieurs temps, avec plusieurs matériaux et avec la collaboration et la participation du patient. Elle préfigure la future prothèse et obéit aux mêmes impératifs esthétiques, phonétiques, fonctionnels, mécaniques et biologiques.

Elle est réalisée avec le porte-empreinte individuel confectionné précédemment.

Il existe deux temps à cette empreinte :

- Le **marginage**, qui consiste à enregistrer la zone périphérique.
- Le **surfaçage**, qui enregistre toute la surface d'appui de la future prothèse.

Il convient donc par la suite de traiter l'empreinte et de la couler afin d'obtenir un modèle secondaire plus précis et plus riche en détails que le modèle primaire. C'est le modèle sur lequel sera réalisée la future prothèse. Pour la prochaine étape, le prothésiste devra réaliser des bourrelets d'occlusion.

- **Relation Inter-Maxillaire**

Les bases d'occlusion permettent d'enregistrer la relation inter-maxillaire.

La relation inter-maxillaire est la position de la mandibule par rapport au maxillaire.

Plusieurs étapes sont nécessaires afin d'y parvenir :

- **Régler le bourrelet d'occlusion maxillaire**, en respectant les critères fonctionnels et esthétiques.
- **Déterminer la Dimension Verticale d'Occlusion (DVO)** grâce à divers tests existants et opérateur-dépendants. Ces méthodes mettent en jeu les fonctions physiologiques : la respiration, la déglutition et la phonation. La dimension verticale d'occlusion correspond à la « hauteur de l'étage inférieur de la face ou plus simplement la distance qui sépare le point sous nasal du gnathion pendant la phase d'occlusion. » selon LEJOYEUX Joseph.
- **Enregistrer la relation inter-maxillaire**, c'est-à-dire transférer sur articulateur la position spatiale de la mandibule par rapport au maxillaire. Cet enregistrement se fait de préférence en guidant les condyles mandibulaires dans la position la plus haute et la plus antérieure de contact disco-condylo-temporal.

Lors de cette séance, il faut également déterminer la teinte des dents de la future prothèse, ainsi que leur forme et leur taille.

Toutes ces informations sont transmises au prothésiste dans le but de réaliser des maquettes en cire aux dimensions de la future prothèse.

- **Essayage de la maquette en cire**

A la réception de la maquette en cire, il est nécessaire de la contrôler sur le modèle en plâtre puis dans la bouche du patient.

A la fin de toutes ces vérifications, il faut faire valider le montage par le patient et voir avec lui la moindre déconvenance avant de retourner la maquette au prothésiste en vue de la mise en moufle.

- **Livraison**

La livraison est l'étape cruciale, celle que le patient attend.

Lors de cette étape, il est nécessaire de :

- Contrôler la Prothèse Amovible Complète maxillaire au retour du laboratoire,
- Contrôler la Prothèse Amovible Complète maxillaire en bouche,
- Vérifier l'occlusion et l'équilibration.

Si des réglages sont nécessaires, il convient de les régler immédiatement lors de cette étape.

Les étapes cliniques nécessaires à la réalisation d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire sont similaires peu importe le matériau choisi pour sa confection.
[23 ; 24 ; 25 ; 26]

IV. Indications, avantages et inconvénients des deux matériaux traditionnellement utilisés pour la confection de Prothèse Amovible Complète maxillaire

Les deux systèmes utilisés pour la confection d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire sont :

- la prothèse en résine
- la prothèse en résine avec plaque palatine en Titane

Chaque type de Prothèse Amovible Complète a ses indications, avantages et inconvénients. Ces points sont revus ci-après.

IV. 1. Indications, avantages et inconvénients de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine

Traditionnellement, les Prothèses Amovibles Complètes sont confectionnées en résine. La résine utilisée est le PolyMéthAcrylate de Méthyle (PMMA).

Les indications de ce type de matériau sont simples, quand le patient : [27]

- n'a pas besoin de technique de réalisation différente,
- n'a pas de demande particulière quant au matériau utilisé pour la confection de sa Prothèse Amovible Complète,
- ne présente pas d'allergie au PMMA.

Voici un tableau reprenant les différents avantages et inconvénients de la résine (**Tableau n°3**). [28]

Avantages	Inconvénients
Facilité de mise en œuvre.	Distorsions possibles.
Très bon rendu esthétique.	Imprécisions de la résine.
Très bonnes propriétés physiques.	Fragilité.

Tableau n°3 : Avantages et inconvénients de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine

Tableau personnel

L'évolution des résines a permis de corriger les problèmes de distorsion et d'imprécision. [28]

Pour ce qu'il en est de la fragilité de ce matériau, la conséquence à plus ou moins long terme est la fracture de la Prothèse Amovible Complète. Les origines de ces fractures sont la fatigue ou l'impact, le choc. Pour contrer cette fragilité, l'évolution des résines de base a montré une amélioration des qualités physiques de celles-ci. [28]

Les différents composants pouvant être ajoutés au PMMA pour améliorer certaines propriétés sont : [28]

- PMMA + caoutchouc : les propriétés modifiées sont :
 - une augmentation de la résistance à l'impact ;
 - une diminution de la résistance à la flexion ;
 - une augmentation du coefficient de solubilité en milieu aqueux.
- PMMA + Kevlar® :
 - les propriétés mécaniques du Kevlar® sont très bonnes,
 - la teinte est un gros inconvénient,
 - il y a des difficultés de polissage,
 - augmentation de la résistance au choc,
 - la résistance à la flexion est variable en fonction de l'orientation des fibres. Leur non orientation diminue la résistance à la flexion, et leur orientation l'augmente.
- PMMA + fibres de carbone : elles apportent :
 - une augmentation de 50 % de la résistance à la flexion,
 - un préjudice esthétique est notable en raison de la couleur noire du carbone,
 - le confort du patient est limité par une difficulté de polissage.
- PMMA + fibres de verre : leur utilisation apporte :
 - une augmentation quant à la résistance à l'impact,
 - une diminution de la résistance à la flexion,
 - des difficultés d'adhésion entre les fibres de verre et la résine.
- PMMA + fibres de polyéthylène :
 - le polyéthylène est un matériau biocompatible, ductile, de couleur neutre, de faible densité ;
 - elles permettent d'augmenter la résistance à l'impact ;
 - la résistance à la flexion est amoindrie ;
 - elles entraînent une modification de la résine du PMMA en fonction de l'orientation des fibres.
- PMMA + insertion d'une grille métallique :
 - La résistance est très peu améliorée, les forces sont concentrées dans des

zones plus petites car la résine est « coupée » par la grille.

- Des techniques d'adhésif ou de sablage doivent être utilisées pour permettre une meilleure rétention entre le PMMA et le métal.

Il est intéressant de préciser que :

- La résine peut être retouchée avec une fraise résine. [27]
- Les produits de remise en condition tissulaire utilisés se lient chimiquement à la résine de la Prothèse Amovible Complète quelque soit la marque utilisée. [29]
- Une réparation au fauteuil ou un rebasage à l'aide d'une résine acrylique thermoplastique peut être effectué sur une Prothèse Amovible Complète en résine. La liaison chimique entre résine PMMA et résine de rebasage/réparation s'effectue et suffit. [30]
- Il est possible de faire des rebasages de la prothèse en résine au laboratoire. Il faut tout de même suivre le protocole transmis par le fabricant.
- Les adhésifs pour prothèses amovibles peuvent être utilisés sur ce type de Prothèse Amovible Complète. Il faut néanmoins ajouter que les adhésifs pour prothèses sont des produits qui peuvent être appliqués chaque jour sur la Prothèse Amovible Complète mais qui nécessitent leur retrait à chaque fin de journée. [31]

Cependant, une alternative est possible : la plaque palatine en Titane. Ses indications, avantages et inconvénients seront vus ci-après.

IV. 2. Indications, avantages et inconvénients de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec une plaque palatine en Titane

La Prothèse Amovible Complète en résine avec une plaque palatine en Titane peut également être proposée aux patients.

Les indications de la Prothèse Amovible Complète en résine avec une plaque palatine en Titane sont nombreuses et variées : [28]

- **Les indications techniques :**

- Lorsque le risque de fêlure et fracture est trop important, c'est-à-dire dans les cas suivants :
 - Un édentement complet unimaxillaire opposé à un édentement partiel. La pire des situations est un édentement complet maxillaire opposé à une édentation bilatérale postérieure mandibulaire, car les forces occlusales sont plus importantes que chez l'édenté complet.
 - Si le frein labial est trop marqué.
 - Si il existe un diastème inter-incisif sur la Prothèse Amovible Complète.
- Pour améliorer la rétention : en effet, la plaque palatine en Titane a une plus grande précision d'adaptation, ce qui diminue l'épaisseur du film salivaire et augmente ainsi la rétention.

- **Les indications physiologiques :**

- Pour le confort du patient : l'épaisseur de cette plaque palatine est très fine (0,6 mm de Titane) comparée à la résine qui peut aller de 1 à 2 mm d'épaisseur. De plus, la conductibilité thermique est supérieure à celle de la résine, donc le patient voit ses sensations augmentées sans interférences sur le goût.
- Pour les allergies à la résine, même si celles-ci sont relativement rares.

- **Les indications prospectives :**

- En prévention de la résorption osseuse, chez un patient jeune par exemple, car la plaque palatine est tellement adaptée qu'elle diminue les torsions responsables de blessures et du phénomène de résorption.

Les contre-indications de la Prothèse Amovible Complète en résine avec une plaque palatine en Titane sont : [28]

- Les patients qui ont un potentiel de résorption important.
- Les patients qui doivent passer par une Prothèse Amovible Complète immédiate.

La Prothèse Amovible Complète en résine avec une plaque palatine en Titane doit être différée, et réalisée en tant que traitement définitif.

Le tableau ci-dessous (**Tableau n°4**) reprend les différents avantages et inconvénients de la Prothèse Amovible Complète en résine avec une plaque palatine en Titane. [28]

Avantages	Inconvénients
Résistance à la flexion augmentée.	Coût important en fonction des alliages utilisés. D'autant plus important si l'alliage est précieux.
Résistance à l'impact augmentée.	Retouches et corrections très délicates voire impossibles à envisager
Résistance à l'usure augmentée.	Réfection des bases pour compenser la résorption osseuse impossible.
Amélioration généralisée des qualités mécaniques.	Impossibilité de retoucher le joint postérieur.
Conductibilité thermique bien supérieure.	

Tableau n°4 : Avantages et inconvénients de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec une plaque palatine en Titane

Tableau personnel

Les retouches et corrections sont très compliquées à envisager à cause de la faible épaisseur de la plaque et des difficultés à corriger le métal. [28]

Quelques caractéristiques du Titane : [32]

- Biocompatibilité élevée ;
- Grande résistance à la corrosion ;
- Résistance aux effets des fluides corporels ;
- Grande résistance à la traction ;
- Flexibilité ;
- Biologiquement stable ou inerte ;
- Faible résistance à l'usure et à l'abrasion ;
- Dureté faible.

De plus, le Titane peut subir des traitements de surface pour améliorer certaines de ses propriétés.

Les modifications de surface augmentent la rugosité et la mouillabilité du Titane. [33] En revanche, les modifications apportées sur la mouillabilité ne changent pas la

rugosité de surface du Titane. [33]

Concernant la mouillabilité, un angle de contact de 0° est considéré comme hydrophile et supérieur à 80° est considéré comme hydrophobe. [33] La mouillabilité est un paramètre important car elle influe sur la rétention de la plaque palatine.

Voici un schéma (*Illustration n°3*) comparant le diamètre de contact de gouttelettes d'eau en fonction du temps sur des supports de : Titane immaculé en (a) ; nanotubes de dioxyde de Titane de 50 nm de diamètre en (b) ; nanotubes de dioxyde de Titane de 100 nm de diamètre en (c). Le diamètre de contact de la gouttelette est représenté par la lettre « D ». [34]

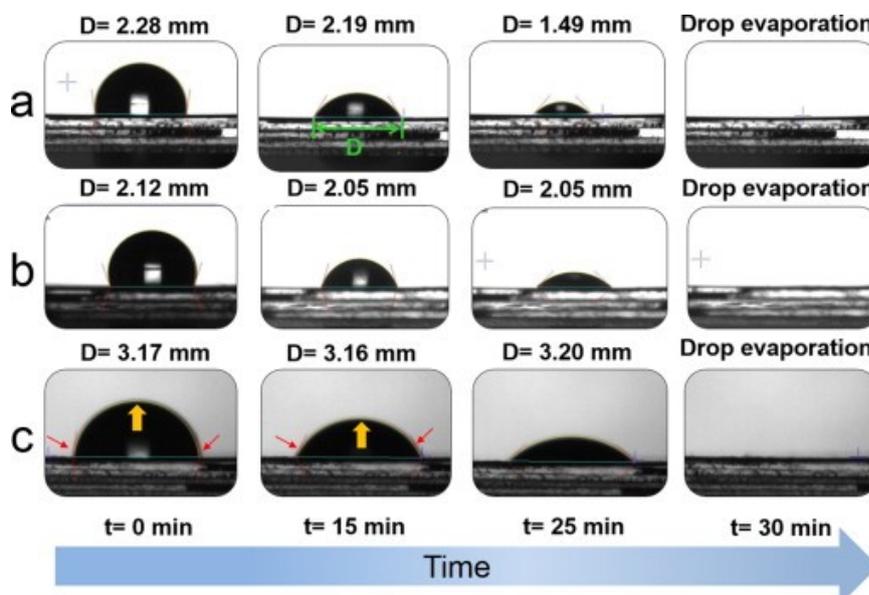


Illustration n°3 : Mesure du diamètre de contact des gouttelettes d'eau en fonction du temps sur différents supports de Titane [34]

Schéma tiré de Kulkarni M., Patil-Sen Y., Junkar I., Kulkarni CV., Lorenzetti M., Iglie A.

Les flèches rouges indiquent les points finaux exacts de contact de la gouttelette d'eau. Les flèches jaunes définissent la forme de la goutte. [34]

Les feuilles de Titane nanoporeuses ont un diamètre constant au cours du temps, tandis que la feuille de Titane immaculée voit son diamètre diminué au fur et à mesure. Elle est donc faiblement hydrophile. Cette différence peut s'expliquer par l'absorption de l'eau par les pores des deux feuilles de Titane nanomodifiées. [34]

Ainsi la rétention de la plaque palatine en Titane est augmentée de par sa grande adaptation anatomique, diminuant l'épaisseur de salive et permettant sa répartition sur toute la surface de la plaque.

Parfois des rebasages s'avèrent nécessaires. Le problème rencontré avec ce genre de prothèse est l'absence de liaison chimique entre le Titane et n'importe quel produit de rebasage. De nombreuses recherches sont effectuées pour trouver des primers ou autres produits interférents pour augmenter la liaison entre le Titane et la résine.

Cependant, aucun consensus n'a encore été établi. [35 ; 36 ; 37]

Actuellement une technique de sablage est mise en œuvre pour lier le Titane et le PMMA. C'est donc une rétention mécanique qui est obtenue entre le Titane et la résine. [28]

Les caractéristiques des Prothèses Amovibles Complètes en résine et en résine avec une plaque palatine en Titane ainsi revues, il est possible de se pencher sur celles de la Prothèse Amovible Complète en PEEK.

V. Confection laboratoire d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine et de son alternative en PEEK : illustrée par un cas clinique

Afin d'évaluer le PEEK lors de son utilisation pour la confection d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire, il a été décidé de réaliser deux types d'appareil maxillaire chez un même patient : une en résine et une en PEEK. Confectionner les deux types de Prothèse Amovible Complète permettra à chacun, patient, prothésiste et praticien, d'émettre son avis et de comparer les deux prothèses entre elles. La raison pour laquelle la prothèse traditionnelle est comparée à la plaque maxillaire en PEEK repose sur le fait qu'elles sont toutes deux classées dans la même catégorie de la Cotation Commune des Actes Médicaux (CCAM).

Il convient de préciser, que le patient présente un édentement complet bimaxillaire. Il a été sélectionné pour ce projet en raison de la faible résorption de ses crêtes maxillaires. Celles-ci sont symétriques. Une seule contre dépouille est présente en antérieur, mais elle n'est pas problématique.

Ainsi, les étapes cliniques et de laboratoire se sont déroulées de manière traditionnelle, comme énoncées précédemment, jusqu'à l'essayage de la maquette en cire.

Néanmoins, le laboratoire a effectué des duplicatas des modèles secondaires pour pouvoir confectionner par la suite la Prothèse Amovible Complète en PEEK, en conservant ainsi les mêmes surfaces d'appui que pour la Prothèse Amovible Complète en résine. Ces duplicatas sont identiques aux modèles secondaires originaux (*Illustration n°4*) obtenus après coulée des empreintes secondaires. Des moules en silicone des modèles secondaires originaux ont été réalisés pour obtenir ces duplicatas (*Illustration n°5*).



Illustration n°4 : Photographie du modèle secondaire maxillaire

Réalisée par Pierre-Guillaume Degans



Illustration n°5 : Photographies des moules en silicone utilisés par le prothésiste pour faire des duplicatas des modèles secondaires

Réalisées par Pierre-Guillaume Degans

Au niveau du déroulé de ces étapes, pour une question de temps, les Prothèses Amovibles Complètes en résine ont d'abord été confectionnées. L'étape de la mise en moufle a été réalisée sur les duplicatas des modèles secondaires décrits précédemment, pour conserver le montage sur articulateur intact et permettre de s'en servir lors de la réalisation de la maquette en cire maxillaire sur la plaque en PEEK.

