

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou

Faculté de Médecine

Département de Médecine Dentaire



## **MEMOIRE**

### **DE FIN D'ETUDES**

*En vue de l'obtention du diplôme de docteur en médecine dentaire*

### **Thème**

***Prothèse partielle à châssis métalliques au laboratoire  
technique conventionnelle ou CFAO***

#### **Présenté par :**

M<sup>lle</sup> ADDA Sarah

M<sup>lle</sup> ADDAR Zohra

M<sup>lle</sup> AIT MOULOUD Manel

M<sup>f</sup> BERKANE Mohammed ouali

M<sup>lle</sup> DJAMA Mélissa

M<sup>lle</sup> BRACHEMI Camélia

M<sup>lle</sup> DEHBI Lisa

#### **Encadré par :**

**Dr HANOUCHE. L**

#### **Membres du jury :**

Dr AYAD SID BILLAL HAMIDALLAH

Dr BOUBRIT. S

Dr AININE. M

Mr BELMIHOUB Kamel

Président de jury

Examinatrice

Examineur

Invité

**Année universitaire : 2022/2023**

# Remerciement

Nous remercierons,

**DIEU**, le tout puissant de nous avoir donné le courage, la volonté et la patience de mener à terme ce travail.

Notre encadreur, **Dr HANOUCHE**, maître assistante en prothèse dentaire, au CHU de Tizi-Ouzou. Votre soutien, votre disponibilité, vos conseils, vos compétences et votre sens critique ont été très utiles pour structurer ce travail et améliorer la qualité de son contenu. Votre Dimension humaine, votre humour et votre passion pour la prothèse nous ont été d'une richesse, pour nous, durant cette année de travail.

Notre respect et notre estime pour vous sont intarissables.

**Dr AYAD SID BILLAL HAMIDALLAH**, maître assistant en prothèse dentaire à l'HCA, vous nous faites l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse. Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de notre profond respect.

**Dr BOUBRIT .S**, maître assistante en prothèse dentaire, à la clinique dentaire Pr. Hannachi .A CHU Tizi-ouzou, nous vous remercions d'avoir accepté d'examiner cet humble travail. Veuillez trouver, dans ce travail, le témoignage de notre sincère reconnaissance.

**Dr Ainine .M**, assistant en prothèse dentaire à la clinique dentaire Pr. Hannachi .A CHU Tizi-ouzou nous vous sommes très reconnaissants pour votre disponibilité.

**Mr Belmihoub .K** prothésiste dentaire, nous vous remercions pour votre disponibilité et générosité. Que ce travail, soit l'expression de notre profond respect et reconnaissance.

Également, tous ceux et celles, qui de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire de fin d'études.

## Dédicaces

Avant toute chose « ma réussite dépend uniquement de Dieu en lui je place ma confiance ; et c'est vers lui que je reviens repentant »

À ma précieuse maman **Farida** sans ta présence ; ton soutien et tes encouragements je n'aurais pu continuer ce long chemin ; on a traversé ensemble ces six dernières années les plus dures périodes de nos vies ; t'as su m'épauler me redonner espoir même quand toi-même tu l'avais perdu. Les mots ne suffiront pour te décrire ni te remercier pour tous les sacrifices que tu as fait pour moi ; à la meilleure éducation que tu m'as offerte ; j'aurais tellement aimé que tu sois présente avec moi en ce jour si précieux pour voir le fruit de tes sacrifices ; mais le destin a voulu autrement ; te voir guérie est mon plus grand souhait dans cette vie. Que ce modeste travail soit l'expression de ma plus grande affection et un témoignage de mon attachement et ma profonde reconnaissance.

À l'homme de ma vie ; mon très cher père **Ferhat** tu m'as été d'un grand secours tout au long de ma vie ; merci énormément de m'avoir donné la confiance et la liberté de toujours choisir ce que je voulais dans ma vie ; j'espère ne jamais te décevoir ; te rendre toujours fier est mon éternel devoir. Que ce travail soit l'expression de mon profond respect et reconnaissance.

À mes sœurs **Kenza** et **Lyna** et mon frère **Arezki** nous avons beaucoup traversé ensemble ; nos rires ; nos joies ; nos souvenirs ; nos taquineries ; vos compliments m'ont toujours poussé vers l'avant je vous remercie pour tout. Ma réussite est la vôtre aussi

À toi Nadia ma confidente depuis notre première année au collège merci d'être toi-même et la même durant toutes ces années ; merci d'être la sœur qui m'écoutait ; me comprenait sans jamais me juger. Ce travail est dédié pour toi.

À mes amis depuis le primaire jusqu'au lycée spécialement ma classe de terminale vous me manquez tellement surtout Titi qui nous a tôt quitté. Ce travail est dédié pour vous.

Aux plus belles rencontres de la fac **Lisa** ; **Camélia** ; **Manel** ; **Zahra** ; nous avons beaucoup partagé ensemble ; nous qui ont toujours su transformer nos pires moments en rires et blagues ; je vous dois les plus beaux jours de la fac. J'espère que la fin de ce cursus ne mettra fin à cette précieuse amitié ; je vous aime fort.

À mes amis du cursus en lisant ça ; vous allez certes vous reconnaître j'ai eu l'honneur de vous croiser et faire votre connaissance et de partager de bons moments avec vous ; je vous souhaite le bonheur et la réussite dans vos vies.

À **Dr Ouharoun.R** et son équipe merci énormément de m'avoir ouvert vos portes pour apprendre et évoluer dans mon domaine et d'atteindre ce que je suis aujourd'hui ; merci de m'avoir toujours fait confiance et me gagner de la confiance en soi ; votre générosité d'information ; votre sage comportement et votre correction m'ont tant appris. Je vous dois cette réussite.

À toute la famille **Djama** que ce travail soit l'expression de ma plus grande fierté que je porte pour ce nom.

À toute personne qui m'a soutenue ; encouragé et cru en moi ; à toute personne qui m'a déçu ; sous-estimé ou découragé. Vous pouvez accuser réception de ma réussite.

**Mélissa**

Je dédie ce travail :

A mes **parents**, merci pour tout l'amour que vous me donnez depuis 23 ans. Vous avez toujours été d'un soutien constant, et j'espère vous rendre fiers aujourd'hui.

A **Nassim**, le meilleur frère, qui m'a littéralement toujours poussé à faire de mon mieux, la vie ne serait pas aussi divertissante sans toi.

A mes **grands-parents**, vous avez toujours veillé sur moi, même de loin, j'espère vous rendre fiers.

A ma **famille**, qui a toujours su me rendre plus forte.

A mon **oncle, tante et cousins** Sabrina, Ahmed, Yacine, Malek.

A mes meilleurs amis, A **Ouissem**, merci pour ton soutien tout au long de ces années, et pour l'amour que tu m'apportes jour après jour. On a grandi mais notre amitié reste intacte, ces études n'auraient pas été aussi belles sans toi. A **Imene**, pour ta gentillesse ta franchise et bienveillance envers moi. A **Ghiles**, pour avoir toujours su me conseiller et pour avoir été toujours là pour moi

A **Carine**, pour ton soutien et ta gentillesse et a la bonne humeur que tu me communique.

A mes meilleures amies dentistes, **Lisa,Manel A, Melissa,Manel C, Zahra**, Merci pour tous ces souvenirs inoubliables, ces 6 ans sont passées si rapidement grâce à vous

A toute l'équipe du cabinet, **Dr Moali**, et **sa femme**, à mon formateur merci pour votre gentillesse et générosité, votre patience et soutien mental pendant toute cette année pour avoir toujours cru en moi et avoir su voir mon potentiel

Tous mes formateurs **Dr Merabtene,DrAziz,DrBrahmi,Dr Laga**.

A tous ceux qui, par un mot, m'ont donné la force de continuer.

**Camélia**

Je dédie ce travail :

À toi, ma **chère mère**, Il est impossible de trouver les mots pour exprimer toute ma gratitude et mon amour envers toi. Tu as été ma source constante d'amour, de force et de soutien tout au long de mon parcours. Tu as toujours cru en moi, même lorsque j'en doutais moi-même, et tu m'as encouragé à poursuivre mes rêves avec passion et détermination. Ta présence aimante a illuminé mes journées les plus sombres et ta voix douce a été mon réconfort dans les moments de doute. Tu as sacrifié tant de choses pour mon bonheur et mon bien-être, sans jamais rien demander en retour. Ta générosité et ta bienveillance sont des exemples que j'aspire à suivre chaque jour de ma vie.

À toi, mon **cher père**, pilier de ma vie. Ton dévouement et ton soutien indéfectible m'ont permis d'atteindre ce moment crucial. Tu m'as enseigné la valeur du travail acharné, de la persévérance, du courage et de la détermination. Tes conseils avisés et ton exemple inspirant m'ont guidé tout au long de cette aventure . Je te suis reconnaissante pour tout ce que tu as fait et tu continues de faire pour moi. À toi mon **frère**, qui nous a quitté trop tôt. Ta mémoire demeure vivante en moi, tu restes à jamais gravé dans nos cœurs. Cette thèse est une humble manière de rendre hommage à ta mémoire et de perpétuer ton héritage.

À mes **sœurs chéries**, qui ont été mes confidentes, mes alliées et mes soutiens constants. Votre présence bienveillante, vos encouragements et votre amour inconditionnel ont été une source de force et de réconfort tout au long de ce parcours.

Nous avons partagé ensemble des moments précieux et des épreuves qui ont renforcé nos liens indéfectibles. Cette thèse est également la vôtre, car vous avez contribué à sa réalisation de bien des manières. Merci pour votre soutien sans faille et votre amour sincère.

À mes **copines**, à travers nos rires partagés, moments de complicité et les épreuves surmontées ensemble, vous avez été mes confidentes, mes conseillères, vous m'avez apporté de la joie et des souvenirs inoubliables.

**Zahra**

Je dédie ce travail :

A Mes **Parents**, sans vous rien n'aurait été possible. Vous avez toujours été là pour moi, merci pour l'éducation que vous m'avez donné, les valeurs que vous m'avez inculquées et de m'avoir toujours donné l'envie d'aller vers l'avant. Je vous dois ce que je suis et ce que je serai demain.

A ma grande sœur, **Wafaa**, ma confidente et ma meilleure amie, pour ton soutien, ta bonne humeur, ta joie et nos moments de complicité.

A Mes grands frères, **Belaid** et **Amine**, pour votre présence et votre soutien. Que Dieu vous garde pour moi.

En douce mémoire de ma grand-mère et de mon grand-père, **HamdiniHlima** et **Ait Mouloud Mohamed oussalem** ; que Dieu vous accorde sa sainte miséricorde.

A mes petits rayons de soleils, **Aylanet Neyla**, mes amours, vous êtes l'un des plus beaux cadeaux que Dieu m'a offerts. Un jour vous saurez à quel point je vous aime.

A mes **grands-parents**, mes **tantes** et mes **oncles**, que Dieu vous donne une longue et joyeuse vie.

A mes **cousins** et **cousines**, pour leur soutien indéfectible.

A ma sœur de cœur, **Mila**, a cette amitié sincère que ni le temps ni le destin n'ont pu ébranler ; les mots seraient insuffisants pour exprimer ma reconnaissance.

A mes chères amies, **Lisa**, **Melissa**, **Camélia** et **Zohra**, avec qui j'ai passé mes plus beaux moments mais aussi les plus difficiles durant ce cursus.

Au cabinet du **Dr Moukkes** et à **Dr Belarbi .R**, qui m'ont fait confiance, m'ont partagé leurs connaissances et surtout qui m'ont donné le goût de travailler, dans la joie et la bonne humeur.

A toutes les merveilleuses rencontres, à toute personne qui m'a soutenu jusqu'au bout ou qui m'a lâchée en cours de route, vous avez tous apporter une pierre à l'édifice.