Une fois les Prothèses Amovibles Complètes maxillaire et mandibulaire en résine terminées et polies, une réplique en plâtre de l'appareil mandibulaire a été réalisée. Elle a ensuite été montée sur articulateur avec la Prothèse Amovible Complète en résine maxillaire insérée sur le modèle secondaire en antagonisme. Ainsi, la Relation Inter-Maxillaire a été conservée et le montage de dents sur la plaque en PEEK se fera en fonction des dents antagonistes.

Après concertation avec le prothésiste, il a été convenu de réaliser cette Prothèse Amovible Complète maxillaire en PEEK de la façon suivante :

- Une plaque palatine en PEEK sera réalisée, ainsi que les grilles sous-prothétiques (comme pour la réalisation d'une plaque palatine en Titane).
- La résine sera utilisée pour obtenir un meilleur rendu esthétique et permettre les éventuelles retouches. Elle sera retrouvée sur les grilles sous-prothétiques, au niveau du vestibule et au niveau du joint postérieur.

Ainsi, cette prothèse sera dénommée Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK.

Ci-après seront détaillées les techniques de mise en œuvre de chacune des étapes nécessaires à la réalisation d'une Prothèse Amovible Complète en résine avec une plaque palatine en PEEK.

V. 1. Réalisation de la plaque palatine en PEEK

Les étapes cliniques et prothétiques pour la réalisation de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK sont les mêmes jusqu'à la réalisation des maquettes en cire.

En effet, le montage des dents doit être effectué sur la cire, elle-même reposant sur les grilles sous-prothétiques en PEEK.

Ainsi, les différentes étapes qui ont mené à une plaque en PEEK usinée sur laquelle peut être effectué le montage des dents sont énoncées ci-après. Deux étapes sont nécessaires à l'obtention d'une plaque palatine en PEEK :

- La conception assistée par ordinateur ;
- L'usinage.

La conception assistée par ordinateur

Un scanner du duplicata du modèle secondaire maxillaire fut réalisé pour concevoir la plaque en PEEK, assisté par ordinateur. Le logiciel choisi fut Dental Wings® 7 Series. Ce logiciel de prothèse amovible demande une bonne maîtrise de l'outil informatique. Voici les différentes étapes :

- Ouvrir le logiciel : DWos Server.
- Faire une commande pour un partiel par le biais de la fiche de numérisation (*Illustration n°6*).

COMMANDE DE PARTIEL

Identifiant de la commande
COM-190423-1

Dentiste
service odontologie caumartin Maitenaz

Patient
[]

Matériaux
[]

Pièces jointes
[?]

Annuler la commande Acheminer la commande Acheminer et Suivre

Illustration n°6 : Fiche de numérisation

Il faut déclarer le type de matériau qui sera usiné. Ici l'option PEEK n'existe pas. Étant donné que le PEEK est un polymère, comme la résine PMMA, c'est ce dernier qui a été sélectionné.

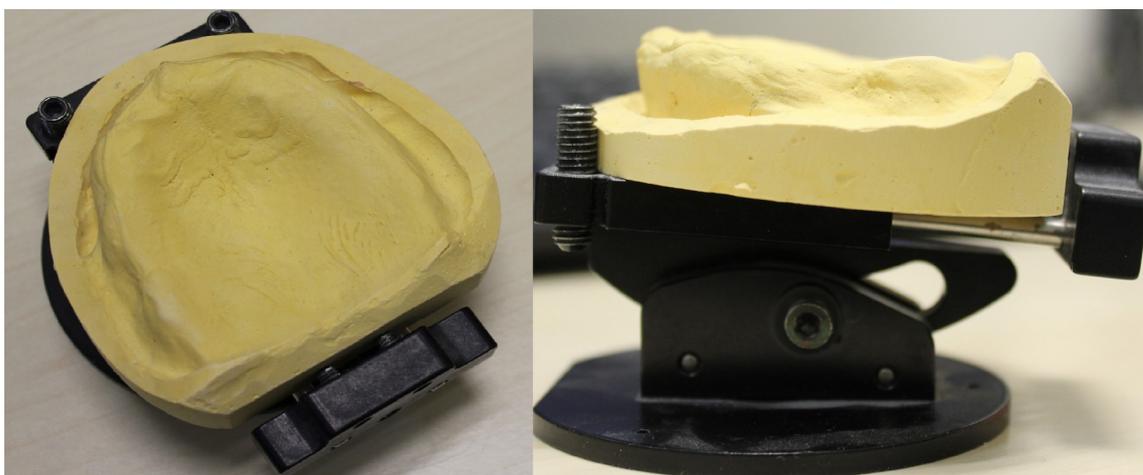


Illustration n°7 : Photographies du positionnement du duplicata du modèle secondaire maxillaire sur le socle qui sera ensuite installé dans le scanner

Photographie personnelle

C'est le duplicata du modèle secondaire maxillaire (*Illustration n°7*) qui fut scanné car le modèle secondaire original est monté sur articulateur. Il peut y avoir de petites différences entre le maître modèle et le duplicata du modèle secondaire. Cependant, le travail a été réalisé sur les duplicatas.

- Faire un scan du duplicata (*Illustration n°8*).

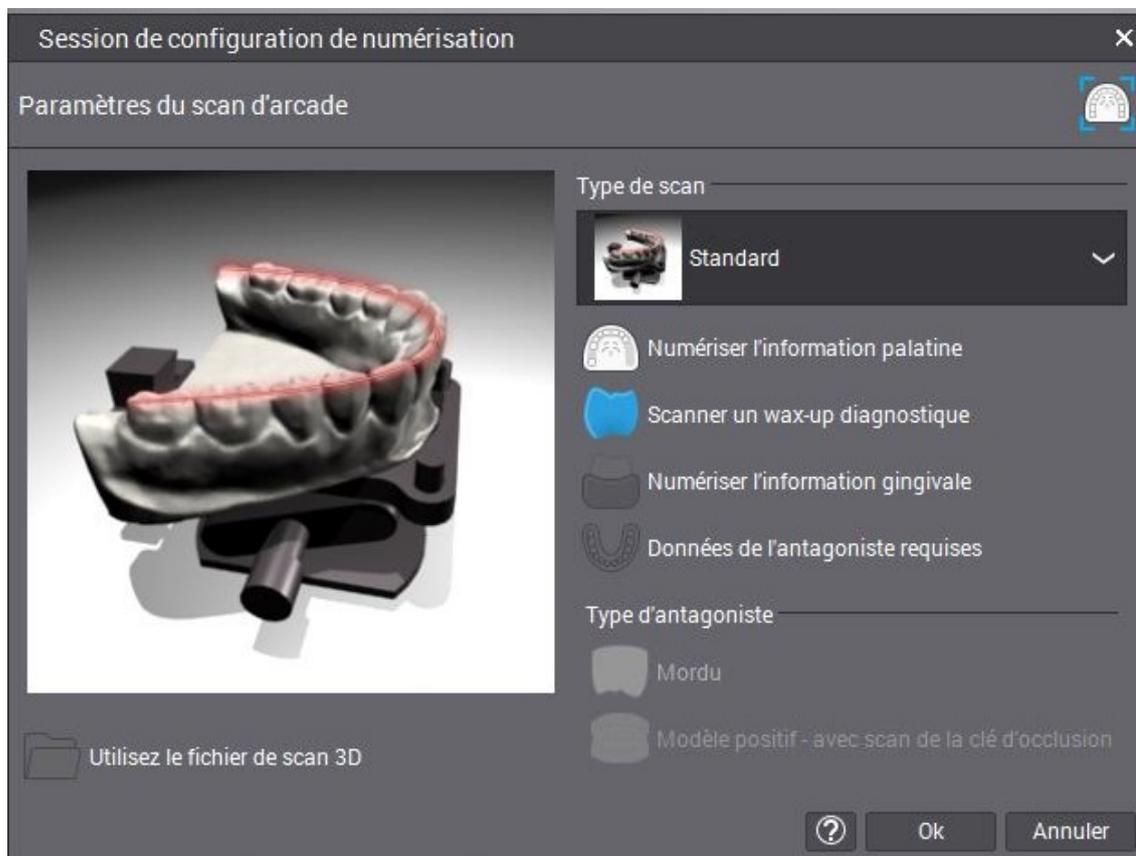


Illustration n°8 : Numérisation

Il faut sélectionner : « Scanner un wax-up diagnostique ».

- Placer le duplicata du modèle secondaire dans le scanner.
- On obtient l'empreinte numérique du duplicata du modèle secondaire maxillaire (*Illustration n°9*).

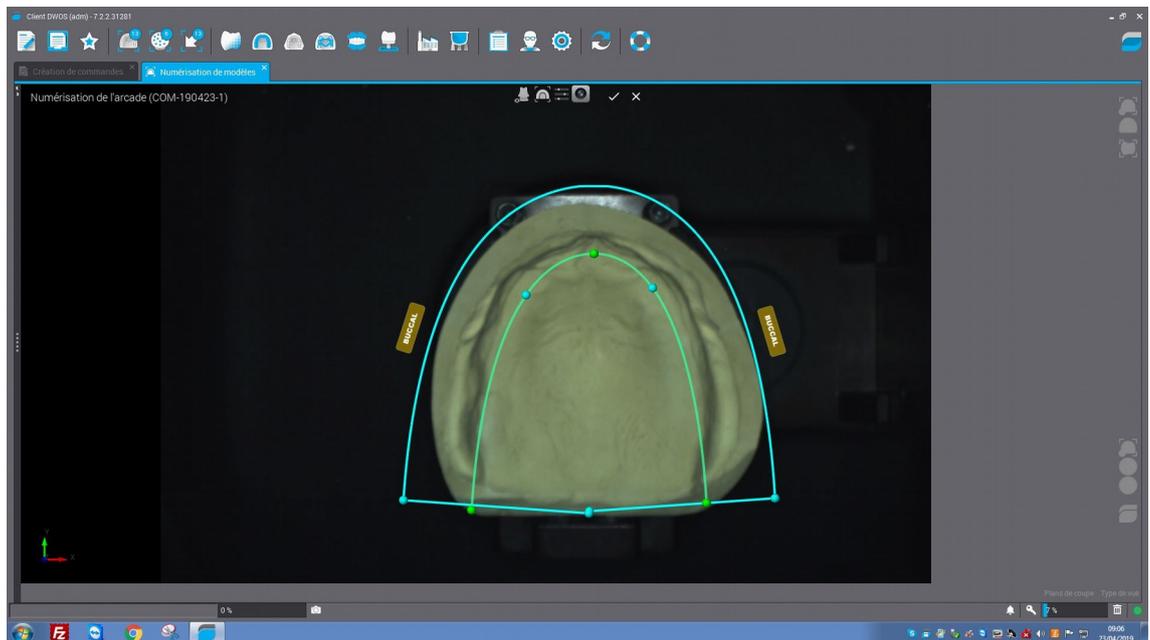


Illustration n°9 : Duplicata du modèle secondaire maxillaire numérisé

- Le logiciel demande de placer des points de référence sur l'arcade pour lui donner le sens de l'arcade et l'aider (*Illustration n°10*).

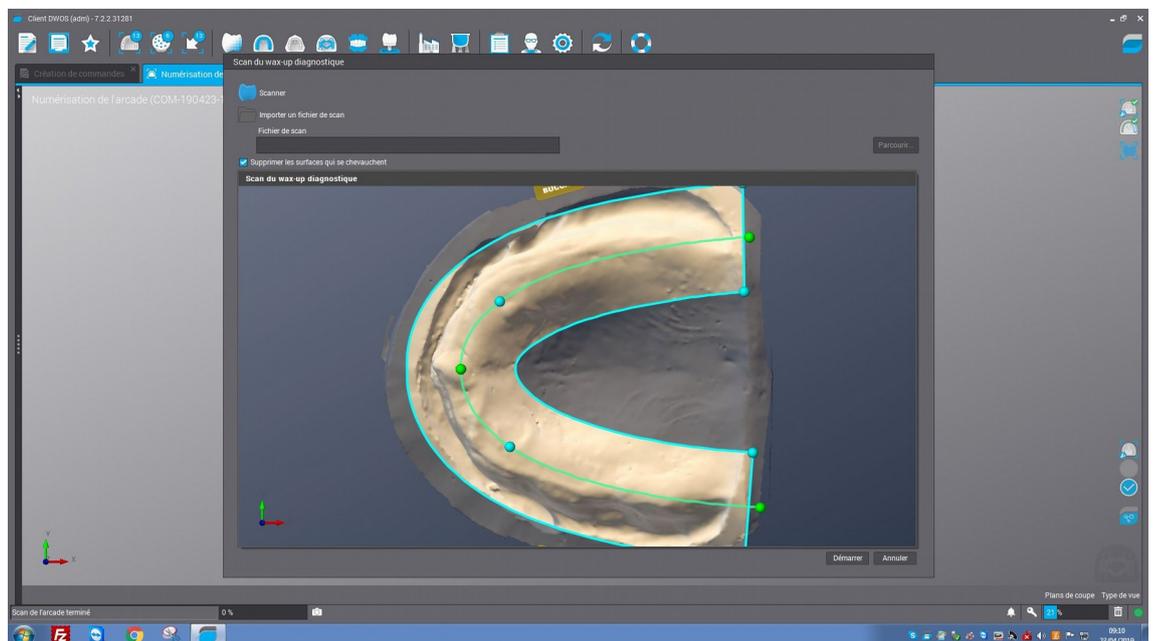


Illustration n°10 : Positionnement des points de référence pour orienter le modèle

- Poudrer la maquette en cire maxillaire du patient, qui a été validée lors d'une séance précédente. Cette maquette en cire est celle qui servira à la confection de la Prothèse Amovible Complète en résine (*Illustration n°11*). Une maquette en cire sera effectuée par la suite sur la plaque palatine en PEEK usinée.

Le poudrage augmente l'efficacité du scanner et permet de bien enregistrer tous les détails.



Illustration n°11 : Photographie de la maquette en cire poudrée, positionnée sur le duplicata du modèle secondaire maxillaire. Le produit utilisé pour le poudrage est le Protetik®

Photographie personnelle

- Réaliser le scanner de la maquette en cire (***Illustration n°12***). La maquette est placée sur le duplicata du modèle secondaire maxillaire, lui-même fixé sur un socle dans le scanner.

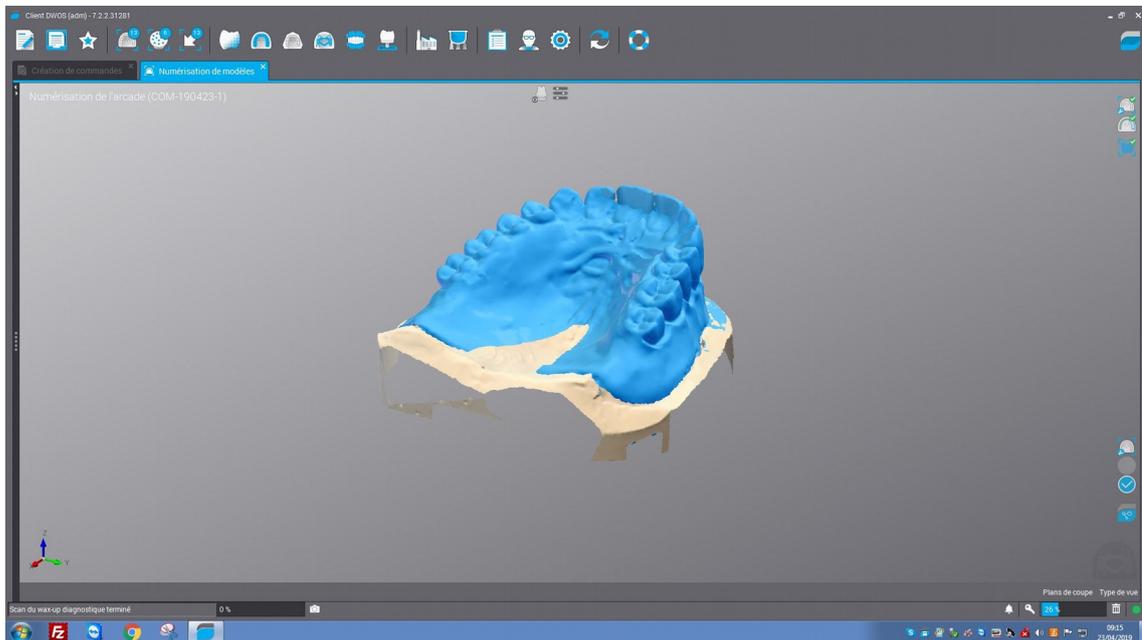


Illustration n°12 : Maquette en cire numérisée

- Préciser les points de référence pour le wax up.
- Valider la procédure. On obtient alors l'axe d'insertion que le logiciel a calculé pour la future prothèse (*Illustration n°13*). L'axe est matérialisé par une ligne en pointillés verts.

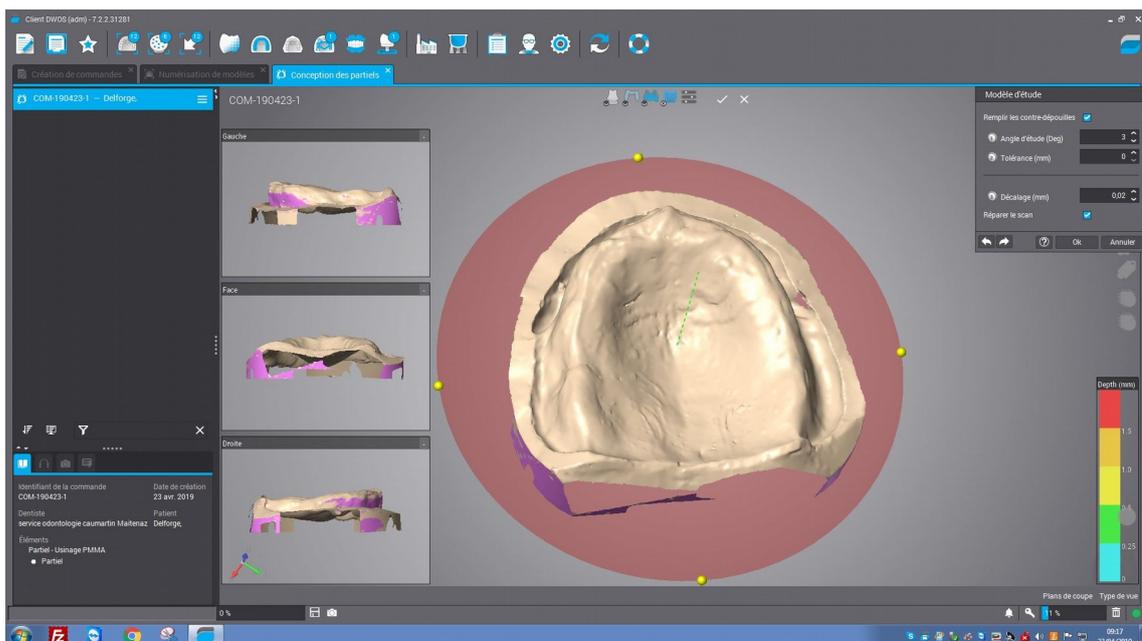


Illustration n°13 : Modèle numérisé avec matérialisation de l'axe d'insertion de la prothèse requis

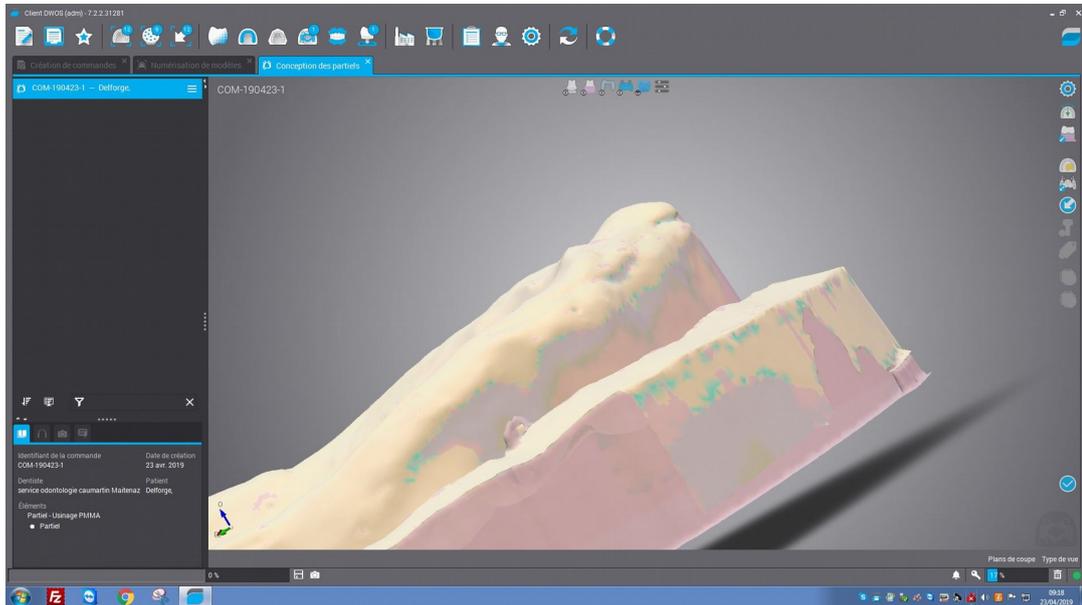


Illustration n°14 : Visualisation des zones de contre-dépouille

Toutes les zones en violet sont des zones de contre-dépouille (*Illustration n°14*). Ces zones ne nous intéressent pas, car le PEEK sera usiné sous forme de selle.

L'axe d'insertion peut être modifié. En fonction de l'axe d'insertion choisi, les contre-dépouilles seront comblées par le logiciel.

Ici, l'axe d'insertion choisi fut celui proposé par le logiciel.

- Matérialiser l'espaceur (*Illustration n°15*). L'espaceur sert à prévoir, sous les grilles de la selle, l'épaisseur souhaitée de résine. Si l'espaceur n'est pas matérialisé, la grille sera au contact direct de la muqueuse. Il faut 2 mm d'espaceur sous la grille pour la résine.

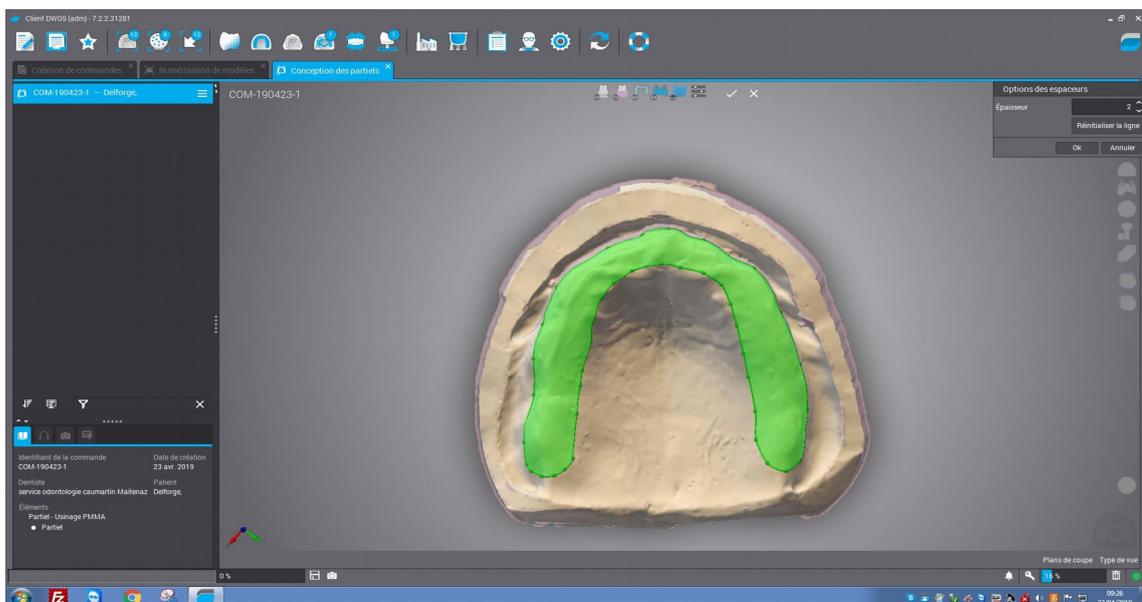


Illustration n°15 : Mise en place de l'espaceur

Sur cet imprime-écran, l'espaceur est matérialisé en vert, uniquement localisé

sur les crêtes, là où sera la grille sous-prothétique.

- Valider la réalisation de l'espaceur (*Illustration n°16*).

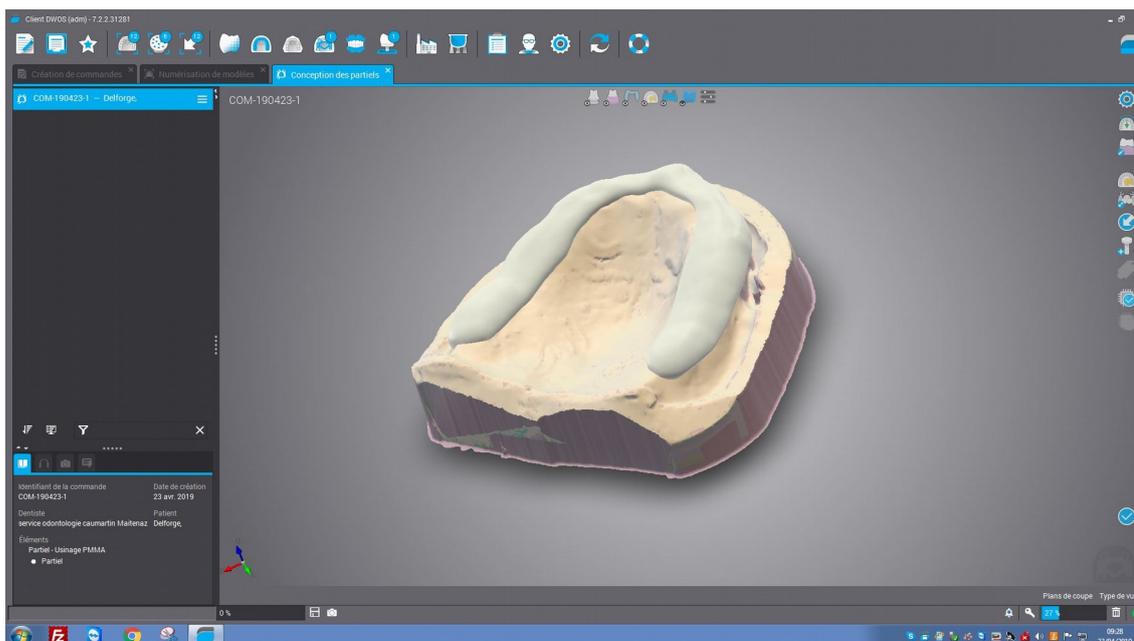


Illustration n°16 : Matérialisation de l'espaceur

- Sélectionner « concevoir un partiel ». Le logiciel demande de placer la grille au niveau de la selle prothétique (*Illustration n°17*).

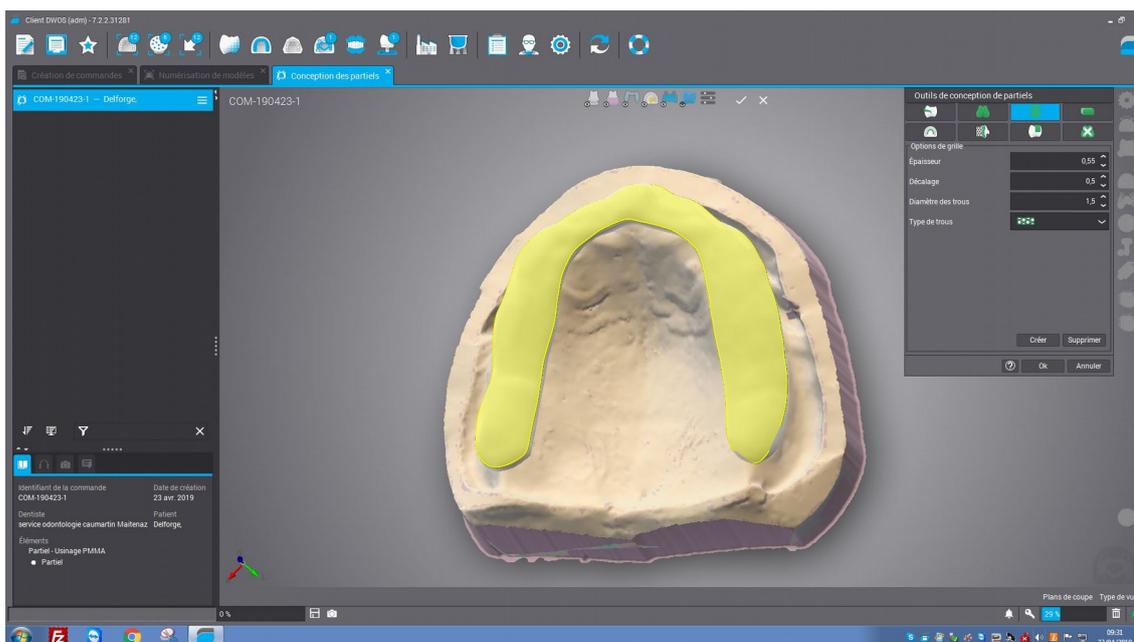


Illustration n°17 : Positionnement de la selle sous-prothétique

- Placer la plaque palatine (*Illustration n°18*). L'épaisseur de la plaque palatine en PEEK choisie est de 0,85 mm. La recommandation du fabricant est de 0,7 mm au minimum. Le prothésiste a légèrement augmenté l'épaisseur de la plaque par rapport à la recommandation du fabricant pour éviter toute déformation du PEEK pendant l'usinage.

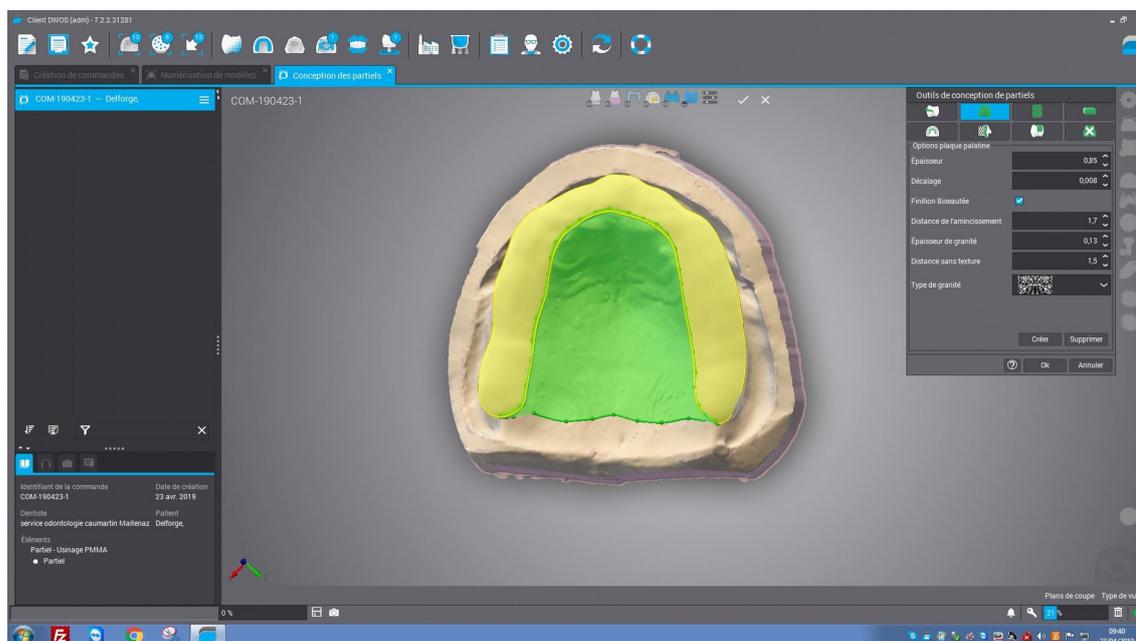


Illustration n°18 : Mise en place de la plaque palatine

La plaque palatine est visualisable en vert.

- Cliquer sur « créer » (*Illustration n°19*).

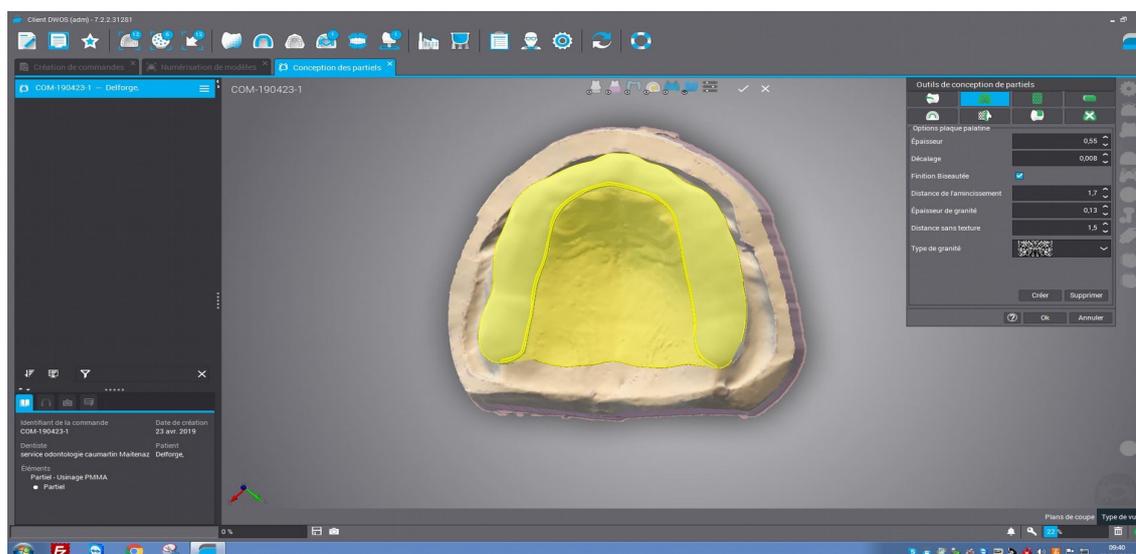


Illustration n°19 : Matérialisation de la plaque palatine

- Ajouter une grille postérieure pour permettre par la suite la jonction avec la résine (*Illustration n°20*).