A toutes les personnes qui ont des rêves pleins la tête, qui se battent pour leur accomplissement et n'abandonnent jamais à mi-chemin.

Et enfin, à la petite **Maneld**'hier, qui maintenant, du haut de ses 23 ans, avance d'un pas ambitieux dans la cour des grands.

## Manel

Je dédie ce travail :

**A mes parents,**

Merci à mon père **RABAH** qui est le meilleur des papas et à ma très chère mère **BECHEKER SAMIA**, de m'aimer et de m'offrir cette vie que je mène, pour m'avoir donné les clés de la réussite, m'avoir toujours supporté, et soutenue pendant ces longues années d'études qui m'ont permis de faire le Métier dont j'ai toujours rêvé, sans vous rien n'aurait été possible. Vous avez toujours été là pour moi à guider mes choix et à m'enseigner les valeurs qui m'ont permis d'arriver où je suis aujourd'hui. Merci de m'avoir donné la motivation pour atteindre mes objectifs.

Je vous aime de tout mon cœur. J'espère vous avoir rendus fiers. Cette réussite est avant tout la vôtre.

A mon cher frère **Chabane**, qui n'a pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir tout au long de mon cursus.

A ma chère sœur **Thinhinane** et mon beau-frère **Hakim**, qui m'ont chaleureusement soutenu, encouragé, réconforté durant mes années d'études.

A ma chérenièce **Nelya**, pour le bonheur qu'elle a apportée à notre famille, ses sourires et ses yeux.

A la mémoire de ma chère grand-mère **DegdagOuzena** qui j'aurais aimé qu'elle soit avec nous aujourd'hui.

A mon oncle **Abdelkader**, merci d'être un deuxième père pour moi et de m'aimer de me soutenir depuis toute petite.

A ma famille, mes **grands-parents, oncles, tantes, cousins, cousines** de loin ou de près je vous remercie vous m'avez permis d'avancer et de progresser.

A mes meilleurs amis et aimables compagnons durant tout mon cursus A.B, A.L, B.D<sup>2</sup>, et tous mes amis du primaire jusqu'à l'université, je vous remercie de faire ce parcours avec moi .

Au futures dentistes et meilleures amies qui ont marqué mes 6 ans à la fac, grâce à vous et avec vous je n'oublierais jamais ces moments si précieux nos fou rire à nos stress, nos sorties, nos disputes, nos frites omelettes et nos chachnaq merci infiniment.

Au meilleur dentiste **Dr Moali.H** un grand merci à toi et toute l'équipe du cabinet, grâce à vous j'ai aimé la médecine dentaire encore plus, merci de m'encourager et me pousser vers l'avant, m'avoir donné la chance de voir le monde des dentistes autrement et de faire partie de votre équipe.

À toute la famille **DEHBI** que ce travail soit l'expression de ma plus grande fierté que je porte pour ce nom.

À toute personne qui m'a soutenue ; encouragé et cru en moi ; à toute personne qui m'a déçu ; sous-estimé ou découragé. Vous pouvez accuser réception de ma réussite.

**Lisa**

Je dédie ce travail à

Ma chère **maman**, je ne saurais comment t'exprimer ma gratitude, toi qui as toujours su être là pour moi. Merci pour soutien, tes douaaas, et surtout d'avoir fait en sorte que le seul obstacle qui puisse se mettre en travers de ma réussite ne soit que moi-même.

J'espère qu'un jour je deviendrais la battante que tu as toujours représenté pour moi,

Mon cher **papa**, à qui j'ai fait rater tant de grasses matinées pour me conduire à l'université. Paresseuse que je suis, je ne serais probablement pas partie autrement. Merci papa, pour ton soutien moral et matériel, pour tes conseils, je te dédie ce travail même si je sais que ça ne suffira jamais pour te rendre hommage.

Mon frangin, **Rafik**, je te remercie d'avoir motivé le choix de ma spécialité, et d'avoir rempli ma fiche de vœux ce jour-là. Aujourd'hui, je ne me vois pas faire autre chose que ce métier, et je trouve que c'est l'un des meilleurs choix de ma vie.

A mes chats **Michou** et **Micha** ! pour avoir veillé à mes côtés et m'avoir tenu compagnie, nuit après nuit, pendant que je révisais mes semestres à la dernière minute. Mes boules de poils, votre présence a toujours su m'apaiser, et me faire sourire pendant mes moments de pression, j'en profite aussi pour vous dire que je vous pardonne d'avoir à tour de rôle versé du café sur mes cours.

A mes grands-parents, mes oncles et tantes, mille mercis.

A mes amies, vous avez certes laissé le pays aux oubliettes mais moi je ne vous y oublie pas, merci de m'avoir soutenu de m'avoir remonté le moral quand j'en avais besoin, merci pour votre compagnie, les rires et les folies qui égaillé mes 6 longues années d'études.

**Sarah**

## **Dédicaces**

Du plus profond de mon cœur, avec l'expression de ma reconnaissance, je dédie ce modeste travail à ceux qui ont toujours été à mes côtés quelles que soient les circonstances, je n'arriverais jamais à leur exprimer mon entière gratitude.

A mes chers parents, ma mère et mon père; qui n'ont jamais cessé de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs et réaliser mes rêves.

A mes frères et sœurs; pour leur indéfectible soutien et leurs conseils précieux durant toutes ces années.

A mes amis et mes camarades; pour leurs aides et leurs encouragements.

Sans oublier tous les professeurs de mon Parcours scolaire et universitaire

Merci pour tout.

**Mohammed Ouali**

# Table des matières

Liste des abréviations	
Liste des figures	
introduction generale.....	1

## chapitre I: Rappels

<b>I</b>	<b>Rappel.....</b>	<b>2</b>
I.1	Les éléments anatomiques en rapport avec la PPA à châssis métallique :.....	2
I.1.1	Les structures dento parodontales :.....	2
I.1.2	Les structures ostéo muqueuses :.....	4
I.1.3	Les structures périphériques :.....	5
I.1.4	Les indices biologiques positifs et négatifs :.....	6
I.2	Classification des arcades partiellement édentées : .....	14

## chapitre II: Prothèse partielle à châssis métallique

<b>II</b>	<b>Prothèse partielle à châssis métallique .....</b>	<b>16</b>
II.1	HISTORIQUE : .....	16
II.2	Définition de la PPACM .....	17
II.3	Les constituants d'une PPACM .....	17
II.3.1	La connexion principale ou l'armature .....	18
II.3.2	Les selles :.....	24
II.3.3	Les appuis dentaires :.....	26
II.3.4	moyens d'ancrage.....	29
II.4	Les principes d'équilibre en PPACM .....	38
II.4.1	Les mouvements des prothèses (Tabet) :.....	38
II.4.2	Conditions d'équilibre des prothèses (Housset) :.....	41
II.5	Les biomatériaux en PPA .....	44
II.5.1	Introduction .....	44
II.5.2	Les différents biomatériaux utilisés en PPA : .....	44

### chapitre III: prothèse partielle à châssis métallique au laboratoire

<b>III PPAC au laboratoire .....</b>	<b>51</b>
III.1	Technique conventionnelle ..... 51
III.1.1	Préparation du modèle de travail..... 51
III.1.2	Préparation de la réplique en matériau réfractaire « la duplication » : ..... 52
III.1.3	La coulée de l’empreinte au matériau réfractaire :..... 55
III.1.4	Réalisation de la maquette prothétique : ..... 57
III.1.5	Fixation des tiges, cône de coulée :..... 59
III.1.6	Mise en revêtement : ..... 60
III.1.7	Chauffe du cylindre et fusion des alliages :..... 61
III.1.8	Coulée de l’alliage : ..... 62
III.1.9	Etapas de finition : ..... 64
III.2	Technique numérique ..... 66
III.2.1	Définition :..... 66
III.2.2	Composition de la CFAO : ..... 66
III.2.3	Les techniques de la CFAO ..... 67
III.2.4	La conception assistée par ordinateur ..... 68
III.2.5	La fabrication assistée par ordinateur ..... 69
III.2.6	Matériels : ..... 73
III.2.7	Etapas de réalisation d’une PPACM :..... 76
III.2.8	Etapas de conception assistée par ordinateur : ..... 78
III.2.9	Fabrication assistée par ordinateur :..... 82

### chapitre IV: Comparaison des deux techniques de conception d'une PPACM

<b>IV Comparaison des deux techniques de conception d'une PPACM : .....</b>	<b>87</b>
IV.1	Technique conventionnelle ..... 87
IV.1.1	Les avantages : ..... 87
IV.1.2	Les inconvénients :..... 87
IV.2	Technique numérique : ..... 88
IV.2.1	Avantage :..... 88
IV.2.2	Inconvénients : ..... 92

## Partie pratique

<b>V Prtie pratique .....</b>	<b>94</b>
V.1 Cas clinique 01 :.....	94
V.2 Cas clinique N°2 :.....	110
V.3 Discussion : .....	123
<b>VI Conclusion .....</b>	<b>124</b>
<b>references bibliographiques .....</b>	<b>125</b>

## Liste des abréviations

**3D** : trois dimensionnelle

**ATM** :Articulation Temporo-mandibulaire

**DV** :Dimenssion Verticale

**CAO** : conception assistée par ordinateur

**CFAO** : conception et fabrication assistées par ordinateur

**Cl** : Classe

**Coll** :Collaborateurs

**FAO** : fabrication assistée par ordinateur

**K.A** : Kennedy Applegate

**Mod** :Modification

**PAEK** : polyaryléthercétone

**PAPCM** : prothèse amovible partielle à châssis métallique

**PAPIM** : prothèse amovible partielle à infrastructure métallique

**PEEK** : polyétheréthercétone

**PMMA** : polyméthacrylate de méthyle

**PPA** :Prothèse Partielle Adjointe

**RC** :Relation Centrée

**STL** : stéréolithographie

**SLA** : stereolithography apparatus

**UV** :Ultra Violet

## Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Organe dentaire en rapport avec la prothèse .....	4
<b>Figure 02</b> : Freins médians et latéraux .....	7
<b>Figure 03</b> : Crête en lame de de couteau .....	8
<b>Figure 04</b> : Crête en forme de U.....	8
<b>Figure 05</b> : Les différentes formes de voûtes palatines.....	9
<b>Figure 06</b> : Zone de Schroeder .....	9
<b>Figure 07</b> : Ligne de réflexion du voile du palais .....	10
<b>Figure 08</b> : Papille rétro-incisive .....	10
<b>Figure 09</b> : Tubérosités .....	11
<b>Figure 10</b> : Sillon ptérygo-maxillaire .....	11
<b>Figure 11</b> : Ligne mylo-hyoidienne.....	12
<b>Figure 12</b> : Tori mandibulaires .....	13
<b>Figure 13</b> : Trigone rétro-molaire .....	14
<b>Figure 14</b> :Classification de Kennedy-applegate.....	15
<b>Figure 15 (a)</b> : Connexion principale au niveau maxillaire (SCHITTLY J et al, 2006) .....	18
<b>Figure 15 (b)</b> : Connexion principale à la mandibule (SCHITTLY J et al, 2006) .....	18
<b>Figure 16</b> : Un schéma et une photographie d'une plaque pleine (BENEYTO E, 2018) .....	19
<b>Figure 17</b> : un schéma et une photographie d'une plaque pleine. (BENEYTO E, 2018) .....	20
<b>Figure 18</b> : un schéma et une photographie d'une plaque pleine. (BENEYTO E,	

2018) .....	20
<b>Figure 19</b> : un schéma et une photographie d'une plaque en U. (BENEYTO E, 2018) .....	21
<b>Figure 20</b> : un schéma et une photographie d'une barre linguale. (BENEYTO E, 2018) .....	22
<b>Figure 21</b> : un schéma d'une bandeau lingual. (BENEYTO E, 2018) .....	23
<b>Figure 22</b> : Un bandeau cingulaire. (BEGIN et Coll., 2004) .....	24
<b>Figure 23 (a)</b> : une selle grillagée (BEGIN et Coll., 2004) .....	25
<b>Figure 23 (b)</b> : une selle festonnée (BEGIN et Coll., 2004) .....	25
<b>Figure 23 (c)</b> : une contre plaque .....	25
<b>Figure 23 (d)</b> : un ergot .....	25
<b>Figure 24 (a)</b> : Le taquet occlusal doit restaurer l'anatomie de la dent. (Alan B et al, 2011) .....	27
<b>Figure 24 (b)</b> : Une préparation pour un taquet occlusal sur une molaire. (Alan B et al, 2011) .....	27
<b>Figure 25</b> : l'angulation des taquets et son incidence sur la dent support.(SCHITTLY J et al, 2006) .....	28
<b>Figure 26 (a)</b> : Un appui cingulaire sur un canine maxillaire. (Alan B et al, 2011) .....	28
<b>Figure 26 (b)</b> : Une griffe insicale sur une canine maxillaire. (Alan B et al, 2011).....	28
<b>Figure 27</b> : les elements constitutive d'un crochet. (Kaiser, 2012) .....	30
<b>Figure 28 (a)</b> : le bras rétentif d'un crochet. (Kaiser, 2012) .....	30
<b>Figure 28 (b)</b> : la depouille et la contre depouille d'une dent. (Kaiser, 2012) .....	30
<b>Figure 29</b> : crochet Ackers. (BENEYTO E, 2018) .....	31
<b>Figure 30</b> : crochet anneau. (BENEYTO E, 2018) .....	32
<b>Figure 31</b> : crochet Nally Martinet. (BENEYTO E, 2018) .....	32
<b>Figure 32 (a et b)</b> : crochet equipoise. (BENEYTO E, 2018) .....	33
<b>Figure 33</b> : crochet Bonwill. (BENEYTO E, 2018) .....	34
<b>Figure 34</b> :système ROACH. (BENEYTO E, 2018) .....	35
<b>Figure 35</b> : le système RPI (BENEYTO E, 2018) .....	35
<b>Figure 36 (a et b)</b> : les attachements extra coronaires (GRABER, 1988) .....	36

<b>Figure 37 (a et b) :</b> attachements supra radulaire axiaux. (BEGIN et Coll., 2004) .....	37
<b>Figure 38 :</b> La sustentation.....	42
<b>Figure 39 :</b> La stabilisation .....	43
<b>Figure 40 :</b> La rétention .....	44
<b>Figure 41 :</b> Structure chimique du Peak .....	49
<b>Figure 42:</b> châssisréaliséen peak.....	49
<b>Figures 43:</b> Préparation du modèle de travail.....	52
<b>Figure 44 :</b> La coulée de la gélatine est faite ici dans un moule en métal, plus résistant à la déformation .....	54
<b>Figure 45 :</b> La gélatine a ici un aspect bulleux dû à un malaxage qui n'a pas été effectué sous vide. ....	54
<b>Figure 46 :</b> Le modèle en revêtement final.....	56
<b>Figure 47 :</b> Report du tracé sur le modèle en réfractaire.....	57
<b>Figure 48:</b> La maquette en cire est réalisée.....	59
<b>Figure 49 :</b> tiges et cône de coulée.....	60
<b>Figure 50:</b> Le modèle est positionné dans le cylindre de mise en revêtement, maquette audessus, pour permettre les différentes applications.....	61
<b>Figure 51:</b> Chauffe du cylindre.....	62
<b>Figure 52 :</b> Coulée du métal (document : source personnelle).....	64
<b>Figure 53 :</b> Le châssis est dégagé .....	65
<b>Figure 54 :</b> puis sablé précautionneusement du revêtement.....	65
<b>Figure 55 :</b> Polissage dans un bain électrolytique .....	65
<b>Figure 56 :</b> Les ébarbures mécanique.....	65
<b>Figure 57 :</b> Finition de la pièce métallique .....	66
<b>Figure 58:</b> Techniques de la CFAO .....	68
<b>Figure 69 :</b> Imprimante .....	70
<b>Figure 60 :</b> Technique de frittage laser .....	72
<b>Figure 61 :</b> Fabrication par technique soustractive .....	72
<b>Figure 62:</b> Station de travail .....	74
<b>Figure 63 :</b> Caméra intra orale.....	74

<b>Figure 64</b> : Scanner optique .....	74
<b>Figure 65</b> :Spatulenumérique.....	76
<b>Figure 66</b> :Détermination de l'axe d'insertion.....	78
<b>Figure 67</b> : Comblement des contre dépouilles.....	78
<b>Figure 68</b> : Réalisation des tracés.....	79
<b>Figure 69</b> :Réalisation des tracés des crochets.....	79
<b>Figure 70</b> :Séparation du châssis du modèle de travail.....	80
<b>Figure 71</b> : Aspect granité du châssis métallique.....	81
<b>Figure 72</b> : Insertion des tiges de coulée.....	81
<b>Figure 73</b> :Maquette en cire réalisée par technique SLA.....	83
<b>Figure 74</b> :Maquette en cire réalisée par impression 3D.....	84
<b>Figure 75</b> :Châssis métallique coulée par technique de fonderie de précision.....	85
<b>Figure 76</b> :Schémas du procédé SLA.....	85



# *Introduction générale*

### Introduction générale :

Aujourd'hui, les différentes spécialités de l'odontologie tendent toutes à conserver l'organe dentaire, y compris la spécialité de prothèse dentaire, où cette optique se manifeste dans la réalisation de la prothèse partielle. Plus particulièrement, la prothèse partielle à châssis métallique, que nous allons aborder dans ce travail.

En PPACM, il ne s'agit pas seulement de compenser les édentements sur les deux maxillaires, mais aussi et surtout de conserver les dents présentes, dans un environnement parodontal sain, tout en restaurant l'esthétique et la fonction occlusale.

Pour atteindre cet objectif, le praticien avait et a toujours recours à des méthodes conventionnelles, d'enregistrement de données et de réalisation prothétique. Auxquelles s'ajoutent depuis peu, de nouveaux procédés d'acquisition ; de modélisation et de réalisation. Connus sous le nom de la CFAO, qui abrège : conception et fabrication assistées par ordinateur.

Nous allons mettre en évidence dans ce travail, les différences entre ces deux techniques.

Tout en gardant à l'esprit que, quel que soit le moyen de réalisation du châssis, les prérequis et les bases fondamentales demeurent immuables : l'exploitation des surfaces d'appui ostéo-muqueuses dans le respect de l'équilibre des tissus de soutien.

Mais avant toute chose, nous verrons quelques généralités sur la prothèse amovible, puis sur le concept CFAO, pour aboutir à une comparaison des deux techniques ; illustrées par un cas clinique qui permettra de souligner les apports de la CFAO sur les techniques conventionnelles.

# **Chapter I: *Rappels***

## I Rappel

### I.1 Les éléments anatomiques en rapport avec la PPA à châssis métallique :

La prothèse dentaire repose à la fois sur des tissus durs « couronnes dentaires » et tissus mous « fibromuqueuse des secteurs édentés et la muqueuse » qui constituent l'enveloppe externe de tout le complexe de soutien.

#### I.1.1 Les structures dentoparodontales :

##### I.1.1.1 L'email des dents restantes :

Essentiellement composé d'éléments minéraux (hydroxyapatite) à 96% contre 1 à 2% de protéines et 2 à 3% d'eau. Sa structure prismatique lui assure une grande résistance. Ses rapports avec la prothèse se font au contact :

- Des appuisocclusaux.
- Des bras des crochets par leur partie rigide et élastique.
- Des barres coronaires et cingulaires.
- De la résine de base.
- Des dents artificielles au niveau des points de contact.

##### I.1.1.2 La gencive :

Fibro-muqueuse parodontale formée de tissu épithélioconjonctif sans sous-muqueuse, elle revêt les procès alvéolaires et le collet des dents. On lui distingue :

- la gencive libre qui est sa partie marginale entourant la dent et formant le sillon gingivodentaire ou sulcus, de profondeur maximum de 2mm dans les conditions normales,
- la gencive adhérente ou attachée adhérant aux tissus sous-jacents et qui s'étend de la gencive libre à la ligne muco-gingivale. Une hauteur minimum de 2mm est nécessaire au maintien de la santé parodontale. Elle constitue la surface d'appui de la prothèse. Elle a un comportement viscoélastique signifiant que lorsque la pression exercée cesse, non seulement

il subsiste une déformation résiduelle après un temps de récupération, mais lors d'une nouvelle mise en charge, la déformation totale est plus importante

– La papille inter dentaire logée dans l'embrasure formée par des dents contiguës et protégée par le point de contact.

### **I.1.1.3 Le ciment :**

Tissu calcifié recouvrant les racines des dents histologiquement très voisin de l'os mais sans structures de Havers.

### **I.1.1.4 Le desmodonte :**

Tissu conjonctif fibreux situé entre la racine et l'os alvéolaire, composé en grande partie de fibres de collagène dont les dispositions et les rôles varient en fonction des sites. Au collet, elles assurent la fixation de la gencive marginale, dans la région moyenne où elles sont obliques, elles s'opposent au mouvement axial d'enfoncement de la dent et dans la région apicale, elles ont une disposition presque verticale pour s'opposer aux forces d'arrachement. Sa variété de structures lui confère d'importantes fonctions : \_ La fixation de la dent dans son alvéole.

\_ Le maintien des relations inter dentaire

\_La régulation de la mastication par ses récepteurs sensitifs

\_ La stimulation de l'osalvéolaire

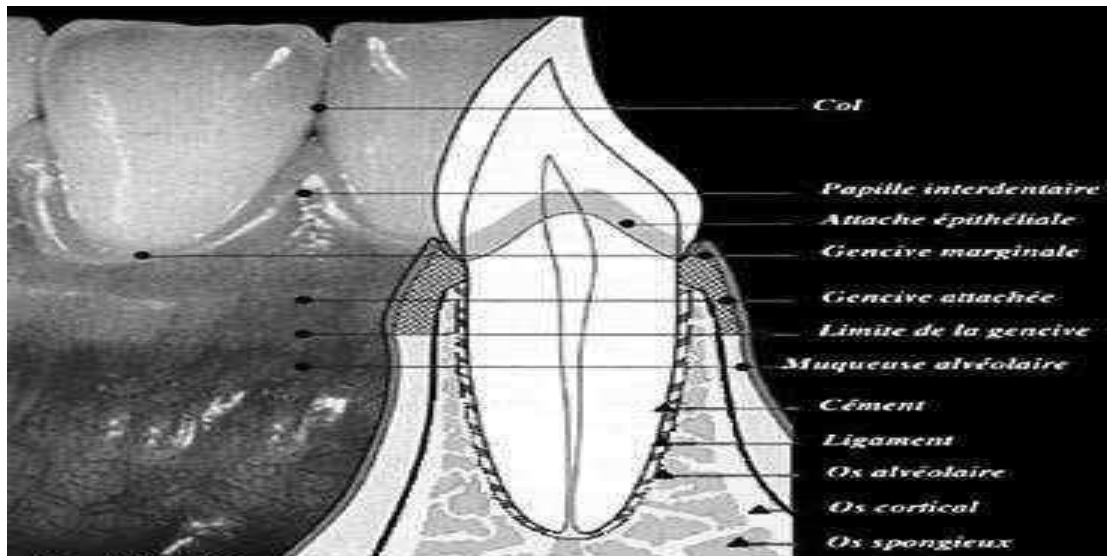
### **I.1.1.5 L'Os alvéolaire :**

Elément osseux assurant le lien entre l'organe dentaire et l'os basal maxillaire assurant la continuité. On lui distingue :

- La corticale externe qui prolonge la corticale de l'os basal,
- La corticale interne (lamina dura ou lamina criblée), percée d'orifices assurant le passage des vaisseaux, elle constitue la paroi interne de l'alvéole.