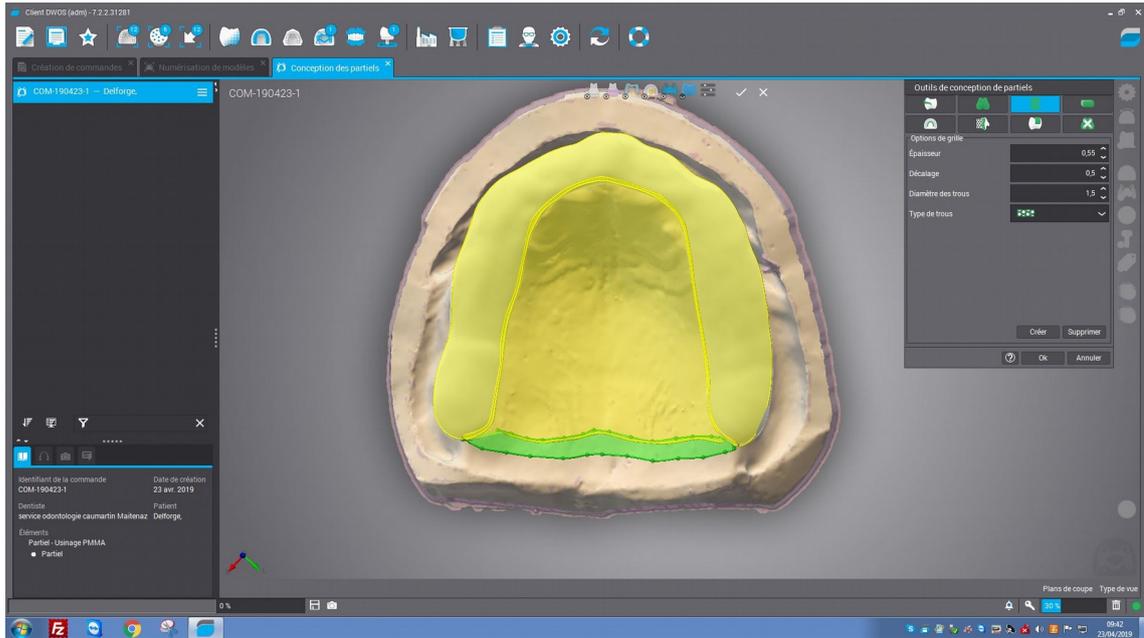


Illustration n°20 : Mise en place de la grille postérieure

- Sélectionner « arrêt de la résine » (*Illustration n°21*). Cela permet de faire une finition propre entre la plaque palatine et la grille. La hauteur et l'épaisseur choisies sont de 2 mm.

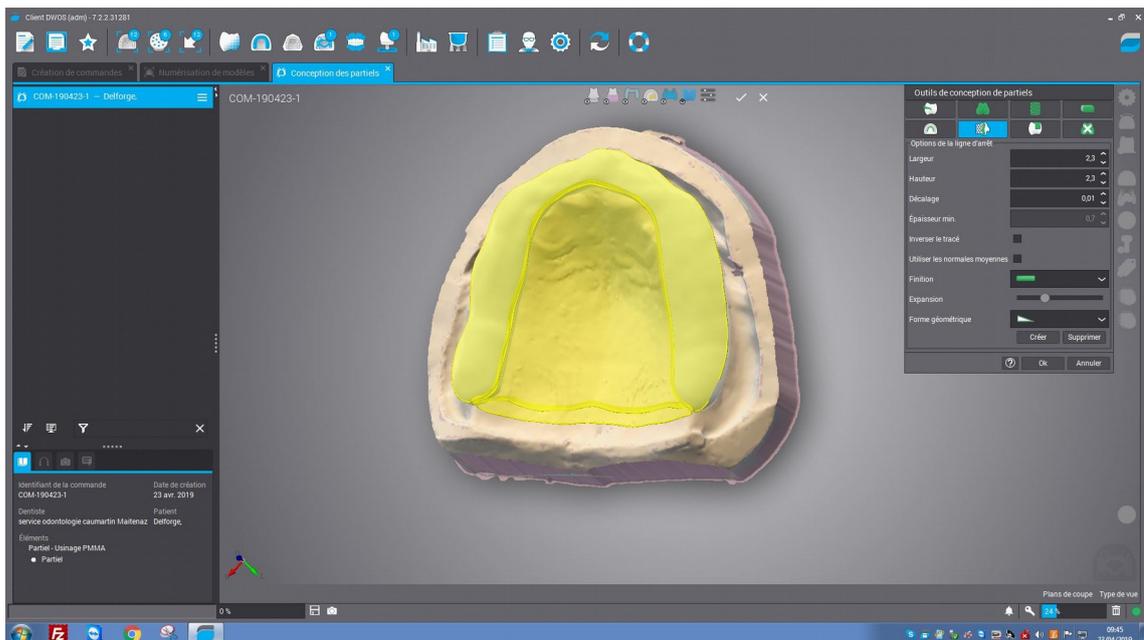


Illustration n°21 : Mise en place des « arrêts de la résine »

Toutes ces étapes correspondent à la pré-conception. Une fois toutes les manipulations faites, il faut faire fusionner toutes les parties ensemble.

- Cliquer sur « quitter et fusionnement des surfaces du modèle ».

On obtient un modèle prêt à être usiné. Cependant les arrêts de résine et la largeur de la selle ne convenant pas, ceux-ci ont été modifiés (*Illustration n°22*).

Des modifications peuvent ainsi être faites si nécessaires, même après le fusionnement des surfaces du modèle.

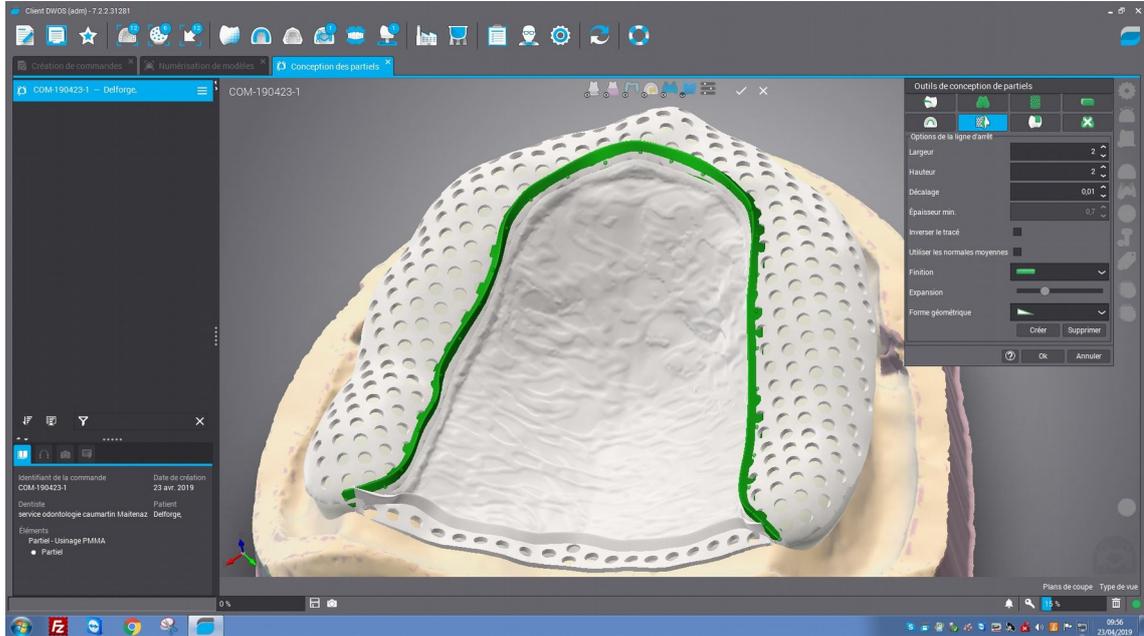


Illustration n°22 : Modification des arrêts de résine

- Cliquer sur « quitter et fusionnement des surfaces du modèle » après toutes les modifications effectuées.

Voici ce qui est obtenu après modifications (*Illustrations n°23 et 24*) :

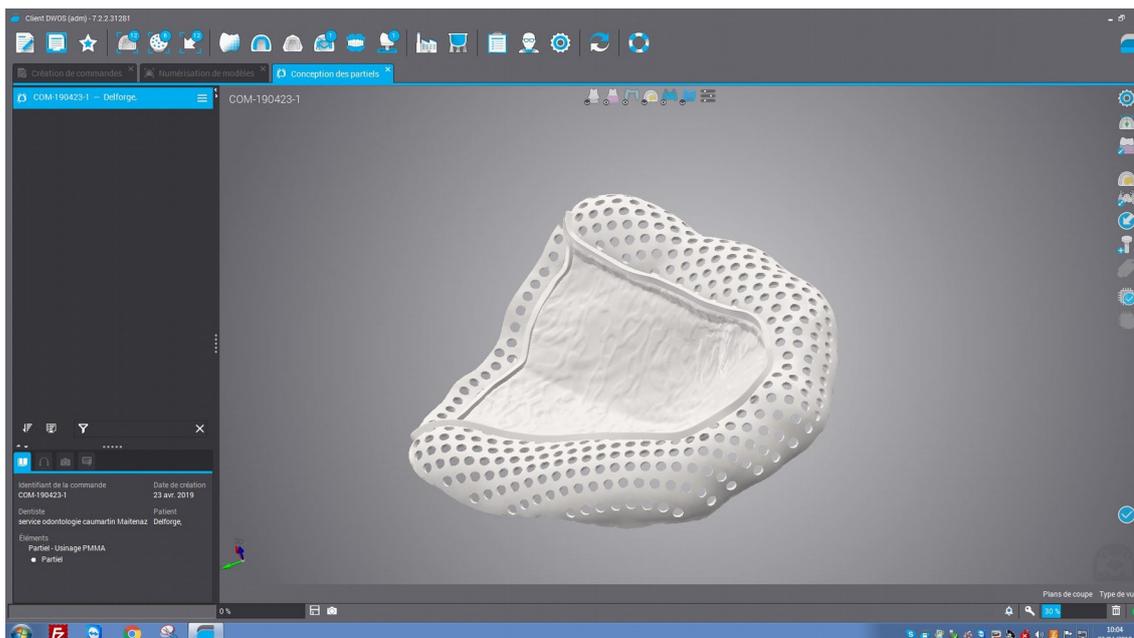


Illustration n°23 : Matérialisation de l'extrados de la plaque palatine en PEEK

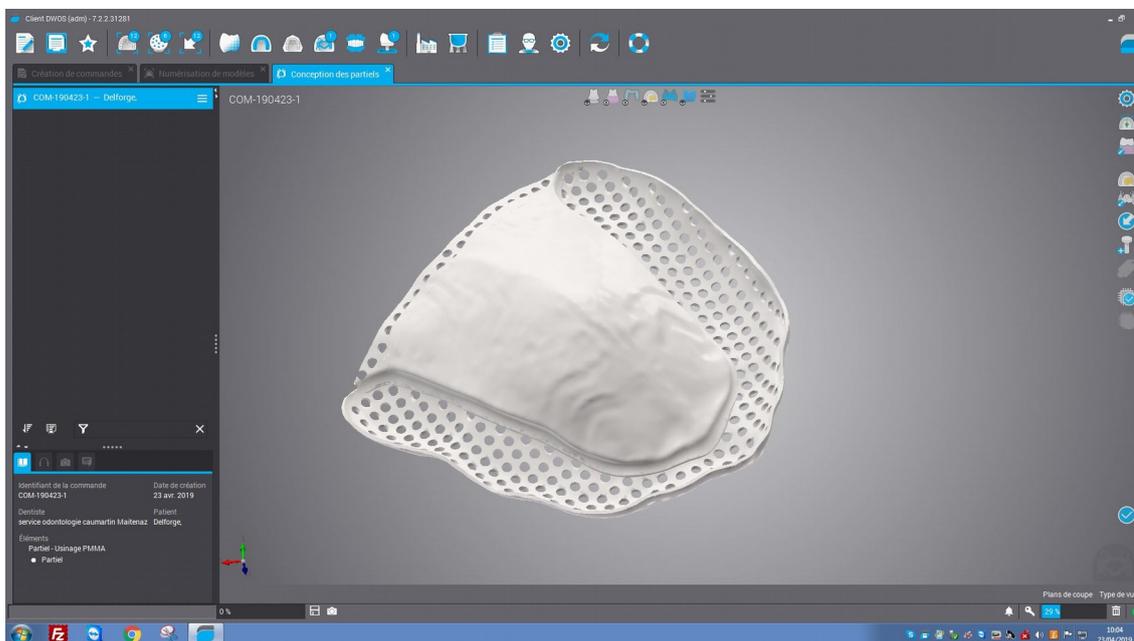


Illustration n°24 : Matérialisation de l'intrados de la plaque palatine en PEEK

On obtient un modèle prêt à être usiné.

- Récupérer le fichier de fabrication qui est sous format STL, l'enregistrer pour l'usinage.

La conception assistée par ordinateur est terminée.

L'usinage de la plaque palatine en PEEK

Il faut lancer le logiciel pour usiner, qui est différent du logiciel de conception. Le logiciel utilisé est Worknc Dental® (*Illustration n°25*).

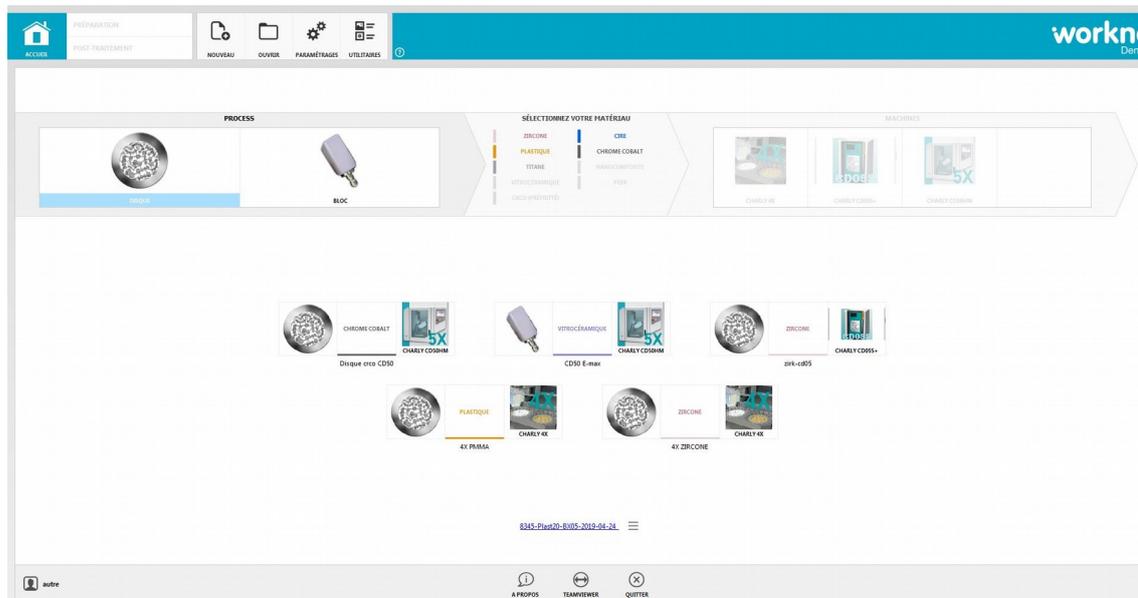


Illustration n°25 : Interface du logiciel Worknc Dental®

Après ouverture du logiciel, voici la démarche à suivre :

- Sélectionner « Disque » (*Illustration n°26*) car le PEEK à usiner est sous forme de disque.

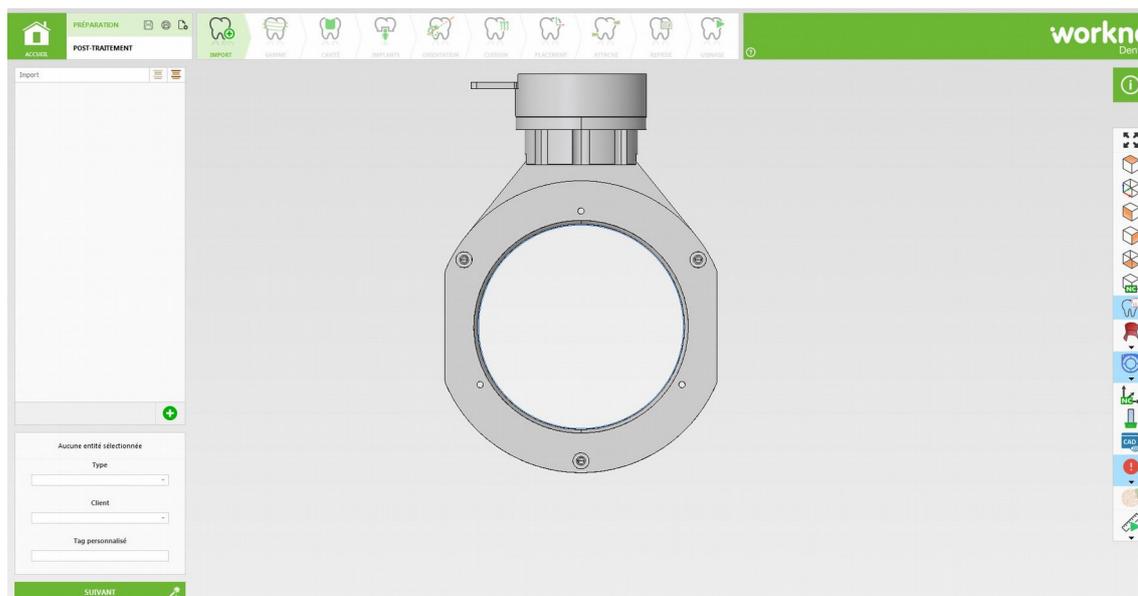


Illustration n°26 : Support proposé pour l'usinage de la plaque palatine en PEEK à partir d'un disque de PEEK

- Sélectionner l'onglet « PEEK » comme matériau à usiner.
- Importer le fichier STL
- Sélectionner les 5 axes, pour permettre à la fraise d'accéder aux moindres recoins lors de son travail. Ceci permet de positionner la plaque à usiner au sein du disque de PEEK (*Illustration n°27*).



Illustration n°27 : Positionnement de la plaque à usiner au sein du disque

- Sélectionner la gamme d'usinage. Celle choisie fut une gamme spéciale pour l'usinage du PEEK, proposée par le logiciel.
- Placer les ergots de maintien (*Illustration n°28*).