\_ L'os spongieux constitué d'espaces lacunaires séparés par des trabécules osseuses. L'os alvéolaire est en perpétuel remaniement pour assurer la constance de ses rapports

anatomiques avec les dents. Toute irritation (inflammation, trauma occlusal) peut entraîner une destruction irréversible.



**Figure 1** : Organe dentaire en rapport avec la prothèse( [http://chirident.univ-lille.fr/fileadmin/user\\_upload/These/2017/Grossesse/co/02\\_AnatomiePhysiologie.html](http://chirident.univ-lille.fr/fileadmin/user_upload/These/2017/Grossesse/co/02_AnatomiePhysiologie.html)).

## I.1.2 Les structures ostéomuqueuses :

### I.1.2.1 La muqueusebuccale :

Elle tapisse la totalité de la cavité buccale : plancher buccal, vestibule, crêtes alvéolaires, voûte palatine, face interne des joues et des lèvres. Richement vascularisée, ses caractéristiques muqueuses sont liées à sa fonction, à sa situation, et aux sollicitations. Cependant sa structure est constante composée d'un épithélium recouvrant un tissu conjonctif ou chorion.

L'épithélium est composé de quatre couches : une couche cornée, une couche granuleuse, une couche épineuse et une couche basale ou germinative.

Le chorion est divisé en deux couches : l'une réticulo-papillaire de conjonctif qui s'invagine dans l'épithélium et l'autre profonde qui attache la muqueuse à l'os sous-jacent mais parfois séparée de l'os par une sous-muqueuse.

Elle est en contact direct avec l'intrados, l'extrados et les bords de la prothèse.

### I.1.2.2 Le support osseux :

Il est composé d'os basal et de l'os alvéolaire subsistant. Après l'extraction d'une ou de plusieurs dents un processus de réorganisation intervient au niveau des alvéoles ; comprend une résorption de tables osseuses alvéolaires qui s'amincissent et perdent de leur hauteur, ainsi qu'une apposition d'os lamellaire comblant l'alvéole. La résorption de cicatrisation ou physiologique se poursuit pendant un certain temps :

- ❖ ATWOOD, la cicatrisation conduit à un volume relativement stable en 8 à 10 à semaines
- ❖ CRUM et ROONEY, la résorption osseuse dans les deux premiers mois représente 50% de la résorption totale ;
- ❖ Lois de BOSE relatives à l'intensité des forces exercées : une action d'intensité excessive provoque une résorption irréversible ; une action d'intensité lente, modérée maintient la structure ; une action nulle, hypo fonction ou a fonction entraîne l'ostéolyse.
- ❖ Lois de JORES sur la fréquence des efforts appliqués
  - La pression continue favorise la résorption
  - La pression discontinue avec intervalles de repos court, agit comme une pression continue
  - La pression discontinue avec des intervalles prolongés favorise l'ostéogénèse.

### I.1.3 Les structures périphériques :

Elles sont en rapport avec les bords et l'extrados de la prothèse. Elles ont une incidence prothétique pendant les fonctions.

– Les brides, freins et ligaments sont recouverts par la muqueuse buccale. Actifs lors de la phonation, la mastication, la déglutition et la mimique faciale.

– Les zones de réflexion muqueuse sont des replis muqueux compris entre le rebord alvéolaire et les joues, la langue ou les lèvres.

– La ligne de vibration du voile qui marque la limite entre palais dur et la muqueuse libre. La limite postérieure de la prothèse doit être située en avant de cette ligne.

– Les lèvres et les joues réduisent la profondeur et la largeur du vestibule lors de leur contraction. Des surfaces stabilisatrices peuvent être créées au niveau des selles pour exploiter leur action à une meilleure stabilité des prothèses.

– L'anatomie des glandes sublinguales et la mobilité des tissus du plancher buccal intéressent la limite linguale de la prothèse mandibulaire.

#### **I.1.4 Les indices biologiques positifs et négatifs :**

HOUSSET les définit comme les régions anatomiques ayant une incidence particulière sur la stabilité de la prothèse. Ainsi il existe les indices biologiques positifs bénéfiques à l'équilibre de la prothèse donc à utiliser et les indices négatifs défavorables par conséquent à éviter

##### **I.1.4.1 Les indices communs aux deux maxillaires :**

###### **I.1.4.1.1 Les indices dentaires :**

Ils sont communs au maxillaire et à la mandibule. Dans le cas idéal on considère que la ligne guide vestibulaire des dents restantes doit se situer à l'union du 1/3 cervical et du 1/3 moyen de la hauteur coronaire ; elle doit de plus assurer une zone de retrait de 0.25 mm à la mi-hauteur du 1/3 cervical. La ligne guide linguale doit se situer à la mi-hauteur de la couronne.

Les déplacements dentaires « versions ; translation ; égression » provoquent des modifications de la position de ces lignes guides qui seront correctement placées ou au contraire défavorables.

Il est également important d'évaluer la hauteur de la couronne clinique. Une hauteur inférieure à 4mm étant considéré comme indice négatif.

###### **I.1.4.1.2 Les insertions ligamentaires :**

Il s'agit d'insertions situées du côté vestibulaire des zones édentées et qui sont essentiellement représentées par les freins médians et latéraux des lèvres. Si ceux-ci sont insérés trop près du sommet de la crête ; ils représenteront un indice négatif. Il est cependant possible ; par une petite chirurgie de supprimer ces insertions.



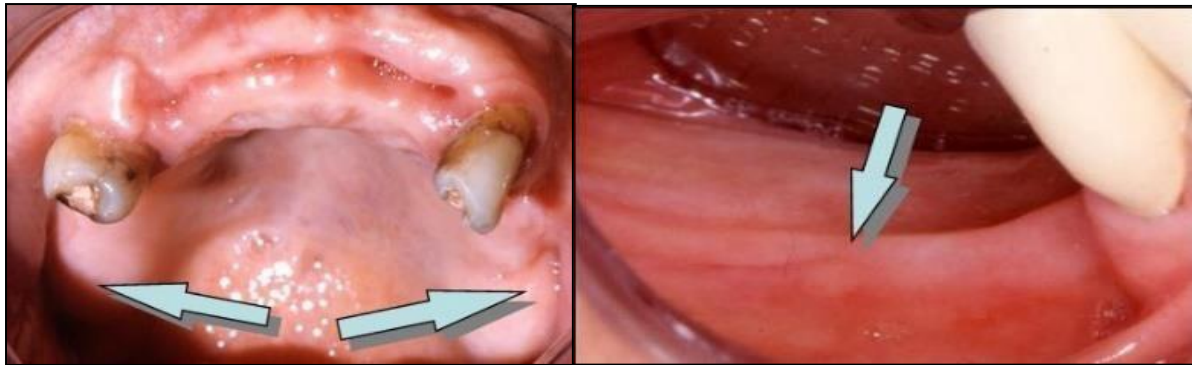
**Figure 2 :** Freins médians et latéraux (A Joly, B Huttenberger, A Pare - La Presse Médicale, 2017 – Elsevier).

#### I.1.4.1.3 Les crêtes :

La résorption qui suit la perte de dents aboutit à deux formes de crêtes :

- La forme en U : elle est favorable à la réalisation d'une prothèse partielle amovible. On rencontre ce type de résorption essentiellement au maxillaire.
- La forme en lame de couteau ou en V : elle est plus fréquente à la mandibule qu'au maxillaire et constitue un indice négatif car la muqueuse se trouve comprimée entre la PPA et une lame osseuse saillante ; ce qui peut engendrer des ulcérations.
- La résorption peut provoquer des reliefs particuliers ce qui aboutit soit à des épines osseuses ; soit à des zones de contre dépouille. Dans les deux cas ils agissent d'indices négatifs.
- La vitesse de résorption est quelques fois plus grande pour l'os alvéolaire que pour la fibro muqueuse ; ce qui aboutit à des crêtes flottantes ; indice très négatif pour la sustentation et stabilisation de la PPA. Ces crêtes flottantes peuvent aussi trouver leur étiologie dans le port de prothèses inadaptées.

Il faut savoir qu'une crête haute et large est un élément positif. Une crête trop volumineuse peut cependant être aussi un obstacle au montage des dents prothétiques.



**Figure 3:**Crête en lame de de couteau**Figure 4 :** Crête en forme de U

(V Velcea - Revue de géographie alpine, 1973 - persee.fr).

### I.1.4.2 Les indices spécifiques au maxillaire :

#### I.1.4.2.1 La voûtepalatine :

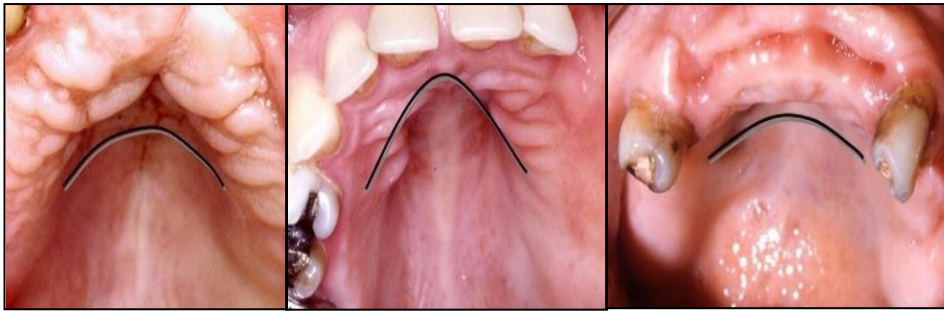
Offre une surface d'appui importante à la prothèse. La sustentation est en fonction de l'étendue des surfaces planes. On rencontre 04 formes de voûtes :

- \_ Un palais en forme de U : avec une base large horizontale assurant une sustentation maximale.
- \_ Palais plus court : avec une base horizontale plus étroite mais avec un relief des crêtes moins important.
- \_ Une voûte ogivale « presque oblique » : elle ne comprend que des surfaces obliques et n'offrant qu'une rétention et sustentation réduites.

\_Palais plat ou crête absente ;

Une forme anatomique défavorable pouvant être retrouvée au palais appelée « Torus » qui est une excroissance osseuse bénigne pouvant avoir différentes localisations au niveau du palais.

Elle est considérée comme un indice négatif ; nécessitant parfois une intervention chirurgicale.

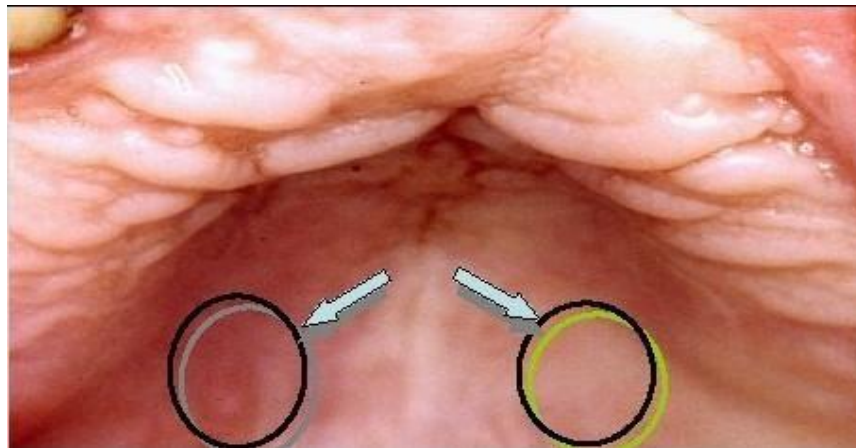


**Figure 5:**Les différentes formes de voûtes palatines(G Raoul, J Ferri - Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale, 2007 – Elsevier).

#### I.1.4.2.2 Les Zones de Schroeder :

Ce sont des zones de tissus adipeux ; non pathologiques ; qui se diagnostiquent à la palpation. Elles se trouvent au niveau du palais dur en regard des premières et deuxièmes molaires. Ces régions ont un comportement « élastique ». En fonction de la technique d’empreinte ; elles peuvent se déformer ; et par la suite provoquer la désinsertion de la PPA.

La présence de ces particularités anatomiques indique des techniques d’empreinte non compressive.



**Figure 6:**Zone de Schroeder(NM Ali, R Noro, R Hugues, M ROGER, MV PHILIPPE - biblio.univ-antananarivo.mg).

#### I.1.4.2.3 Le voile du palais :

La jonction vélo palatine correspond à la jonction entre le palais dur et le palais mou ; elle est visualisée par la prononciation du phonème A. C’est une région intéressante dans la mesure où elle améliore le joint postérieur des prothèses complètes. Elle peut dans une certaine mesure ; être un indice positif pour la rétention des prothèses partielles amovibles.

Trois cas de figures à envisager :

- Forme de jonction oblique.
- Forme de jonction verticale.
- Forme de jonction horizontale.

Seule la forme horizontale permet d'assurer un indice positif.



**Figure 7 :** Ligne de réflexion du voile du palais (PJ Roux - 1825 - books.google.com).

#### I.1.4.2.4 Papillerétroincisives :

Un relief muqueux qui surplombe le trou palatin antérieur. Ce trou voit le passage de paquet vasculo nerveux « artère palatine antérieure et nerf palatin postérieur » qu'il ne faut pas comprimer car cela peut aboutir à une ischémie.

Dans la réalisation de la PPA ces zones sont à éviter ou à décharger.



**Figure 8 :** Papille rétro-incisive (M Fournier - Revue d'Orthopédie Dento-Faciale, 1994 - odf.edpsciences.org).

#### I.1.4.2.5 Tubérosités :

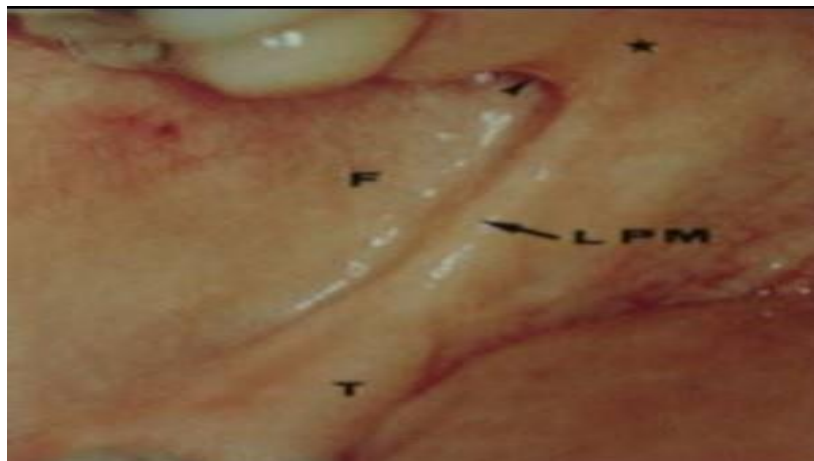
Ces reliefs situés au niveau des dents de sagesse maxillaires sont constitués de tissus fibreux ou osseux. Les tubérosités sont rarement flottantes et très souvent il existe au niveau vestibulaire des contre dépouilles qui empêchent de les exploiter.



**Figure 09 :** Tubérosités (B Théra - 2015 - bibliosante.ml).

#### I.1.4.2.6 Les zones rétro-tubérositaires :

Dans cette région passe le ligament ptérygo maxillaire ; qui s'insère entre les deux ailes des apophyses ptérygoïdes et qui se dirige vers le versant interne de la mandibule. Lors de l'ouverture buccale il est sollicité et peut interférer avec la zone postérieure de la PPA ce qui constitue un indice négatif.



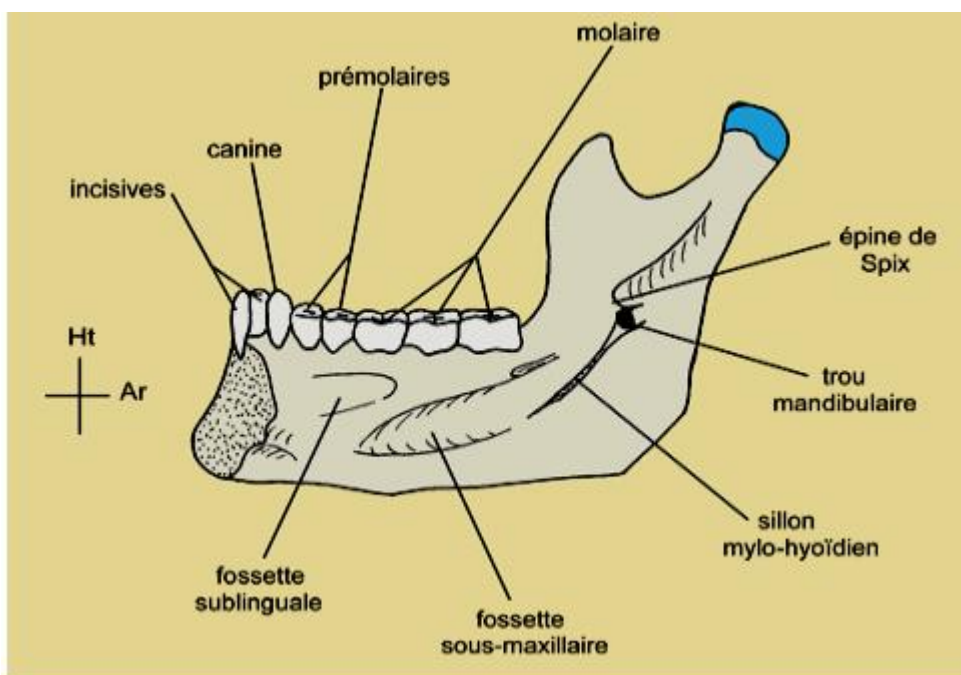
**Figure 10:**Sillonptérygo-maxillaire H Nguyen, H Person, B Vallée - 1994 - books.google.com).

### I.1.4.3 Indices spécifiques à la mandibule :

#### I.1.4.3.1 Lignemylohyoïdienne :

Elle représente l'insertion mandibulaire du muscle mylo hyoïdien sur le relief que constitue la ligne oblique interne. Cette ligne ne doit pas être dépassée dans la plupart des cas par les selles de la PPA car la contre dépouille qu'elle occasionne provoque souvent des traumatismes au niveau de la muqueuse.

Plus cette ligne est basse ; plus la hauteur exploitable de la crête augmente ; ce qui constitue un indice positif.



Figure

11:Lignemylo-hyoïdienne([http:// rochefeller.univ-lyon1.fr/anatomie-lyonnord/crane/splanchnocrane/mandibule.htm](http://rochefeller.univ-lyon1.fr/anatomie-lyonnord/crane/splanchnocrane/mandibule.htm)).

#### I.1.4.3.2 Les apophysesgéni :

Représentent l'insertion des muscles génioglosses. Elles sont matérialisées par un relief de quelques millimètres ; si elles sont très marquées ; elles empêchent de dimensionner normalement la partie rétro incisive de la PPA.

#### I.1.4.3.3 Tori mandibulaires :

Exostoses siégeant au niveau de la table interne ; en regard de l'apex des prémolaires ; qui sont vraisemblablement en rapport avec des traumatismes occlusaux subis par ces dents quand elles étaient sur l'arcade. Ilsdoiventêtreéliminésouévités.



**Figure 12:**Tori mandibulaires (E Hascoet, PY Vaillant, A Tempescul, C Darbin... - Médecine Buccale ..., 2015 - jomos.org).

#### **I.1.4.3.4 Frein médian de la langue :**

Comme il est difficile d'intervenir chirurgicalement au niveau du frein lingual ; en particulier ; de l'insertion la plus antérieure ; qui peut lors des différents mouvements de la langue interférer avec la PPA. Il est donc nécessaire d'éviter la zone.

#### **I.1.4.3.5 Eminences piriformes ou trigones rétro molaires :**

Elles sont situées à l'aplomb des dents de sagesse mandibulaires. Elles sont formées par un résidu anatomique de consistance fibreuse qui peut être soit adhérent à l'os sous-jacent soit mobilisable. Dans le premier cas elle constitue un indice favorable permettant d'améliorer la sustentation et la stabilisation des prothèses amovibles ; dans le second cas il s'agira d'indice négatif.



**Figure 13 :** Trigone rétro-molaire ( JJMazeron, G Noël, JM Simon - Bulletin du cancer, 2000 - jle.com).

### **I.2 Classification des arcades partiellement édentées :**

Afin de regrouper les nombreux cas cliniques similaires et faciliter la communication entre praticiens et prothésistes et anticiper le plan de traitement une classification est nécessaire. Plusieurs tentatives ont été faites depuis 1898 avec les travaux de Bonwill. Les auteurs qui ont travaillé et collaboré dans l'étude et la classification des édentations sont très nombreux mais nous retiendrons les plus chevronnées. (Les plus connues et les plus expérimentées et traitées dans les ouvrages):

A\_ Classification de Cummer (1942) ;

B\_ Classification de Wild (1933-1943) ;

C\_ Classification de Martin ;

D\_ Classification de Beckett ;

E\_ Classification de Costa ;

F\_ Classification de Kennedy (1923).

Les deux classifications les plus utilisées de nos jours sont :

□ **La classification de Kennedy** qui décrit en 1928 le nombre et la situation des édentements. La classification est toujours déterminée par l'édentement le plus postérieur.

- Classe I : édentement bilatéral à extension postérieure.

- Classe II : édentement unilatéral a extension postérieure.
- Classe III : édentement bilatéral encastré.
- Classe IV : édentement antérieur encastré.

Cette classification est basée sur la localisation des segments édentés ; elle est uniquement topographique, elle ne tient pas compte de l'aspect clinique des tissus de support .Applegate en 1960 : A modernisé cette classification originale en lui ajoutant deux classes. Nous retiendrons la classification la plus simple ; plus complète et adoptée de Kennedy modifié par Applegate et publié en 1960

- Classe V Edentement encastré bilatéral avec perte au moins une canine.
- Classe VI Edentement unilatéral encastré.