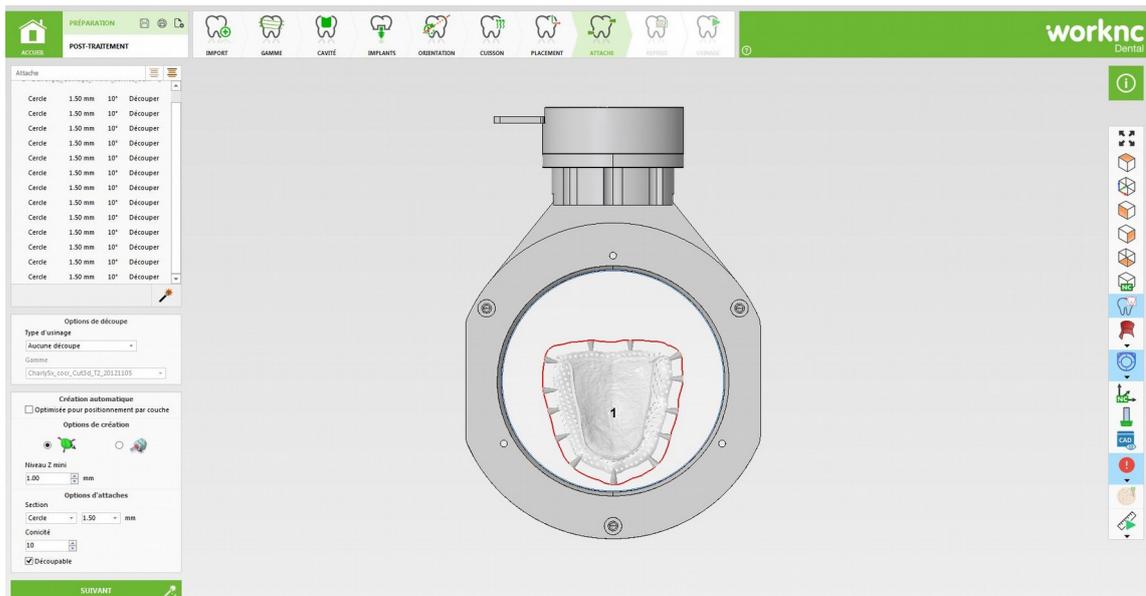


Illustration n°28 : Positionnement des ergots de maintien

- Valider le travail, ce qui nous permet de visualiser celui-ci (*Illustration n°29*).

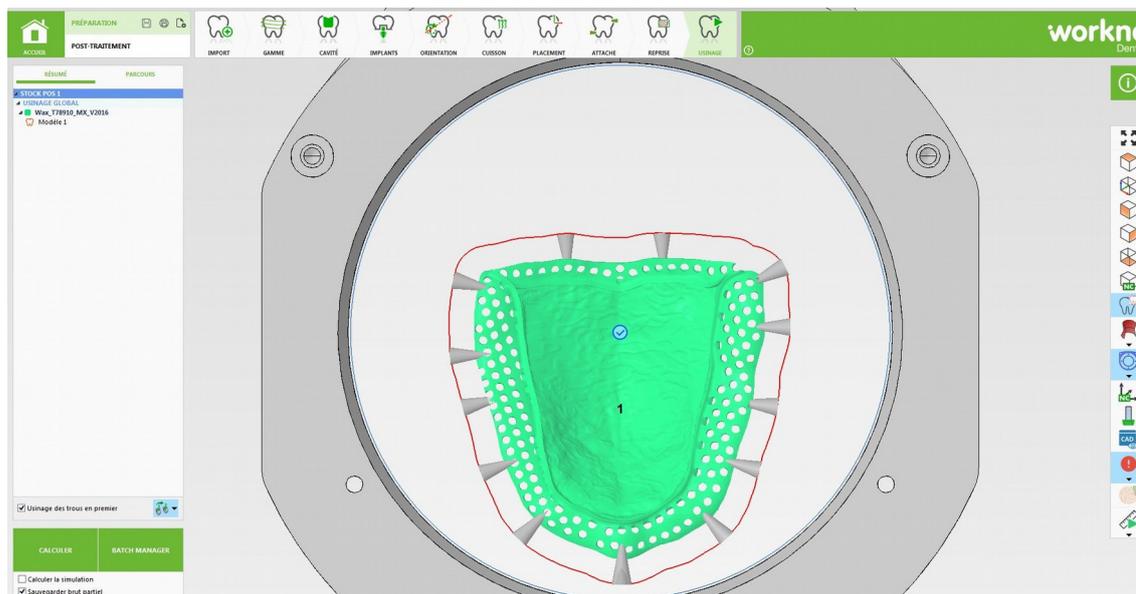


Illustration n°29 : Visualisation du travail demandé à l'usineuse

Les réglages ont été faits par la gamme qui a été sélectionnée précédemment. La rotation par minute des fraises ainsi que leur avancement sont pré-réglés par le biais de cette gamme.

L'usineuse choisie pour réaliser le travail, usine à sec. Celle qui fut utilisée est la CD-05S de chez Charly Dental® (*Illustration n°30*). Le disque de PEEK (*Illustration n°31*) est ensuite placé dans l'usineuse.



Illustration n°30 : Photographie de l'usineuse CD-05S de chez Charly Dental® avec le disque de PEEK mis en place

Photographie personnelle

Dans la notice d'utilisation du disque de PEEK, le fabricant conseille un usinage à sec à 19 000 tr/min avec une aspiration constante des copeaux.



Illustration n°31 : Photographie du disque de PEEK

Photographie personnelle

L'usinage se déroule en quatre étapes à l'aide de quatre fraises différentes (*Illustration n°32*). Elles s'utilisent de la plus grosse à la plus fine.

La première fraise fait l'ébauche. Elle a un diamètre de 3 mm. La seconde fait la mise en forme. Les deux dernières sont les fraises de finitions.



Illustration n°32 : Photographies des fraises utilisées par l'usineuse

Photographies personnelles

Après 5 heures et 45 minutes d'usinage on récupère la plaque palatine en PEEK usinée (*Illustrations n°33*).

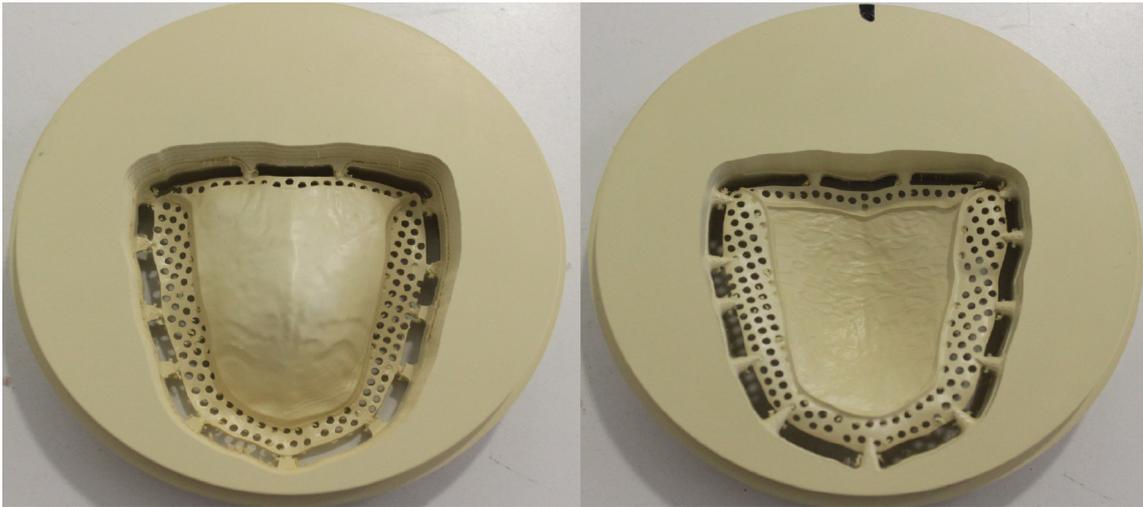


Illustration n°33 : Photographies de la plaque palatine en PEEK usinée

Photographies personnelles

La plaque palatine en PEEK ainsi usinée, il faut ensuite réaliser par-dessus la maquette en cire avec le montage des dents.

V. 2. Réalisation et essayage de la maquette en cire

Une fois la plaque palatine en PEEK usinée, il convient de réaliser la maquette en cire. Il est donc nécessaire de couper les ergots de maintien pour retirer la plaque palatine en PEEK de son disque (*Illustration n°34*).



Illustration n°34 : Photographie de la découpe des ergots de maintien reliant la plaque palatine en PEEK usinée à son disque

Photographie personnelle

Ainsi est récupérée la plaque palatine en PEEK (*Illustration n°35*).

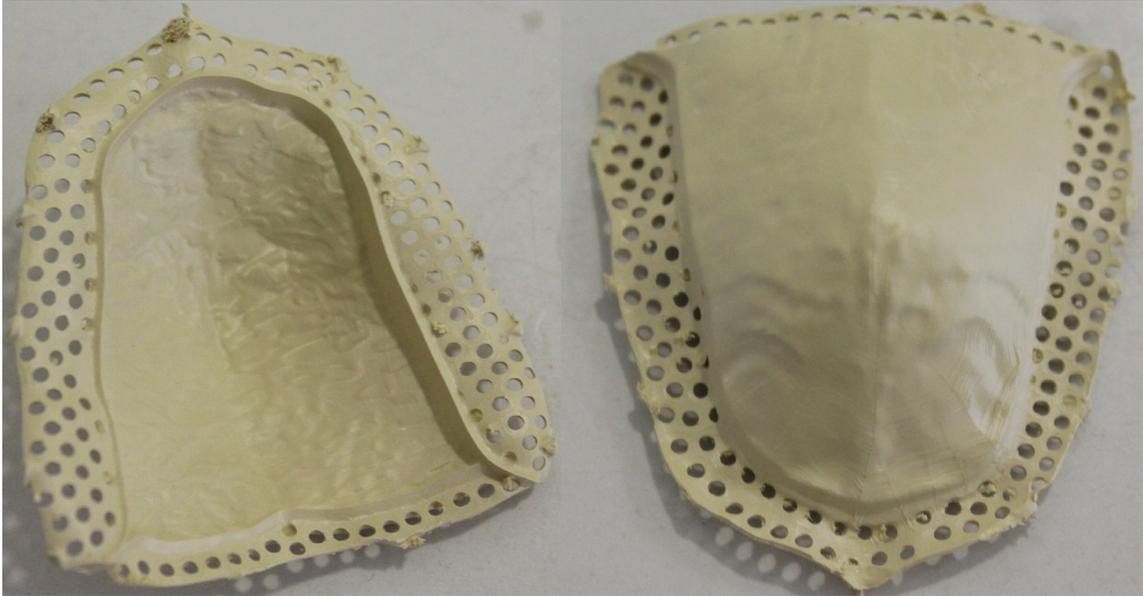


Illustration n°35 : Photographies de l'intrados et de l'extrados de la plaque palatine en PEEK

Photographies personnelles

La plaque palatine en PEEK a ensuite été placée sur le modèle secondaire pour voir son ajustement (*Illustrations n°36 et 37*).



Illustration n°36 : Photographie de la plaque palatine en PEEK positionnée sur le modèle maxillaire secondaire monté sur articulateur

Photographie personnelle

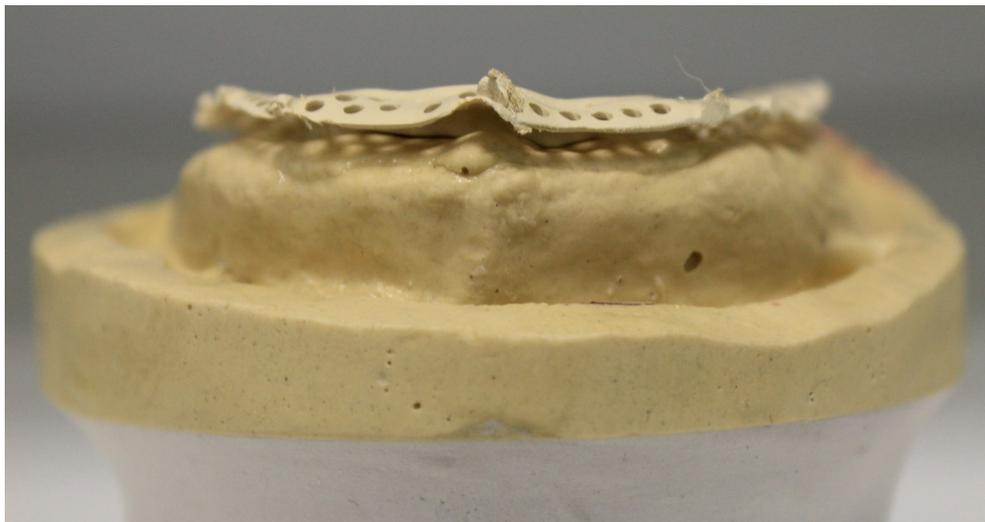


Illustration n°37 : Photographie de l'espace entre la grille sous-prothétique de la plaque palatine en PEEK et le modèle maxillaire secondaire monté sur articulateur

Photographie personnelle

La réalisation de la maquette en cire peut donc débuter maintenant que les vérifications sont faites.

Tout d'abord il est nécessaire de noyer la grille sous-prothétique de la plaque palatine en PEEK dans de la cire (*Illustration n°38*).



Illustration n°38 : Photographie du positionnement de la cire au niveau de la grille sous-prothétique de la plaque palatine en PEEK

Photographie personnelle

Le montage des dents se fait en opposant le modèle secondaire maxillaire original à la réplique de l'appareil mandibulaire. Les deux modèles sont montés sur articulateur en conservant la relation inter-maxillaire enregistrée lors de l'étape clinique précédente (*Illustration n°39*).

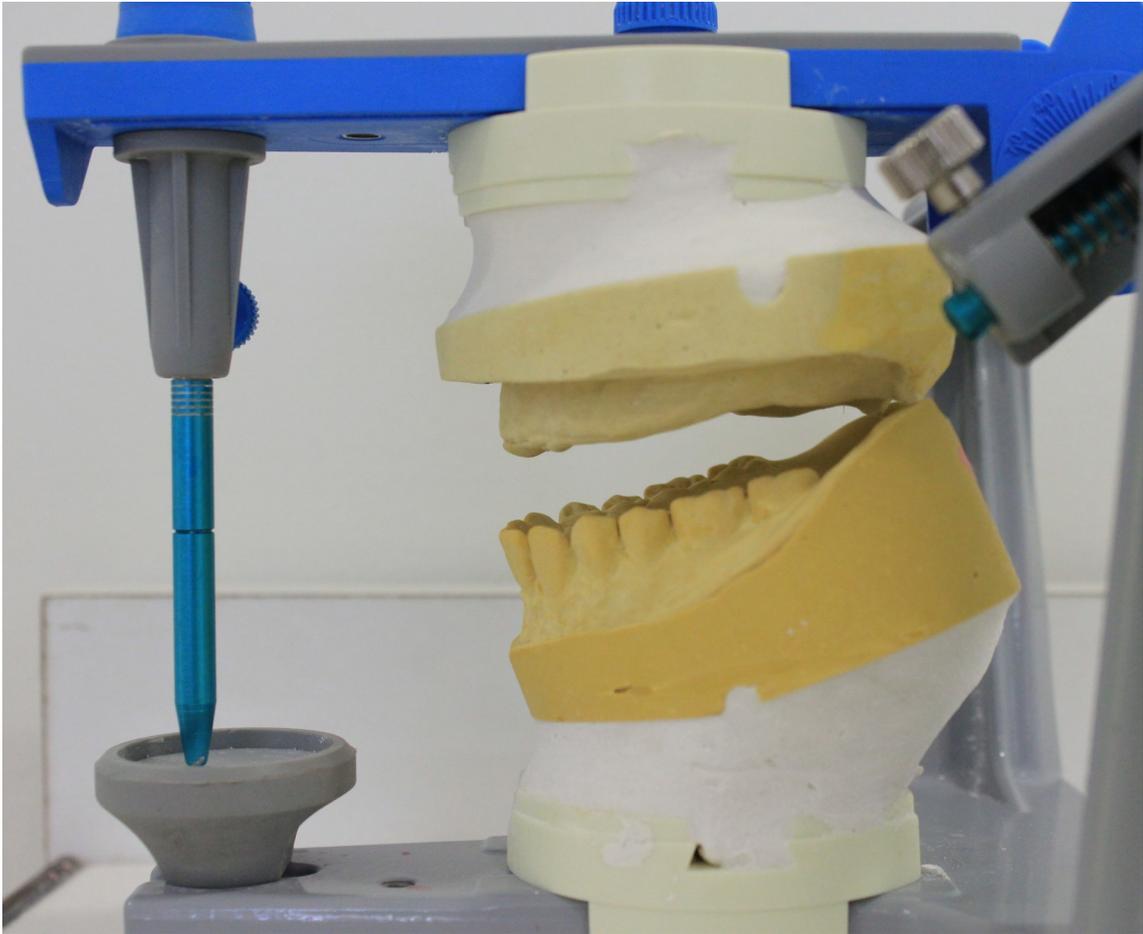


Illustration n°39 : Photographie du montage sur articulateur du modèle secondaire maxillaire original et de la réplique de la Prothèse Amovible Complète mandibulaire en résine réalisée quelques jours auparavant avec une relation inter-maxillaire conservée depuis le jour de l'étape d'enregistrement de celle-ci

Photographie personnelle

Le montage des dents a donc été réalisé sur ce montage sur articulateur (*Illustrations n°40 et 41*), dont les réglages avaient été faits lors de l'étape de l'enregistrement de la relation inter-maxillaire avec le patient.