Les modifications : Tout segment édenté encastré qui s'ajoute à celui qui détermine la classe constitue une modification □ Ces modifications sont identifiées par un numéro qui correspond au nombre de segments édentés additionnels et non au nombre de dents absentes  
Exemple : □ Classe I mod 1 □ Classe II mod 1 □ Classe II mod 2

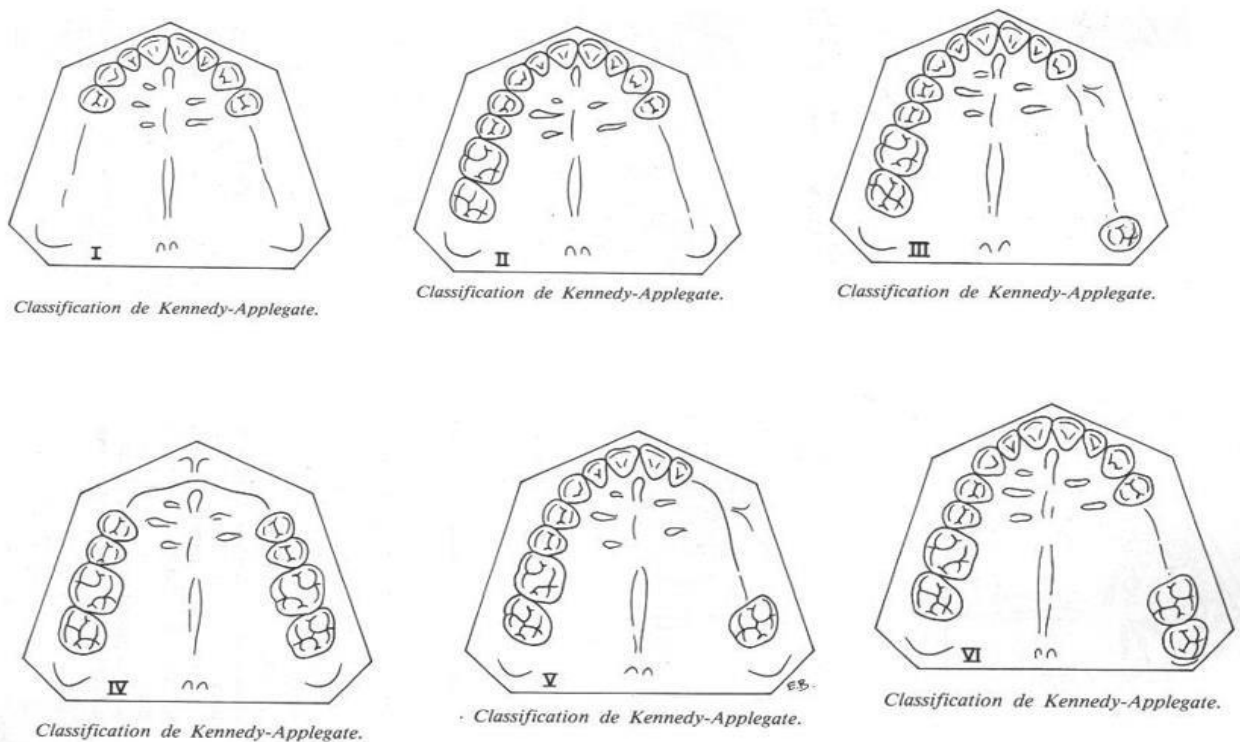


Figure 14: Classification de Kennedy-Applegate.

**Chapitre II:**  
**Prothèse partielle à châssis  
métalique**

## II Prothèse partielle à châssis métallique

### II.1 HISTORIQUE :

La médecine dentaire est une discipline universelle, toutes les civilisations s'y sont intéressées, bien que les Égyptiens ; les Phéniciens et les Grecs semblent respectivement à l'origine du développement de l'art dentaire.

Le concept de la prothèse dentaire remonte avant l'ère chrétienne, l'existence de très anciennes prothèses dentaires fait preuve que depuis la nuit des temps l'homme se préoccupe de ses dents.

La prothèse partielle à châssis coulé est passée à travers le temps par différentes expressions morphologiques pour aboutir à une prothèse remplissant tous les impératifs nécessaires à la pérennité de l'ensemble dento- prothétique .

#### a) la prothèse à appui uniquement muqueux :

Au début du siècle la prothèse partielle amovible est constituée d'une base large, recouvrant la totalité de la surface ostéo- muqueuse et prenant appui sur les faces linguales des dents restantes, le matériau utilisé est le caoutchouc vulcanisé puis la résine acrylique, mais cette prothèse est jugée traumatogène pour cause d'appui uniquement muqueux .

#### b) la prothèse squelettée :

Des 1920 aux Etats unis sous l'impulsion de praticiens tel que (ROACH, ACKERS) et de sociétés commerciales (NEY), des prothèses métalliques furent conçues, au début en or puis en alliage stellite plus durs et moins couteux, l'appui était dento- parodontal visant à réduire le contact ostéo- muqueux ; elle présente entre autre des inconvénients tels que la rupture des connexions, mobilisation des dents supports et résorption des crêtes gingivo-osseuses.

#### c) La prothèse décolletée :

En 1930 et sous l'impulsion de **LENTULOT** et **HOUSSET** de l'école de paris un nouveau concept fut introduit consistant à dégager l'anneau gingival, mais l'absence quasi générale de butées occlusales conduit à une action néfaste sur les tissus soutien.

**d) La conception moderne :**

Cette conception a pour but d'enrayer les effets néfastes des conceptions précédentes et ceci en imposant des butées occlusales systématiques, la proscription des bases à appuis uniquement muqueux, une orientation du traitement selon le type d'édentements, un appui mixte obtenu par des techniques particulières et ceci lors des endentements distaux et surtout une analyse occlusale essentielle au bon déroulement du traitement.

**II.2 Définition de la PPACM**

La prothèse partielle adjointe a châssis métallique a été définie par le professeur ROUOT comme étant : «Une prothèse caractérisée par l'existence d'un squelette qui d'une part porte les dents de remplacement et d'autre part s'accroche et s'appuie sur un certain nombre de dents persistantes en évitant de les soumettre à des actions qui pourraient nuire à leur intégrité».

**II.3 Les constituants d'une PPACM**

La prothèse partielle à châssis métallique doit s'étendre sur toute l'arcade afin d'assurer un transfert optimal des forces occlusales et cela en exploitant les dents et les tissus de soutien.

Le châssis métallique est composé de plusieurs éléments, que nous allons voir en détails dans les prochaines lignes :

- La connexion principale.
- Les selles.
- Les appuis dentaires.
- Les moyens d'ancrage.

### II.3.1 La connexion principale ou l'armature

C'est l'élément de base de la prothèse auquel sont reliés les autres éléments et leur permet de travailler en synergie ; elle doit obéir à certains impératifs à savoir :

- Rigidité et résistance mécanique : étroitement liée à la nature et à l'épaisseur du métal.

C'est une condition indispensable pour assurer une distribution équilibrée des efforts développés pendant la mastication. L'insuffisance de rigidité engendre des forces de torsion dangereuses pour les dents d'appuis ; et les contraintes de flexion répétées peuvent provoquer sa fracture.

- Respect des tissus ostéo muqueux : les zones de la surface d'appui qui justifient une attention particulière sont la gencive marginale et les parties dures saillantes.
- L'anneau gingival est systématiquement évité par le dessin de la base qui réponds ainsi aux principes de décolletage définis par Housset. Si ce décolletage est insuffisant la gencive est comprimée aspirée dans le hiatus ; devient hyperplasique et saigne au moindre contact.
- Les exostoses devront être déchargées au moyen d'une feuille de cire de 0.2 à 0.3 mm afin d'éviter la bascule de la plaque sur des zones dures et presque incompressibles.
- Le confort du patient : il est souhaitable que l'armature ne perturbe en rien la phonation ; elle doit donc si possible libérer la zone retro incisive maxillaire.
- Un contact intime avec la muqueuse est le garant d'une parfaite tolérance pendant la mastication ; car il évite l'infiltration alimentaire sous prothétique.
- L'extrados peut reproduire l'état de la surface granitée de la muqueuse palatine ou être parfaitement lisse et polie pour éviter la rétention de la plaque dentaire et du tartre.
- L'asymétrie du tracé est à éviter car elle est toujours désagréablement perçue.
- La connexion principale se présente sous différentes formes au niveau maxillaire et au niveau mandibulaire :

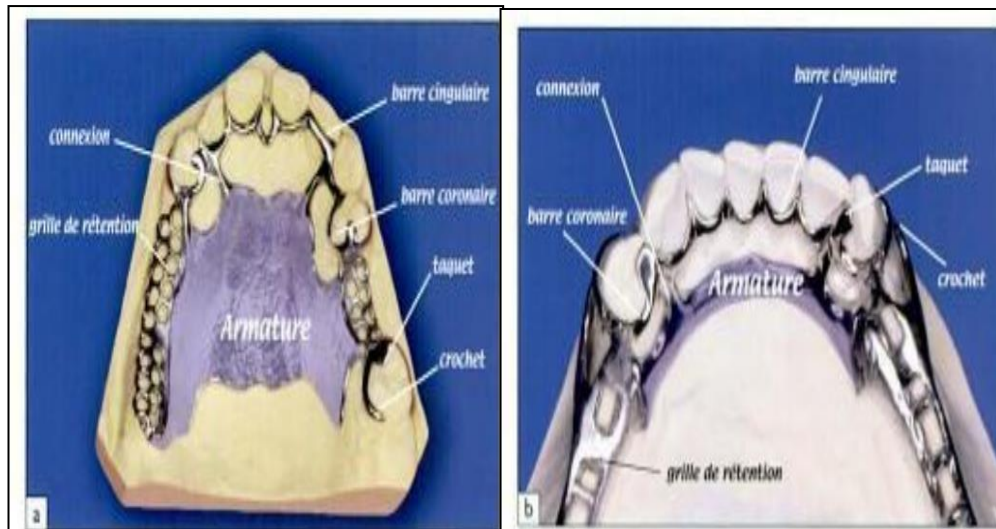


Figure 15 (a) :Connexion principale au niveau maxillaire (SCHITTLY J et al, 2006)

Figure 15 (b) :Connexion principale à la mandibule (SCHITTLY J et al, 2006)

### II.3.1.1 Au maxillaire :

Les types de connexions principales :

- **La plaque pleine** : elle s'appuie sur la voûte palatine ; décollée au niveau des dents antérieures. Sa largeur dépend fortement de la surface disponible, son épaisseur varie de 3 à 5/10 mm et son état de surface reproduit l'état des tissus sous-jacents.

Les indications : Les édentements de grande ou de moyenne étendue, en l'occurrence la classe I et la classe II de grande étendue.

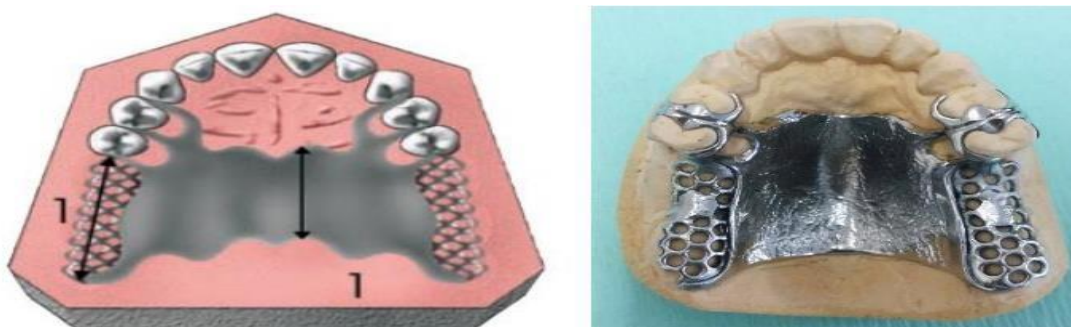


Figure 16 : un schéma et une photographie d'une plaque pleine (BENEYTO E, 2018)

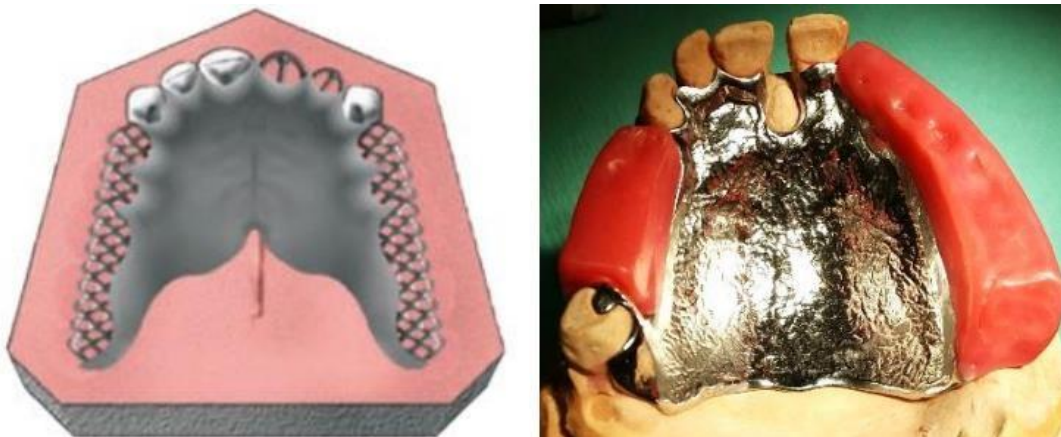
- **La plaque à recouvrement complet** :

- Cette plaque comme son nom l'indique recouvre toute la voûte palatine, avec une épaisseur de 0,5 à 0,8 dans le centre avec des limites plus épaisses.

- Sa limite antérieure atteint le cingulum des dents antérieures avec un tracé festonné.
- Sa limite postérieure ne dépasse jamais la jonction palais dur et palais mou, elle se situe en avant des fossettes palatines.

Les indications : les édentements de très grande étendue comme la cl I où il y a subsistance des dents antérieures.

Indiquée également quand il y a besoin de faire une contention sur les dents antérieures.



**Figure 17** : un schéma et une photographie d'une plaque pleine. (BENEYTO E, 2018)

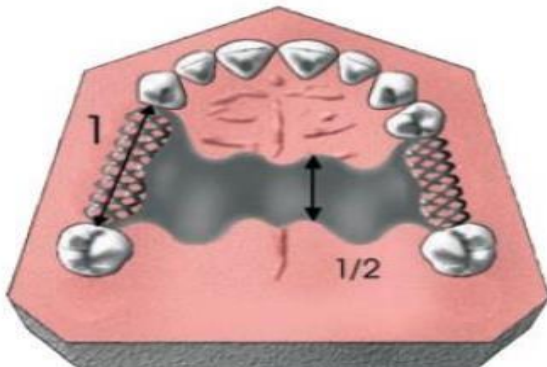
➤ **L'entretoise palatine :**

C'est une barre de section demi-ronde de 6 à 8 millimètres de large et de deux millimètres d'épaisseur en son sommet.

Elle se présente sous deux formes :

- L'entretoise unique est située en regard des premières ou deuxièmes molaires.
- La double entretoise ménage un évidement palatin central symétrique par rapport à l'axe médian :
- La partie antérieure est de forme convexe pour rappeler la courbe des collets palatins des dents antérieures ;

- La partie postérieure se situe en regard des deuxièmes molaires (SCHITTLY et Coll., 2006).



**Figure18:** un schéma et une photographie d'une plaque pleine. (BENEYTO E, 2018)

- **La plaque en U ou en fer à cheval :** existe sous deux schémas :

Elle peut soit reposer sur le cingulum des dents antérieures ou se limiter à une ligne qui joint les deux appuis occlusaux.

C'est une plaque qui doit être utilisée le moins souvent possible à cause de son manque de rigidité, elle entraîne également des mouvements de translation horizontale et de rotation par sa flexibilité. (BOREL et Coll., 1994), (SANTONI, 2004).

Des inflammations chroniques sont souvent retrouvées chez les patients porteurs de cette plaque. Elle reste toutefois indiquée dans les cas où le torus palatin est volumineux inopérable qui s'étend jusqu'à la limite du palais dur et mou.



**Figure 19 :** un schéma et une photographie d'une plaque en U. (BENEYTO E, 2018)

### II.3.1.2 A la mandibule :

A la mandibule, le choix des plaques est limité par la présence de la langue et la diminution de la surface exploitable par rapport au maxillaire.

C'est la région retro-incisive mandibulaire qui guide le choix thérapeutique : la forme et l'insertion du frein de la langue, l'orientation et la forme du versant lingual retro incisif, la présence des tori sublinguaux.

#### ➤ La barre linguale :

C'est l'armature de choix au niveau mandibulaire, son épaisseur varie de 1,7 à 2mm et sa hauteur est de 3,5 à 4mm. Sa section est semi-piriforme, la partie plate est en contact aux structures ostéo-muqueuses.

Elle prend appuis sur les dents antérieures tout en se logeant dans les préparations coronaires pour assurer la sustentation et contrairement à la l'armature maxillaire, la barre linguale n'est jamais en contact avec les muqueuses sous-jacentes, il y a toujours un espace de 5 à 8/10 mm selon le profil de la table alvéolaire et du type de l'édentement.

La position de la limite inférieure de la barre est un critère important qui doit être pris en considération et ne peut être décidé que par le biais d'un bon examen clinique car même une empreinte de qualité ne peut déterminer la position exacte du frein de la langue par exemple.

La maquette d'occlusion et une prothèse transitoire existante peuvent servir à déterminer cette limite

Quant à la limite supérieure, elle peut se projeter sur le parodonte marginal lingual.

Bien évidemment, une surface lisse et bien polie est de règle pour éviter la rétention de plaque bactérienne.



**Figure 20** : un schéma et une photographie d'une barre linguale.

(BENEYTO E, 2018)

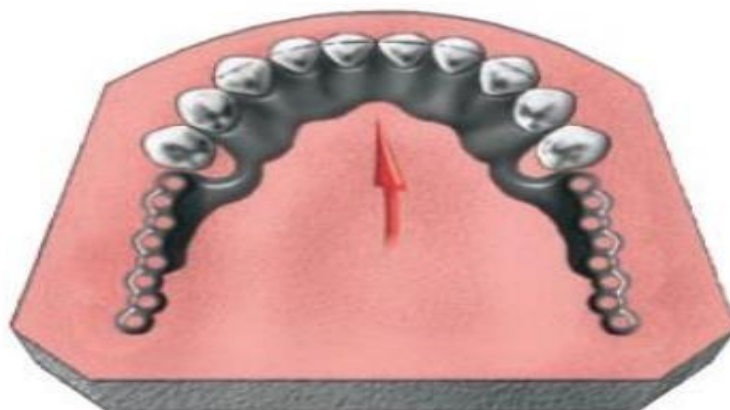
➤ **Le bandeau lingual :**

Il représente la réunion de la barre linguale et de la barre cingulo-coronaire.

Cette plaque est utilisée dans le cas où la barre linguale est contre-indiquée, la hauteur de la table interne n'est pas suffisante, c'est-à-dire la distance entre le cingulum et la limite d'action du frein lingual.

La limite supérieure suit le feston cingulaire des dents antérieures et pénètre légèrement dans les embrasures avec un espacement de 5 mm avec la gencive libre et de la table interne.

L'inconvénient du bandeau lingual est qu'il a tendance à favoriser la rétention de plaque par le recouvrement du parodonte marginal, ce qui diminue le pH et provoque par ailleurs, une inflammation.



**Figure 21** : un schéma d'une bandeau lingual. (BENEYTO E, 2018)

➤ **Le bandeau cingulaire:**

Il prend appui uniquement sur le cingulum des dents antérieures, la limite supérieure est proche du bord libre des dents et la limite inférieure est à distance de la gencive libre de 0,5mm afin de faciliter l'hygiène.

Elle est utilisée dans le cas où l'espace entre le plancher et la gencive marginale est vraiment réduit et pour garantir sa rigidité, l'épaisseur souhaitée est de 1,5 à 2mm. La présence d'appuis secondaires est indispensable afin d'assurer la stabilité de la prothèse.



**Figure 22:** Un bandeau cingulaire. (BEGIN et Coll., 2004).

### II.3.2 Les selles :

Ce sont des grilles métalliques qui ont pour rôle de porter des dents artificielles et de combler l'espace édenté, elles transmettent également les forces de mastication à la fibromuqueuse ce qui contribue à la stabilité de la prothèse.

Les versants vestibulaires et linguaux des prothèses vont servir à combler la perte de substance due à la prothèse mais servent également à supporter les muscles de la joue et de la lèvre.

➤ **Les selles grillagées :** Ce sont des selles qui sont sous forme de treillis métallique, l'épaisseur de ces treillis est de l'ordre de 1 mm et ne sont pas en contact avec la muqueuse sous-jacente.

La limite vestibulaire est à distance de 3mm avec la ligne faitière et la limite buccale est de 5mm.

Ces selles sont indiquées dans les édentements maxillaire et mandibulaire de plus d'une dent. (SANTONI 2004)

- **Les selles festonnées** : Elles sont constituées d'une selle de 3 mm de section qui contient en périphérie des appendices de 2 à 3 mm de larges. Tout comme les selles précédentes, elles restent à distance de la muqueuse sous-jacente.
- **Les contre plaques** : Ce sont des éléments métalliques coulés solidaires de la connexion principale reproduisant la majeure partie des faces linguales ou palatines des dents à remplacer. Leur face vestibulaire est pourvue de rétentions mécaniques pour ancrage du matériau cosmétique.

Les indications :

- Supra clusie importante.
- Dents à remplacer courtes (occlusion serrée).

➤ **Les Ergots :**

Ce sont des ancrages individuels se présentant sous forme d'une tige métallique rétentive.

Les indications :

- Edentement intercalé unitaire.
- Edentement antérieur sans fausse gencive.



**Figure 23 (a)** : une selle grillagée  
(BEGIN et Coll., 2004)



**Figure 23 (b)** : une selle festonnée  
(BEGIN et Coll., 2004)



**Figure 23 (c)** : une contre plaque



**Figure 23 (d)** : un ergot

### II.3.3 Les appuis dentaires :

Pour avoir une meilleure stabilité de la prothèse, il est important de trouver le plus grand polygone de sustentation et cela, en prenant le maximum d'appuis.

Les appuis dentaires sont des appuis comme leur nom l'indique, qui se font sur la face occlusale des dents, afin de s'opposer à l'enfoncement de la prothèse.

Les appuis doivent s'intégrer dans la dent et en aucun cas interférer avec l'occlusion du patient, une préparation en bouche doit être préalablement faite, au dépend de l'émail ou de la restauration préexistante.

Sur les prémolaires et les molaires, le taquet prend appui au niveau de la fossette marginale distale ou mésiale et l'appui sur ces dents est toujours préférable à défaut des incisives et des canines.

Nous avons les appuis dentaires principaux qui se feront par le biais de taquets sur les dents bordant les édentements. Si l'édentement est postérieur, le taquet peut se faire à l'opposé de l'édentement et si l'édentement est intercalé ; le taquet se fera sur les dents en regard de la partie édentée.

Nous avons également les appuis dentaires dits secondaires qui sont distants des espaces édentés, ils permettent d'élargir plus le polygone de sustentation et d'éviter à la prothèse les mouvements parasites comme les mouvements de rotation.

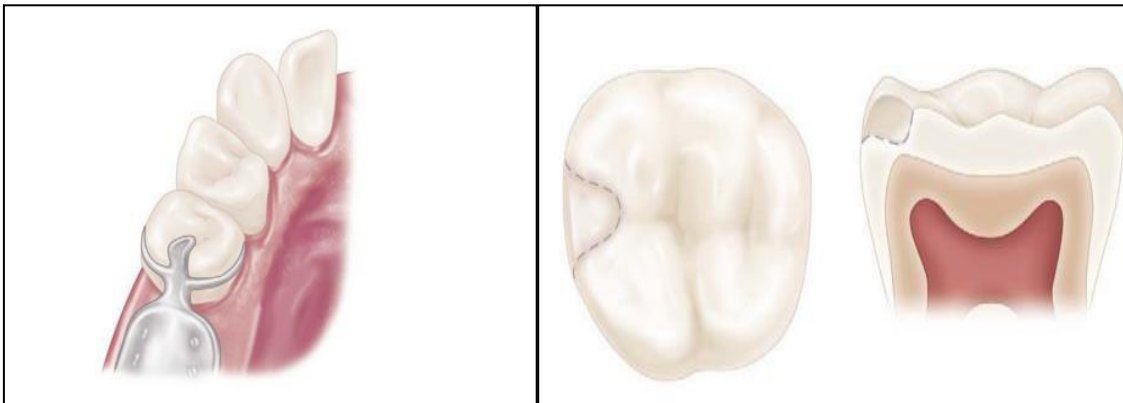
Ces appuis secondaires se présentent sous forme de taquets secondaires, de barres corono-cingulaire ou des barres cingulaires.