Illustration n°40 : Photographies de la maquette en cire maxillaire sur la plaque palatine en PEEK montée sur articulateur en vue de face

Photographie personnelle

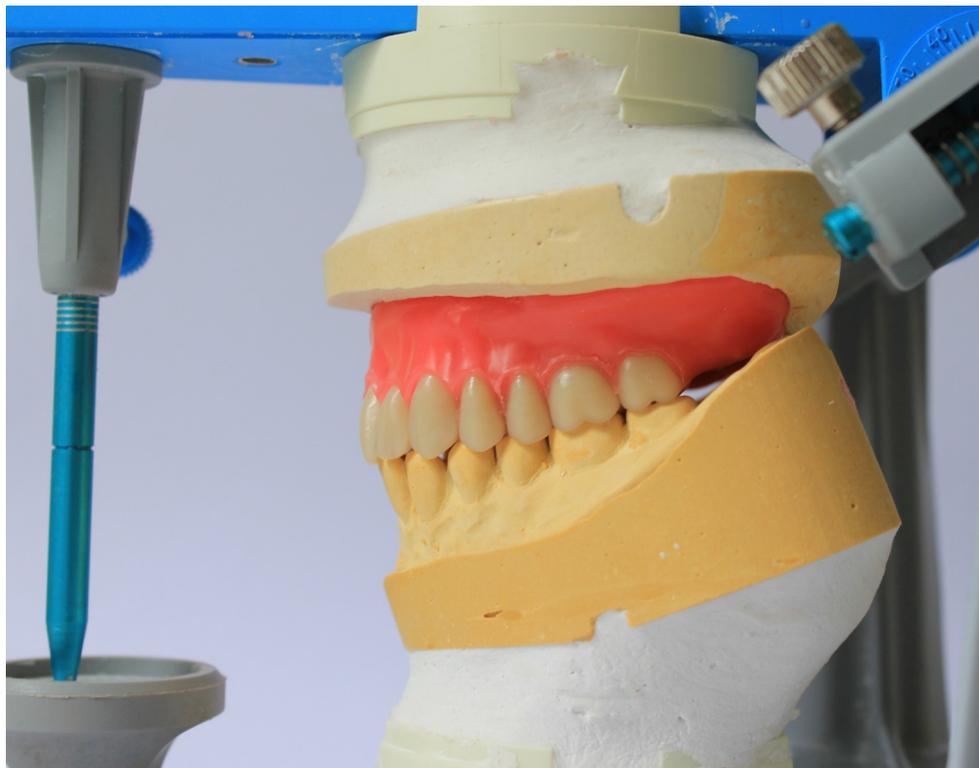


Illustration n°41 : Photographie de la maquette en cire maxillaire sur la plaque palatine en PEEK montée sur articulateur en vue de profil

Photographie personnelle

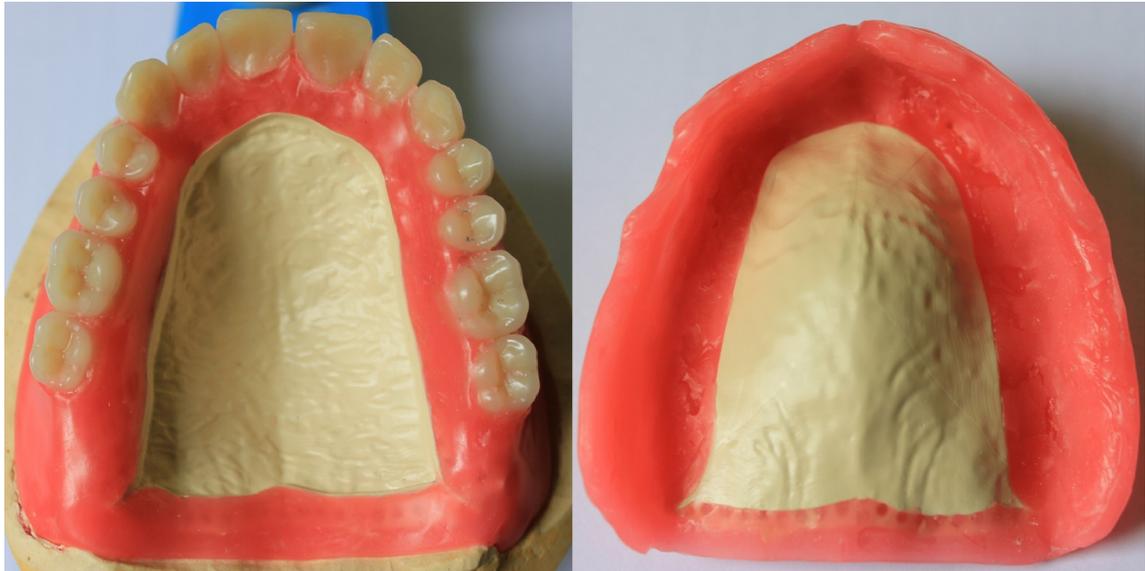


Illustration n°42 : Photographies de l'intrados et de l'extrados de la maquette en cire maxillaire avec plaque palatine en PEEK

Photographies personnelles

Une fois le montage des dents réalisé (*Illustration n°42*), un essayage en bouche doit se faire (*Illustration n°43*).



Illustration n°43 : Photographies de la maquette en cire de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK en bouche

Réalisées par Elias Bittar

Le montage ainsi validé, il est possible de passer à l'étape de la mise en moufle.

V. 3. Mise en moufle et livraison de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK

Les prothésistes du Laboratoire Maillard® ont décidé de ne pas faire de mise en moufle traditionnelle pour éviter tout risque de casse de la plaque en PEEK avec la montée en pression et en température. Ainsi, la résine a été réalisée à froid.

Tout d'abord une clé en silicone a été faite pour enregistrer le positionnement exact des dents, validé lors de l'essayage de la maquette en cire. Le silicone est posé sur les dents et recouvre la cire jusqu'au niveau du socle en vestibulaire et jusqu'à la moitié de la hauteur de la cire en palatin (*Illustration n°44*).



Illustration n°44 : Photographie de la clé en silicone positionnée sur la maquette en cire, elle-même placée sur le modèle secondaire maxillaire

Photographie personnelle

Le retrait du silicone pris est nécessaire pour enlever les dents de la cire et éliminer toute la cire sur la plaque en PEEK. Les dents sont déposées dans un panier

pour les ébouillanter (*Illustration n°45*) et éliminer ainsi tous les résidus de cire.

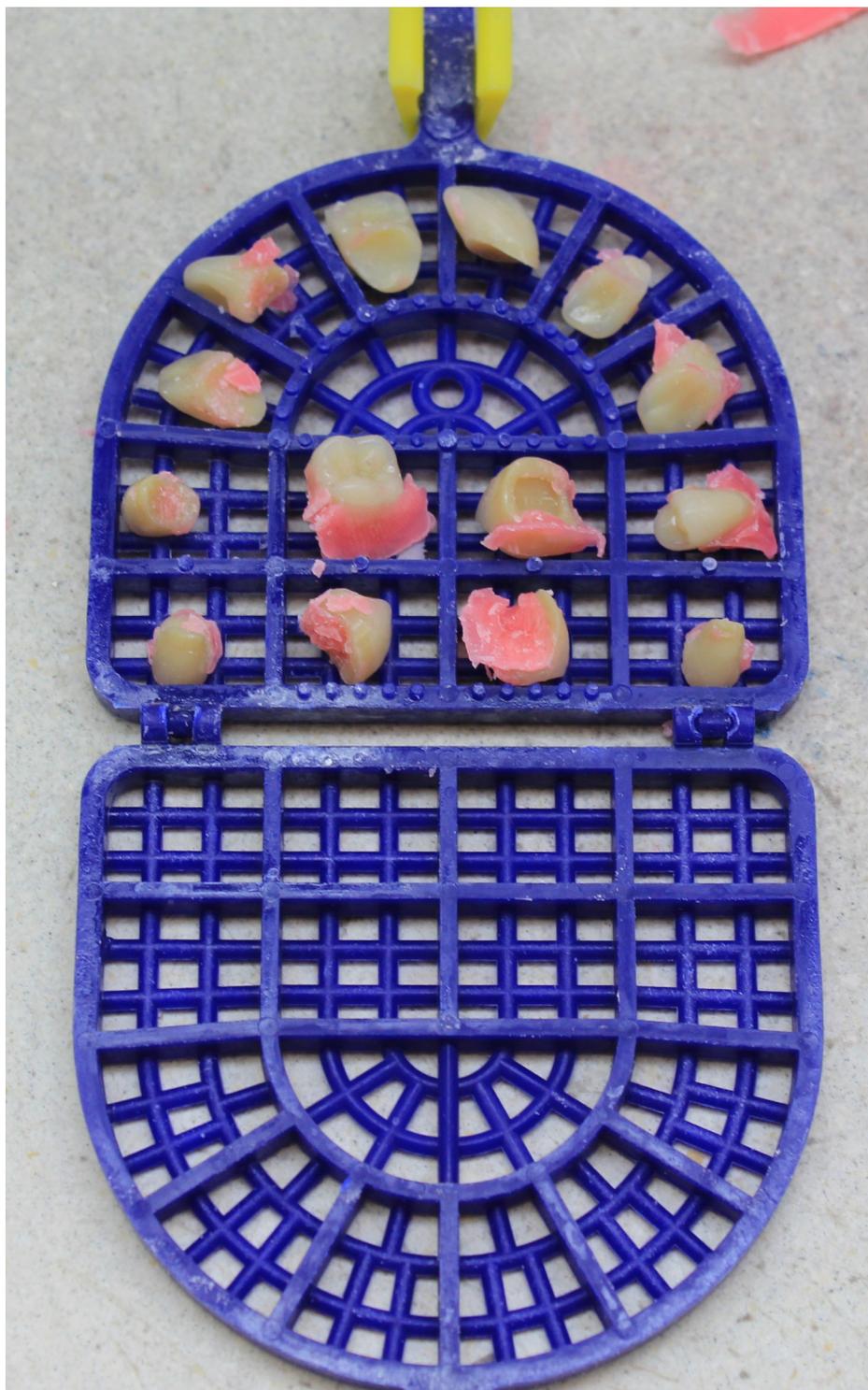


Illustration n°45 : Photographie du panier dans lequel sont déposées les dents en résine

Photographie personnelle

Des rétentions en forme de tranchées sont réalisées une fois toute la cire éliminée des dents (*Illustration n°46*), comme pour la réalisation d'une prothèse traditionnelle. Les dents sont ensuite sablées. Ce sablage permet d'avoir une meilleure

liaison entre la résine et les dents en résine. Il s'effectue sur la face qui sera dans la résine et sur le collet des dents.

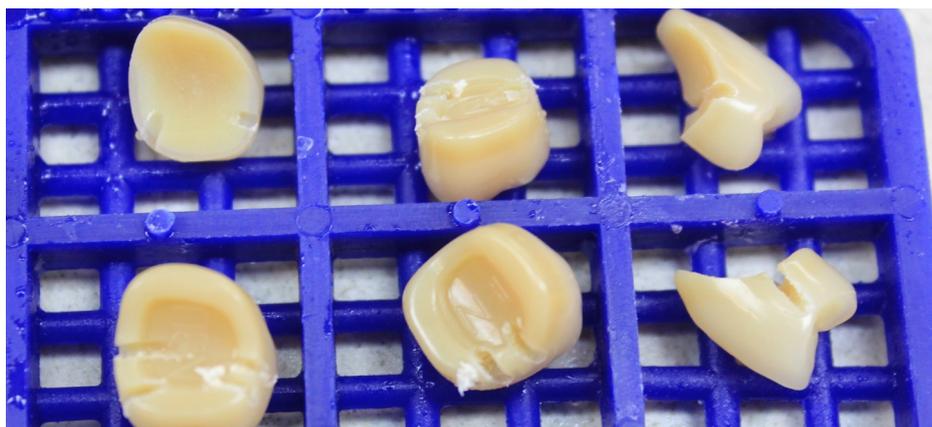


Illustration n°46 : Photographie des rétentions faites sur les dents en résine

Photographie personnelle

Les dents sont ensuite repositionnées dans la clé en silicone (*Illustration n°47*) avec un léger point de colle pour éviter qu'elles ne bougent, qui elle-même est replacée sur le modèle secondaire maxillaire avec la plaque en PEEK.



Illustration n°47 : Photographie des dents en résine avec leurs rétentions repositionnées dans la clé en silicone

Photographie personnelle

Avant de commencer la réalisation de la résine, il faut laisser tremper le modèle secondaire en plâtre dans de l'eau. Cela permet de saturer le plâtre et ainsi lorsque le modèle sera placé dans la cocotte, avec la pression, les bulles du plâtre ne remonteront pas dans la résine.

De plus, pour assurer la désinsertion de la Prothèse Amovible Complète maxillaire du modèle secondaire sans fracture de celle-ci, un vernis d'isolation est appliqué sur le modèle en plâtre.

La résine peut maintenant être réalisée. C'est un mélange liquide/poudre qui est fait avec apport de poudre jusqu'à saturation du liquide. C'est une résine différente de celle utilisée pour les réparations.

L'application de la résine se fait secteur par secteur : le secteur latéral gauche ; le secteur antérieur ; le secteur latéral droit ; le joint postérieur (*Illustrations n°48 et 49*).



Illustration n°48 : Photographie de la manipulation de la résine

Photographie personnelle



Illustration n°49 : Photographie de l'application de la résine avec un couteau à cire

Photographie personnelle

L'ensemble est ensuite placé dans une cocotte (***Illustration n°50***). La cuisson se fait dans de l'eau à 45°C, à une pression de 2 bars, pendant 5 minutes. La cuisson évite les porosités de surfaces et dans l'épaisseur de la résine.



Illustration n°50 : Photographie de la cocotte utilisée pour la cuisson de la résine

Photographie personnelle

La résine utilisée est donc une résine autopolymérisable qu'il faut obligatoirement cuire après application. Toute modification est possible après cuisson, mais à chaque apport de résine il faut refaire une cuisson.

Après cuisson, le silicone est retiré pour voir le résultat obtenu et faire les retouches nécessaires. La prothèse est retirée du modèle (*Illustrations n°51, 52 et 53*).



Illustration n°51 : Photographie de l'intrados de la Prothèse Amovible Complète maxillaire avec plaque palatine en PEEK après cuisson de la résine

Photographie personnelle



Illustration n°52 : Photographie de l'extrados de la Prothèse Amovible Complète maxillaire avec plaque palatine en PEEK après cuisson de la résine

Photographie personnelle



Illustration n°53 : Photographie en vue vestibulaire de face de la Prothèse Amovible Complète maxillaire avec plaque palatine en PEEK après cuisson de la résine

Photographie personnelle

Les finitions doivent être faites. Le modèle est aussi ébarbé. Les excès de résine sont éliminés (*Illustration n°54*).



Illustration n°54 : Photographie des finitions de la résine

Photographie personnelle

Et enfin un polissage doit être réalisé (*Illustrations n°55 et 56*).



Illustration n°55 : Photographie de la première partie du polissage de la résine

Photographie personnelle



Illustration n°56 : Photographie de la deuxième partie du polissage de la résine

Photographie personnelle

Le modèle ainsi fini sera livré au patient (*Illustration n°57*).



Illustration n°57 : Photographie de l'extrados de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK

Photographie personnelle



Illustration n°58 : Photographie de l'intrados de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK

Photographie personnelle

L'occlusion et les latéralités ont été vérifiées au laboratoire et avant insertion en bouche. Une équilibration secondaire s'est avérée nécessaire le jour de la livraison, comme dans le cas de la Prothèse Amovible Complète traditionnelle en résine. Un remontage sur articulateur des Prothèses Amovibles Complètes maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK et mandibulaire en résine a été effectué. Les Prothèses Amovibles Complètes ont été montées à l'aide d'un articulé de Tench fait avec de la cire Aluwax®, avec la tige incisive réglée à +2 mm (*Illustration n°59*).



Illustration n°59: Photographie des Prothèses Amovibles Complètes maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK et mandibulaire en résine montées sur articulateur à l'aide d'un articulé de Tench

Photographie personnelle

La cire Aluwax® a été retirée pour évaluer la quantité de retouches nécessaires. Avec la tige incisive à 0 mm, il n'y avait quasiment aucun contact en occlusion entre les deux prothèses (*Illustration n°60*).



Illustration n°60 : Photographie du montage sur articulateur, avec la tige incisive à 0 mm, des Prothèses Amovibles Complètes maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK et mandibulaire en résine après retrait de la cire Aluwax®

Photographie personnelle

L'occlusion de départ était centralisée sur les molaires, et plus importante à droite (secteurs 1 et 4) (*Illustrations n°61 et 62*).



Illustration n°61 : Photographie des contacts occlusaux sur la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK après retrait de la cire Aluwax® et réglage de la tige incisive à 0 mm

Photographie personnelle



Illustration n°62 : Photographie des contacts occlusaux sur la Prothèse Amovible Complète mandibulaire en résine après retrait de la cire Aluwax® et réglage de la tige incisive à 0 mm

Photographie personnelle

L'occlusion retrouvée après l'équilibration occlusale était généralisée. Les contacts en propulsion, ainsi qu'en latéralités ont été revus également (*Illustrations n°63 et 64*).



Illustration n°63 : Photographie des contacts occlusaux de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK après équilibration occlusale

Photographie personnelle



Illustration n°64 : Photographie des contacts occlusaux de la Prothèse Amovible Complète mandibulaire en résine après équilibration occlusale

Photographie personnelle

Les points de contact en rouge correspondent à l'occlusion, ceux en vert à la propulsion et aux latéralités.

Le résultat en bouche est satisfaisant (*Illustrations n°65, 66 et 67*).



Illustration n°65 : Photographie de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK en bouche en vue occlusale

Photographie personnelle



Illustration n°66 : Photographie de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK en bouche en occlusion en vue de profil droit

Photographie personnelle



Illustration n°67 : Illustration n°66 : Photographie de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK en bouche en occlusion en vue de profil gauche

Photographie personnelle

V. 4. Difficultés rencontrées à chacune des étapes

Cette conception étant une première pour chaque acteur de ce projet, quelques problèmes ont dû être surmontés.

Un fabricant de PEEK a été contacté, mais il s'est avéré impossible pour lui de fournir son matériau car les indications ne correspondaient pas au projet. Il détient cependant des disques de PEEK de couleur rose qui pourraient être plus intéressants à utiliser à l'avenir pour la conception d'une Prothèse Amovible Complète en résine avec plaque palatine en PEEK.

De ce fait, le laboratoire de prothèses avec lequel nous avons travaillé s'est chargé de trouver un disque de PEEK. La mission a été plus simple pour lui. Le disque de PEEK utilisé est le breCAM.BioHPP de chez Bredent®. C'est un disque 98,5 mm de diamètre sur 20 mm d'épaisseur. Le choix de ce disque s'est porté sur les conseils du représentant de Bredent® fournis au laboratoire de prothèses.

Quelques problèmes eurent lieu lors de l'usinage de la plaque palatine en PEEK. Ces problèmes découlaient du fait que c'était la première fois que le laboratoire de prothèse usinait du PEEK. De ce fait, l'usineuse n'avait pas le bon programme pour usiner du PEEK et les premiers essais qui ont été lancés ont échoué.

Il s'avère que les paramètres pour le PEEK sont différents de ceux pour l'usinage du PMMA. En effet, la vitesse de rotation doit être diminuée, ainsi que l'avancement de la fraise. Ceci a entraîné la casse de plusieurs fraises allant trop vite pour l'usinage du PEEK.

Il a fallu contacter le programmeur du logiciel de l'usineuse qui nous a fourni la gamme adaptée pour usiner du PEEK.

Le problème de la mise en œuvre de la résine s'est soulevé. Le risque de réaliser une mise en moufle classique était de fracturer la plaque en PEEK à cause de la pression et de la chaleur utilisées à ce moment-là. Un temps de réflexion a donc été nécessaire pour solutionner le problème. Cependant, la mise en œuvre à froid de la résine n'a posé aucun souci.

Les difficultés rencontrées sont dues au fait que les prothésistes travaillaient ce matériau pour la première fois. Ainsi, lors d'une prochaine exécution, le déroulement des étapes devrait être plus fluide et sans encombres.

V. 5. Avis des acteurs de la conception de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK

Avis du patient

La Prothèse Amovible Complète traditionnelle livrée précédemment au patient a été gardée par nos soins afin d'obtenir un avis centré sur la plaque maxillaire en PEEK. Ceci évitait au patient d'alterner entre les deux prothèses.

Quelques questions ont été posées par la suite au patient. Elles sont à réponses ouvertes et subjectives pour ce dernier (*Tableau n°5*).

Questions	Prothèse Amovible Complète en résine	Prothèse Amovible Complète en résine avec plaque palatine en PEEK
La prothèse amovible complète avec le nouveau matériau est-elle plus confortable que celle en résine ?	Confort comparable.	Prothèse rêche. Les aliments restent collés sur la plaque. Pas moins inconfortable. Plus légère.
Que pensez-vous de l'esthétique des prothèses ?	Esthétique comparable.	L'esthétique est la même car la couleur blanche n'est pas visible.
Resentez-vous une différence de poids entre les deux prothèses maxillaires ?	La résine est plus lourde.	Le PEEK est plus léger.
Vous êtes vous plus facilement habitué à la l'une ou l'autre ?	Adaptation compliquée. Le patient a été sujet à de nombreux réflexes nauséux.	Oui, le patient n'a pas du tout souffert de réflexes nauséux.
Sentez-vous une différence d'épaisseur une fois en bouche au niveau du palais ?	La résine est plus épaisse.	Le PEEK est plus fin.
Avez-vous l'impression qu'une prothèse tient mieux que l'autre au niveau de votre palais ?	La résine tient mieux. « Plus profonde au niveau du palais ». « Plus de mal pour la désinsérer ».	Le PEEK tient, mais légèrement moins bien.
Avez-vous autant de réflexes nauséux avec l'une que l'autre ?	Patient sujet à de nombreux réflexes nauséux.	Absence totale de réflexes nauséux.
Au moment de l'alimentation, avez vous plus la sensation gustative avec une prothèse que l'autre ?	Plus de sensation gustative.	Moins la sensation du goût.
Au moment de l'alimentation, ressentez-vous la chaleur de la même façon avec les deux prothèses ?	Conduction thermique comparable.	Conduction thermique comparable.
Concernant les sensations de votre langue au niveau du palais prothétique, ressentez-vous la même chose avec les deux prothèses ?	La résine est plus douce.	Le PEEK est plus rêche.
Avez-vous un afflux de salive supplémentaire avec l'une des deux prothèses ?	Moins de salivation avec la résine.	Plus de salivation avec la plaque en PEEK.

Voyez-vous une différence entre les deux prothèses ?	Résine plus douce, alimentation plus aisée.	PEEK plus rêche. Alimentation compliquée avec rétention des aliments sur le PEEK.
Avez-vous une préférence entre les deux ?	Aucune des deux	Aucune des deux
Sachant que le tarif d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK équivaut au tarif d'une Prothèse Amovible Complète bimaxillaire en résine, seriez-vous prêt à investir pour ce type de prothèse ?		Non. Pour obtenir le même résultat global, le patient ne voit pas d'intérêt.
Voyez-vous des choses à améliorées ?		Améliorer le polissage de la plaque en PEEK.

Tableau n°5 : Questionnaire de comparaison entre les deux Prothèses Amovibles Complètes, posé oralement au patient

Tableau personnel

Les deux Prothèses Amovibles Complètes ont été livrées avec deux semaines d'intervalle. De ce fait, il existe un biais quant au temps d'adaptation nécessaire au patient vis-à-vis de ces deux prothèses (la position alvéolo-dentaire étant identique pour les deux).

Le palais de l'appareil en résine a été sculpté, pour recréer l'anatomie palatine. La plaque en PEEK n'a pas été polie, seulement usinée, ne donnant pas les mêmes sensations au patient.

Un test de tension superficielle sur la résine, à comparer avec le PEEK, serait intéressant à réaliser.

Pour conclure, le patient ne semble pas voir de différence entre les deux Prothèses Amovibles Complètes. Il préfère le polissage de la résine, ce qui corrobore les données de la littérature. [38]

Bien que le confort global est en faveur de la résine, d'après les réponses apportées par le patient, celui-ci a préféré repartir avec la prothèse en PEEK en bouche.

Avis des praticiens

Aucun des deux praticiens intervenus dans ce projet ne déclare de changements cliniques majeurs pour la réalisation d'une Prothèse Amovible Complète en résine avec plaque palatine en PEEK par rapport à une Prothèse Amovible Complète traditionnelle. L'unique condition pour ceci est le strict respect de toutes les étapes conventionnelles de réalisation d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire.

De plus, ces praticiens ne voient pas d'intérêt à l'heure actuelle de proposer la Prothèse Amovible Complète en résine avec plaque palatine en PEEK à leurs patients. Il n'y a que peu de patients allergiques aux alliages et aux résines.

Le PEEK serait intéressant pour des cas extrêmes, tels que les patients avec un édentement unimaxillaire. Il remplacerait à l'avenir la plaque en Titane, au vu de sa résistance.

Le seul intérêt du PEEK est son indication pour les patients allergiques à la résine. Cependant, il est préférable et judicieux de faire une plaque palatine en Titane plutôt qu'en PEEK pour solidifier l'appareil car il y aura tout autant de résine dessus et le prix sera plus abordable.

Néanmoins, si ces deux cliniciens devaient proposer ce type de prothèse, ce serait toujours en seconde intention.

Il convient de préciser que si c'était possible de réaliser la Prothèse Amovible Complète uniquement en PEEK ou de mettre par-dessus une résine non allergisante, ce produit deviendrait beaucoup plus attractif.

Le rebasage reste un problème majeur pour ce type de prothèse. Les mêmes difficultés sont retrouvées pour rebaser une plaque en Titane.

Avis des prothésistes

Des ajustements ont été faits pour être le plus esthétique possible pour le patient et pour permettre une meilleure adaptation en bouche, avec des retouches possibles (joints périphériques en résine).

Les prothésistes interrogés sont :

- Laure : la responsable de la Prothèse Amovible ;
- Clément : le responsable de la CFAO : Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur ;
- Monsieur Maillard : le responsable du laboratoire de prothèses.

Pour chacun d'eux ce fut la première fois qu'ils travaillaient du PEEK.

La rentabilité de proposer une Prothèse Amovible Complète en résine avec plaque palatine en PEEK est mitigée.

En effet, cela peut s'avérer rentable avec un peu plus d'expérience car le résultat est tout de même probant. Il s'avère qu'il y a peu de changement. La CFAO est le plus gros changement, mais elle ne perturbe pas le déroulement traditionnel des étapes, qui se fait comme pour une Prothèse Amovible Complète résine avec plaque palatine en Titane.

Cependant, le coût du disque en PEEK et le temps d'usinage sont les deux gros critères soulevés en faveur du manque de rentabilité du produit.

Le temps qui a été nécessaire pour confectionner la Prothèse Amovible Complète en résine avec plaque palatine en PEEK s'avère être de 3 jours, en cumulé. Ce temps de réalisation peut être vu à la baisse avec l'expérience. Du temps serait gagné sur toute la partie de CFAO ainsi que sur la partie de la mise en œuvre de la résine.

Pour tous, la confection de ce produit s'est avérée relativement simple malgré les légers problèmes rencontrés énoncés précédemment.

Selon eux, un rebasage ou des retouches peuvent être effectuées comme pour la Prothèse Amovible Complète en résine avec plaque palatine en Titane. Des ajouts de résine seront ainsi faits, et un sablage au préalable sera nécessaire.

Cependant, aucun apport de PEEK ne pourra être réalisé.

Selon eux, seulement deux points seraient à améliorer pour les prochaines fois :

- les arrêts de résine devront être plus biseautés,
- la couleur pourrait être modifiée avec un achat de PEEK rose.

Au niveau du coût de la Prothèse Amovible Complète en résine avec plaque palatine en PEEK :

- le disque de PEEK est à 440€,
- le coût de revient serait estimé à 500€,
- le coût de facturation du laboratoire serait évalué à 671,70€, avec :
 - le porte-empreinte : 11,10€
 - la réalisation du complet : 128,60€
 - la numérisation : 64,00€
 - les dents : 28,00€
 - le disque de PEEK : 440€

Les tarifs indiqués sont ceux appliqués en Mai 2019 pour la confection d'une prothèse maxillaire.

À titre comparatif, le tarif d'un disque de PMMA, de 20 mm d'épaisseur, à usiner, en Mai 2019 est de 90€ TTC, quelque soit la couleur de la résine.

Le tableau ci-dessous (**Tableau n°6**) reprend les différentes réponses apportées par les acteurs de ce projet. Les réponses concernant le PEEK sont comparées à la Prothèse Amovible Complète traditionnelle en résine.

	Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine		Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK	
	Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
Patient	<ul style="list-style-type: none"> - Sensation du goût. - Confortable. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de conduction de chaleur. - Épaisseur importante. - Réflexes nauséeux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Légère. - Moins épaisse. - Plus confortable. - Ne provoque pas de réflexes nauséeux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix élevé. - Plaque palatine en PEEK sèche. - Pas de conduction de chaleur. - Rétention alimentaire.
Prothésistes	<ul style="list-style-type: none"> - Facilité de mise en œuvre. - Rebasage possible. - Retouches possibles. - Grande précision. - Rentable. 		<ul style="list-style-type: none"> - Facilité de mise en œuvre. - Gain de temps grâce à l'usinage. - Retouches minimales du PEEK possibles (retrait des ergots de maintien, désépaissir les grilles sous-prothétiques). - Finesse : 0,85 mm. - Légèreté. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impossibilité de rebaser avec du PEEK. - Logiciel de Prothèse Amovible Complète demande une bonne maîtrise de l'outil. - Retouches majeures du PEEK impossibles (sinon refaire un usinage). - Perte de précision par rapport à la résine. - Résine non mise en moufle mais faite à froid. - Non rentable.
Praticiens	<ul style="list-style-type: none"> - Facilité de mise en œuvre. - Rebasage à la résine autopolymérisable à prise retardée possible. - Retouches possibles. - Prix cohérent. - Rentable. - Maquillage possible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Épaisseur importante : 2 mm. 	<ul style="list-style-type: none"> - Facilité de mise en œuvre. - Finesse : 0,85 mm. - Légèreté. - Grande précision ; adaptation anatomique. - Maquillage possible. 	<ul style="list-style-type: none"> - Impossibilité de rebaser avec de la résine autopolymérisable à prise retardée. - Impossibilité de retoucher du PEEK. - Prix élevé. - Non rentable. - Pas de liaison chimique à la résine.

Tableau n°6 : Tableau récapitulatif des réponses apportées par le Patient, les Prothésistes et les praticiens

Tableau personnel

V. 6. Indications, avantages et inconvénients du PEEK

Ce projet de conception d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK permet de poser quelques uns des avantages et inconvénients du PEEK breCAM.BioHPP de chez Bredent® (*Tableau n°7*).

Avantages	Inconvénients
Facilité de mise en œuvre.	Inesthétique (blanc).
Léger.	Non rentable.
Fin.	Très coûteux.
Biocompatible.	Sa mise en œuvre demande de l'expérience.
Maquillage possible.	Rebasage en PEEK impossible.
	Pas ou peu de liaison chimique avec la résine.

Tableau n°7 : Avantages et inconvénients du PEEK

Tableau personnel

Cependant, il serait intéressant de réaliser quelques tests :

- Des tests mécaniques de résistance à la mastication de la Prothèse Amovible Complète en résine avec plaque palatine en PEEK (résistance à la fracture, test de fatigue) ;
- Des tests d'usure et vieillissement du PEEK dans la salive ;
- Des tests de liaisons chimiques entre la résine autopolymérisable à prise retardée et le PEEK, le PMMA et le PEEK.

Les indications de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK seraient :

- Un édenement unimaxillaire ;
- L'allergie au PMMA ;
- Un frein labial trop marqué ;
- Un diastème inter-incisif ;
- Pour le confort du patient (réflexes nauséux diminués).

VI. Conclusion

La confection d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK s'est avérée possible et relativement simple. Peu de différences sont retrouvées entre celle-ci et la confection d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en Titane. Peu d'ajustements sont nécessaires pour le clinicien.

La conception et la fabrication de la plaque palatine en PEEK étant assistées par ordinateur, le prothésiste ne voit pas sa charge de travail s'alourdir.

Cependant, le plus gros inconvénient d'utiliser le PEEK est le coût que cela engendre. Le PEEK deviendra peut être plus abordable avec le temps. Pour le moment, aucun praticien ni laboratoire de prothèses ne le propose pour la confection d'une Prothèse Amovible Complète. Cependant, son utilisation s'avère plus importante en Prothèse Amovible Partielle et en Prothèse Conjointe.

Ainsi une nouvelle indication pour le PEEK en chirurgie dentaire pourrait prochainement voir le jour.

Néanmoins quelques informations sont manquantes. Il serait intéressant de réaliser divers tests énoncés précédemment pour pouvoir apporter des modifications au PEEK si nécessaire.

Cette thèse fait l'objet d'une étude pré-clinique, afin de voir si le projet est réalisable. Les réponses à certaines de nos questions permettent d'envisager une étude sur plusieurs patients.

Le PEEK pourrait être une alternative à la plaque Titane, il faudrait réaliser une comparaison PEEK/Titane.

Il faudrait également s'intéresser à l'usinage complet du PEEK, et envisager sa comparaison avec l'usinage complet de la résine PMMA.

Table des tableaux

Tableau n°1 : Réalisé par la société « Approflon », Janvier 2010, sur les propriétés du PEEK et les méthodes utilisées pour tester celles-ci.....	18
Tableau n°2 : La résistance à la traction et les modules d'élasticité du PEEK, du CFR-PEEK, du PMMA et des tissus humains minéralisés. [3].....	19
Tableau n°3 : Avantages et inconvénients de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine.....	29
Tableau n°4 : Avantages et inconvénients de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec une plaque palatine en Titane.....	33
Tableau n°5 : Questionnaire de comparaison entre les deux Prothèses Amovibles Complètes, posé oralement au patient.....	84
Tableau n°6 : Tableau récapitulatif des réponses apportées par le Patient, les Prothésistes et les praticiens.....	87
Tableau n°7 : Avantages et inconvénients du PEEK.....	88

Table des illustrations

Illustration n°1 : Les perspectives du PEEK dans le domaine de la dentisterie clinique [3].....	25
Illustration n°2 : Les différentes étapes cliniques et de laboratoire nécessaires à la confection d'une Prothèse Amovible Complète.....	26
Illustration n°3 : Mesure du diamètre de contact des gouttelettes d'eau en fonction du temps sur différents supports de Titane [34].....	34
Illustration n°4 : Photographie du modèle secondaire maxillaire.....	37
Illustration n°5 : Photographies des moules en silicone utilisés par le prothésiste pour faire des duplicatas des modèles secondaires.....	37
Illustration n°6 : Fiche de numérisation.....	40
Illustration n°7 : Photographies du positionnement du duplicata du modèle secondaire maxillaire sur le socle qui sera ensuite installé dans le scanner.....	40
Illustration n°8 : Numérisation.....	41
Illustration n°9 : Duplicata du modèle secondaire maxillaire numérisé.....	42
Illustration n°10 : Positionnement des points de référence pour orienter le modèle.....	42
Illustration n°11 : Photographie de la maquette en cire poudrée, positionnée sur le duplicata du modèle secondaire maxillaire. Le produit utilisé pour le poudrage est le Protétik®.....	43
Illustration n°12 : Maquette en cire numérisée.....	44
Illustration n°13 : Modèle numérisé avec matérialisation de l'axe d'insertion de la prothèse requis.....	44
Illustration n°14 : Visualisation des zones de contre-dépouille.....	45
Illustration n°15 : Mise en place de l'espaceur.....	45
Illustration n°16 : Matérialisation de l'espaceur.....	46
Illustration n°17 : Positionnement de la selle sous-prothétique.....	46
Illustration n°18 : Mise en place de la plaque palatine.....	47
Illustration n°19 : Matérialisation de la plaque palatine.....	47
Illustration n°20 : Mise en place de la grille postérieure.....	48
Illustration n°21 : Mise en place des « arrêts de la résine ».....	48
Illustration n°22 : Modification des arrêts de résine.....	49
Illustration n°23 : Matérialisation de l'extrados de la plaque palatine en PEEK.....	50
Illustration n°24 : Matérialisation de l'intrados de la plaque palatine en PEEK.....	50
Illustration n°25 : Interface du logiciel Worknc Dental®.....	51
Illustration n°26 : Support proposé pour l'usinage de la plaque palatine en PEEK à partir d'un disque de PEEK.....	51
Illustration n°27 : Positionnement de la plaque à usiner au sein du disque.....	52
Illustration n°28 : Positionnement des ergots de maintien.....	52
Illustration n°29 : Visualisation du travail demandé à l'usineuse.....	53
Illustration n°30 : Photographie de l'usineuse CD-05S de chez Charly Dental® avec le disque de PEEK mis en place.....	54
Illustration n°31 : Photographie du disque de PEEK.....	55
Illustration n°32 : Photographies des fraises utilisées par l'usineuse.....	55
Illustration n°33 : Photographies de la plaque palatine en PEEK usinée.....	56
Illustration n°34 : Photographie de la découpe des ergots de maintien reliant la plaque palatine en PEEK usinée à son disque.....	57
Illustration n°35 : Photographies de l'intrados et de l'extrados de la plaque palatine en PEEK.....	58
Illustration n°36 : Photographie de la plaque palatine en PEEK positionnée sur le modèle maxillaire secondaire monté sur articulateur.....	59

Illustration n°37 : Photographie de l'espace entre la grille sous-prothétique de la plaque palatine en PEEK et le modèle maxillaire secondaire monté sur articulateur.....	59
Illustration n°38 : Photographie du positionnement de la cire au niveau de la grille sous-prothétique de la plaque palatine en PEEK.....	60
Illustration n°39 : Photographie du montage sur articulateur du modèle secondaire maxillaire original et de la réplique de la Prothèse Amovible Complète mandibulaire en résine réalisée quelques jours auparavant avec une relation inter-maxillaire conservée depuis le jour de l'étape d'enregistrement de celle-ci.....	61
Illustration n°40 : Photographies de la maquette en cire maxillaire sur la plaque palatine en PEEK montée sur articulateur en vue de face.....	62
Illustration n°41 : Photographie de la maquette en cire maxillaire sur la plaque palatine en PEEK montée sur articulateur en vue de profil.....	62
Illustration n°42 : Photographies de l'intrados et de l'extrados de la maquette en cire maxillaire avec plaque palatine en PEEK.....	63
Illustration n°43 : Photographies de la maquette en cire de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK en bouche.....	64
Illustration n°44 : Photographie de la clé en silicone positionnée sur la maquette en cire, elle-même placée sur le modèle secondaire maxillaire.....	65
Illustration n°45 : Photographie du panier dans lequel sont déposées les dents en résine.....	66
Illustration n°46 : Photographie des rétentions faites sur les dents en résine.....	67
Illustration n°47 : Photographie des dents en résine avec leurs rétentions repositionnées dans la clé en silicone.....	67
Illustration n°48 : Photographie de la manipulation de la résine.....	68
Illustration n°49 : Photographie de l'application de la résine avec un couteau à cire.....	69
Illustration n°50 : Photographie de la cocotte utilisée pour la cuisson de la résine.....	70
Illustration n°51 : Photographie de l'intrados de la Prothèse Amovible Complète maxillaire avec plaque palatine en PEEK après cuisson de la résine.....	71
Illustration n°52 : Photographie de l'extrados de la Prothèse Amovible Complète maxillaire avec plaque palatine en PEEK après cuisson de la résine.....	71
Illustration n°53 : Photographie en vue vestibulaire de face de la Prothèse Amovible Complète maxillaire avec plaque palatine en PEEK après cuisson de la résine.....	72
Illustration n°54 : Photographie des finitions de la résine.....	72
Illustration n°55 : Photographie de la première partie du polissage de la résine.....	73
Illustration n°56 : Photographie de la deuxième partie du polissage de la résine.....	73
Illustration n°57 : Photographie de l'extrados de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK.....	74
Illustration n°58 : Photographie de l'intrados de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK.....	74
Illustration n°59 : Photographie des Prothèses Amovibles Complètes maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK et mandibulaire en résine montées sur articulateur à l'aide d'un articulé de Tench.....	75
Illustration n°60 : Photographie du montage sur articulateur, avec la tige incisive à 0 mm, des Prothèses Amovibles Complètes maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK et mandibulaire en résine après retrait de la cire Aluwax®.....	76
Illustration n°61 : Photographie des contacts occlusaux sur la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK après retrait de la cire Aluwax® et réglage de la tige incisive à 0 mm.....	77
Illustration n°62 : Photographie des contacts occlusaux sur la Prothèse Amovible Complète mandibulaire en résine après retrait de la cire Aluwax® et réglage de la tige incisive à 0 mm.....	77

Illustration n°63 : Photographie des contacts occlusaux de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK après équilibration occlusale.....	78
Illustration n°64 : Photographie des contacts occlusaux de la Prothèse Amovible Complète mandibulaire en résine après équilibration occlusale.....	78
Illustration n°65 : Photographie de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK en bouche en vue occlusale.....	79
Illustration n°66 : Photographie de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK en bouche en occlusion en vue de profil droit.....	80
Illustration n°67 : Illustration n°66 : Photographie de la Prothèse Amovible Complète maxillaire en résine avec plaque palatine en PEEK en bouche en occlusion en vue de profil gauche.....	80

Références bibliographiques

1. Polymères durables de remplacement du métal dans les applications médicales [Internet]. Victrex. [Consulté le 23 mai 2019]. Disponible sur: <https://www.victrex.com/fr/industries/medical>
2. Kausch HH., Heymans N., Plummer CJ., Decroly P. Traité des matériaux. 2001. (Presses polytechniques et universitaires romandes ; Matériaux polymères : propriétés mécaniques et physiques). 2001 ; 14.
3. Najeeb S., Zafar MS., Khurshid Z., Siddiqui F. Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. 2016 ; 60 (1) : 12-9.
4. Villoutreix J., Acetarin JD. Polyétheréthercétone (PEEK) [Internet]. Ref: TIP100WEB - « Plastiques et composites ». 1998 [Consulté le 19 Février 2019]. Disponible sur: <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/materiaux-th11/matieres-thermoplastiques-monographies-42147210/polyetherethercetone-peek-am3394/>
5. Giraud I. Elaboration d'ensimages thermoplastiques thermostables : Influence sur le comportement mécanique des composites PEEK / Fibres de carbone. [Thèse de Doctorat : Sciences et Génie des Matériaux]. Toulouse (France): Université de Toulouse III – Paul Sabatier ; 2011.
2011TOU30328.pdf [Internet]. [consulté le 27 Février 2019]. Disponible sur: <http://thesesups.ups-tlse.fr/1712/1/2011TOU30328.pdf>
6. Xiaoyong S., Liangcheng C., Honglin M., Peng G., Zhanwei B., Cheng L. Experimental Analysis of High Temperature PEEK Materials on 3D Printing Test. 2017 ; 13-6.
7. Sagomyants KB., Jarman-Smith ML., Devine JN., Aronow MS., Gronowicz GA. The in vitro response of human osteoblasts to polyetheretherketone (PEEK) substrates compared to commercially pure titanium. 2008 ; 29 (11) : 1563-72.
8. Zoidis P. Polyetheretherketone Overlay prosthesis over High Noble Ball Attachments to Overcome Base Metal Sensitivity : A clinical Report. 2018 ; 27 (8) : 688-93.

9. Zoidis P., Papathanasiou I., Polyzois G. The Use of a Modified Poly-Ether-Ether-Ketone (PEEK) as an Alternative Framework Material for Removable Dental Prostheses. A Clinical Report. 2015 ; 25 (7) : 580-4.
10. Katzer A., Marquardt H., Westendorf J., Wening JV., Von Foerster G. Polyetheretherketone -- cytotoxicity and mutagenicity in vitro. 2002 ; 23 (8) : 1749-59.
11. Han X., Yang D., Yang C., Spintzyk S., Scheideler L., Li P., et al. Carbon Fiber Reinforced PEEK Composites Based on 3D-Printing Technology for Orthopedic and Dental Applications. Journal of Clinical Medicine [Internet]. [Consulté le 8 Avril 2019]. 2019 ; 8 (2) : 240-57. Disponible sur: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6406436/>
12. ISO 527-1:2012 [Internet]. ISO. [Consulté le 22 Février 2019]. Disponible sur: <http://www.iso.org/cms/render/live/fr/sites/isoorg/contents/data/standard/05/60/56045.html>
13. ISO 62:2008 [Internet]. ISO. [Consulté le 22 Février 2019]. Disponible sur: <http://www.iso.org/cms/render/live/fr/sites/isoorg/contents/data/standard/04/16/41672.html>
14. Impression 3D plastique : l'aérospatial et le médical s'emparent des polycétones. Hoguein S. [Consulté le 22 Novembre 2018]. Disponible sur : <https://www.techniques-ingenieur.fr/actualite/articles/impression-3d-plastique-laerospatial-et-le-medical-semparent-des-polycetones-59931/>
15. Dawson JH., Hyde B., Hurst M., Harris BT., Lin WS. Polyetherketoneketone (PEKK), a framework material for complete fixed and removable dental prostheses: A clinical report. 2017 ; 119, (6) : 867-72.
16. Cheng BC., Koduri S., Wing CA., Woolery N., Cook DJ., Spiro RC. Porous titanium-coated polyetheretherketone implants exhibit an improved bone-implant interface: an in vitro and in vivo biochemical, biomechanical, and histological study. Medical Devices (Auckland, N.Z.). 2018 ; 11 : 391-402.
17. Mishra S., Chowdhary R. PEEK materials as an alternative to titanium in dental implants: A systematic review. Clinical Implant Dentistry and Related Research. 2019 ; 21 (1) : 208-22.

18. Johansson P., Jimbo R., Kjellin P., Currie F., Chrcanovic BR., Wennerberg A. Biomechanical evaluation and surface characterization of a nano-modified surface on PEEK implants: a study in the rabbit tibia. *International Journal of Nanomedicine*. 2014 ; 9 : 3903-11.
19. Costa-Palau S., Torrents-Nicolas J., Brufau-de Barberà M., Cabratosa-Termes J. Use of polyetheretherketone in the fabrication of a maxillary obturator prosthesis: A clinical report. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2014 ; 112 (3) : 680-2.
20. Yang X., Wu Y., Wei K., Fang W., Sun H. Non-Isothermal Crystallization Kinetics of Short Glass Fiber Reinforced Poly (Ether Ether Ketone) Composites. *Materials (Basel, Switzerland)*. 2018 ; 11 (11) : 2094-108.
21. Yabutsuka T., Fukushima K., Hiruta T., Takai S., Yao T. Fabrication of Bioactive Fiber-reinforced PEEK and MXD6 by Incorporation of Precursor of Apatite. *Journal of Biomedical Materials Research Part B Applied Biomaterials*. 2018 ; 106 (6) : 2254-65.
22. Huang J., Wang L., Liu B., Wan S., Xue Q. In Vitro Evaluation of the Tribological Response of Mo-Doped Graphite-like Carbon Film in Different Biological Media. *ACS Applied Materials & Interfaces*. 2015 ; 7 (4) : 2772-83.
23. Delcambre T. Traitement de l'édentement total chez la personne dépendante : intervention à domicile ou en institution. [Paris] : Éditions CdP, impr. 2015. (Collection Mémento / dirigée par Pierre-Hubert Dupas).
24. Lejoyeux J. Prothèse complète. 1, Examen clinique, matériaux et techniques d'empreintes. 2ème. Paris : Maloine, 1970.
25. Lejoyeux J. Prothèse complète. 2, Diagnostic, traitement. Paris : Maloine, 1976.
26. Collet G., Dabadie M., Fougeret JM., Pennequin G. Prothèse adjointe complète, Une technique un traitement. Paris : S.N.P.M.D., 1988.
27. Hùe O., Berteretche MV. Prothèse complète: réalité clinique, solutions thérapeutiques. *Quintessence International* ; 2003.
28. McCord JF., Smith P., Grey NJA. Treatment of edentulous patients. [Texte imprimé]. Churchill Livingstone ; 2004.

29. Sampaio FNCS., Pinto JRR., Turssi CP., Basting RT. Effect of sealant application and thermal cycling on bond strength of tissue conditioners to acrylic resin. *Brazilian Dental Journal*. 2013 ; 24 (3) : 247-52.
30. Kim JH., Choe HC., Son MK. Evaluation of adhesion of relined resins to the thermoplastic denture base resin for non-metal clasp denture. *Dental Materials Journal*. 2014 ; 33 (1) : 32-8.
31. Adhésifs et substituts de rétention en prothèse amovible. [Texte imprimé]. Association dentaire Française; 2007. (Dossiers ADF).
32. Kulkarni M., Mazare A., Gongadze E., Perutkova Š., Kralj-Iglič V., Milošev I., et al. Titanium nanostructures for biomedical applications. *Nanotechnology*. 2015 ; 26 (6).
33. Hotchkiss KM., Reddy GB., Hyzy SL., Schwartz Z., Boyan BD., Olivares-Navarrete R. Titanium surface characteristics, including topography and wettability, alter macrophage activation. *Acta Biomaterialia*. 2016 ; 31 : 425-34.
34. Kulkarni M., Patil-Sen Y., Junkar I., Kulkarni CV., Lorenzetti M., Iglic A. Wettability studies of topologically distinct titanium surfaces. *Colloids and Surfaces B : Biointerfaces*. 2015 ; 129 : 47–53.
35. Hayakawa I., Akiba N., Keh E., Kasuga Y. Physical properties of a new denture lining material containing a fluoroalkyl methacrylate polymer. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2006 ; 96 (1) : 53-8.
36. Yanagida H., Taira Y., Shimoe S., Atsuta M., Yoneyama T., Matsumura H. Adhesive bonding of titanium–aluminum–niobium alloy with nine surface preparations and three self-curing resins. *European Journal of Oral Sciences*. 2003 ; 111 (2) : 170-4.
37. Taira Y., Matsumura H., Atsuta M. Bonding of titanium with acidic primers and a tri-n-butylborane-initiated luting agent. *Journal of Oral Rehabilitation*. 1997 ; 24 (5) : 385-8.
38. Esclassan R., Esclassan-Noirrit E., Lacoste-Ferré MH., Guyonnet JJ. Prothèse adjointe partielle : occlusion, choix et montage des dents. *Polymérisation des bases*. EMC - Dentisterie. 2004 ; 1 (1) : 2-24.

La Prothèse Amovible Complète maxillaire et le PolyÉther Éther Cétone (PEEK) /
CRETIN-MAITENAZ Tatiana.- p. (76) : ill. (74) ; réf. (38).

Domaines : Prothèses ; Biomatériaux

Mots clés Rameau: Prothèses dentaires complètes ; Polymères en odontostomatologie ; CFAO, Systèmes de.

Mots clés FMeSH: Prothèse dentaire complète supérieure ; Polymères ; Conception assistée par ordinateur.

Mots clés libres : PolyÉther Éther Cétone (PEEK).

Résumé :

La Prothèse Amovible Complète est souvent présentée comme complexe et difficile à appréhender.

De nombreux matériaux apparaissent sur le marché pour la confection de celle-ci.

Le PolyÉther Éther Cétone est utilisé depuis de nombreuses années en chirurgie orthopédique, mais n'est pas employé de façon fréquente pour la réalisation de prothèses dentaires. Il pourrait être une alternative à la prothèse traditionnelle pour raison de confort ou d'allergie.

La confection d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire en PolyÉther Éther Cétone est présentée.

Les objectifs de cette étude pré-clinique sont d'étudier la complexité de mise en œuvre du PolyÉther Éther Cétone dans la confection d'une Prothèse Amovible Complète maxillaire et d'évaluer, par le biais de différents acteurs, la possibilité d'étendre l'utilisation de ce matériau dans le domaine de la Prothèse Amovible Complète.

Le PolyÉther Éther Cétone est présenté afin d'obtenir ses indications en Prothèse Amovible Complète, ses avantages et inconvénients. Les étapes cliniques et de laboratoire de réalisation d'une Prothèse Amovible Complète avec plaque palatine en PolyÉther Éther Cétone sont développées.

Des recherches complémentaires devraient être entreprises afin d'étendre l'utilisation de ce matériau au domaine de la Prothèse Amovible Complète.

JURY :

Président : Professeur Pascal BEHIN

Assesseurs : Docteur Claude LEFEVRE

Docteur Thierry DELCAMBRE

Docteur Thomas DENNEULIN