Il y a plusieurs types d'appuis :

- Les taquets occlusaux.
- Les appuis cingulaires.
- Les griffes incisives (à la mandibule)

### II.3.3.1 Les taquets occlusaux :

Un taquet occlusal est une extension en métal qui prend appui sur la face occlusale de la dent, qu'elle soit naturelle ou prothétique.



**Figure 24 (a) :** Le taquet occlusal doit restaurer l'anatomie de la dent. (Alan B et al, 2011)

**Figure 24 (b) :** Une préparation pour un taquet occlusal sur une molaire. (Alan B et al, 2011)

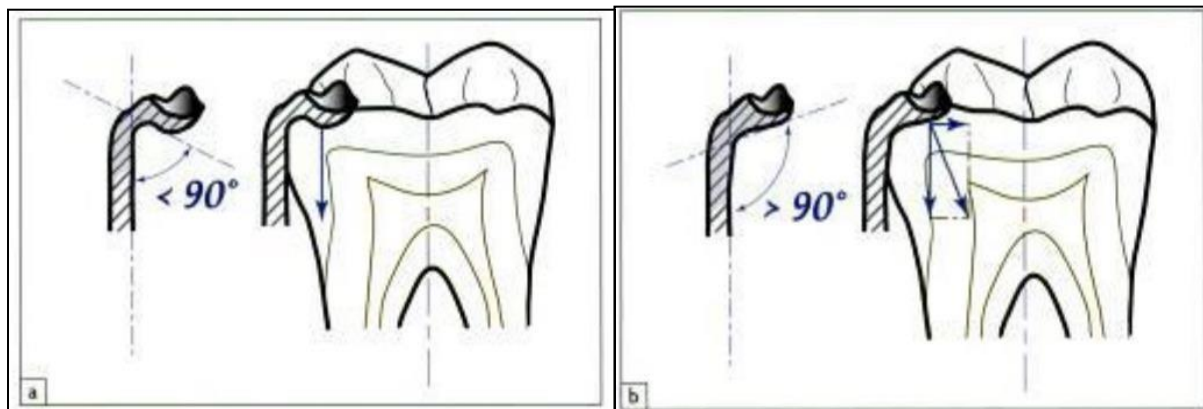
Le taquet occlusal a un rôle important pour assurer la pérennité de la prothèse :

- Il s'oppose à l'enfoncement de la prothèse dans les tissus muqueux. □ Il participe à sa stabilisation.
- Il répartit les forces de mastication sur les différentes dents supports.

Mais pour assurer ces fonctions de façon optimale, la conception du taquet occlusal doit respecter certaines conditions :

- Il doit s'intégrer à la morphologie occlusale, en ayant les mêmes caractéristiques que la dent (crête proximale et versant cuspidiens).
- Il doit y'avoir un léger enfoncement du taquet dans la morphologie occlusale pour jouer le rôle de stabilisation.

- Un angle de  $90^\circ$  est primordial entre la partie verticale et l'appui occlusal afin de transmettre à la dent des forces axiales pour ne pas perturber le parodonte de la dent support.



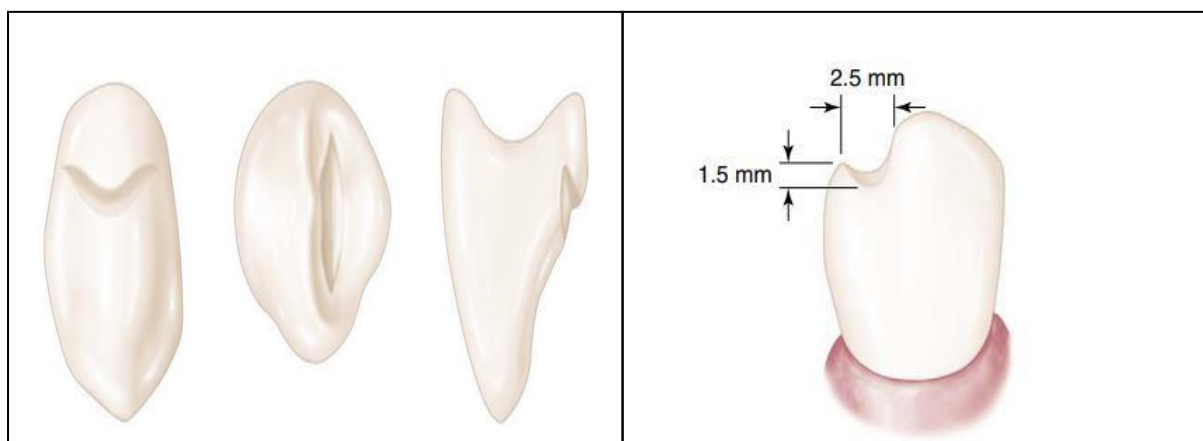
**Figure 25** : l'angulation des taquets et son incidence sur la dent support.

(SCHITTLY J et al, 2006)

### II.3.3.2 Les appuis cingulaires et les griffes incisives

L'analyse des moulages est une étape importante afin d'évaluer les zones de contact incisif et déterminer l'emplacement des appuis.

Bien que le site de prédilection soit la surface occlusale d'une molaire ou d'une prémolaire, le recours à un appui au niveau des dents antérieures est indispensable.



**Figure 26 (a)** : Un appui cingulaire sur un canine maxillaire. (Alan B et al, 2011)

**Figure 26 (b)** : Une griffe incisale sur une canine maxillaire. (Alan B et al, 2011)

### II.3.4 moyend'ancrage

Les moyens d'ancrage ont pour rôle d'unir la prothèse amovible à des dents naturelles qui seront obligatoirement aménagées avec une plasticie.

Ces éléments d'ancrage sont des crochets coulés, qui seront une partie intégrante du châssis ou des attachements.

#### II.3.4.1 Les crochets

- Les crochets répondent à la triade de sustentation, rétention et stabilisation. Le but étant d'exploiter les propriétés élastiques de l'alliage du crochet.
- Il y a l'extrémité du bras rétentif qui se déforme lors du passage de la ligne du plus grand contour de la dent, pour ensuite reprendre sa forme dans une position de contre dépouille.

#### ➤ **Le crochet doit répondre à certains impératifs :**

- La passivité, une fois que le crochet est en place, il ne doit en aucun cas exercer une force sur la dent.
- La réciprocité, le bras de calage doit être en contact avant que l'extrémité du bras retentif ne franchisse la ligne guide afin que la poussée du bras de rétention soit absorbée par l'élasticité du métal et non pas par les fibres desmodontales ce qui évitera l'effet scoliodontique.
- Le ceinturage, le crochet doit ceinturer plus de la moitié de la circonférence de la dent et les deux bras doivent être situés au même niveau pour éviter un effet de torsion.

#### ➤ **Le crochet est composé de :**

- Un bras rétentif : c'est la seule partie du crochet qui contient une certaine élasticité qui va lui permettre de passer le bombé cervical afin de se trouver sous la ligne guide.

- Un bras de calage : c'est un bras rigide, il se situe complètement au-dessus de la ligne guide dont le but est de soutenir la dent.
- L'appui occlusal ou le taquet qui est un élément métallique coulé qui repose dans une logette taillée.

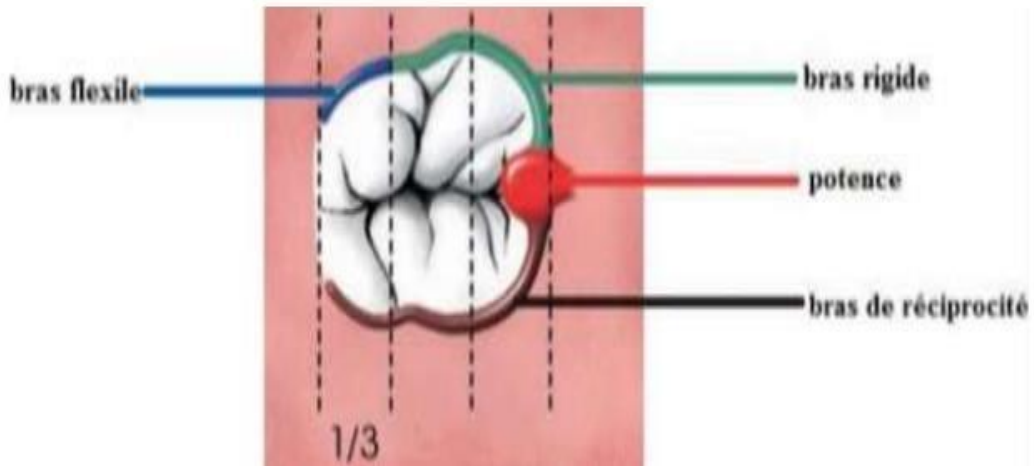


Figure 27 : les éléments constitutifs d'un crochet. (Kaiser, 2012)

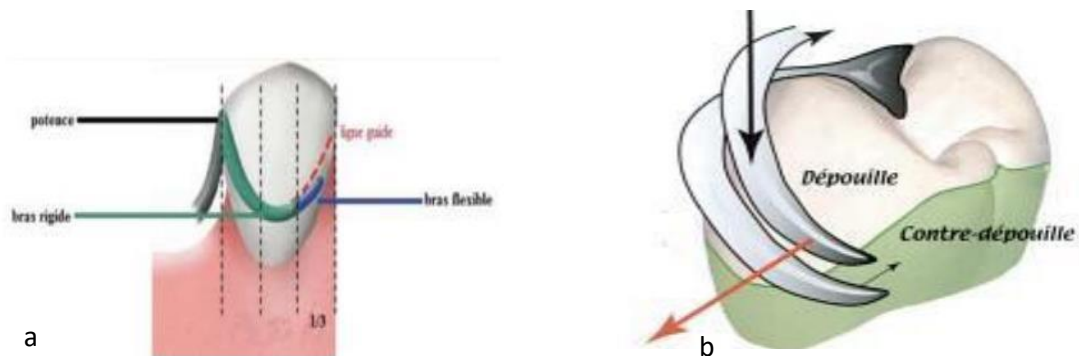


Figure 28 (a) : le bras rétentif d'un crochet. (Kaiser, 2012)

Figure 28 (b) : la dépouille et la contre-dépouille d'une dent. (Kaiser, 2012)

Quels sont les critères à prendre en considération pour le choix du crochet ?

L'indication du crochet dépend de l'amplitude ainsi que de la nature et de la localisation de l'édentement.

La dent support de crochet et son degré d'inclinaison, l'esthétique doit être également prit en considération.

Nous retrouvons différents types de crochets :

#### II.3.4.1.1 Les crochets à jonction proximale :

- **Crochet d'ACKERS N 1 de Ney** : C'est un crochet arciforme, l'extrémité du bras retentif se situe sous la ligne guide sur le dernier tiers et un bras de reciprocité qui va contrebalancer la contrainte du bras rétentif.

Les indications :

Les édentements encastrés cl III de Kennedy et surtout sur les molaires et les prémolaires car il est inesthétique.



**Figure 29** : crochet Ackers. (BENEYTO E, 2018)

- **Crochet anneau simple** : C'est un crochet ayant un seul bras qui encercle la quasi-totalité de la circonférence de la dent avec une ouverture de quelques millimètres seulement.

Les indications :

Il a toute son indication sur une molaire isolée.

Il présente l'avantage d'éviter la version mésiale de la dent par ses doubles appuis.

Dans un édentement encastré cl III de Kennedy avec une longue portée.



**Figure 30** : crochet anneau. (BENEYTO E, 2018)

#### II.3.4.1.2 Les crochets à jonction linguale :

Ces crochets ne sont pas reliés aux selles mais ils sont reliés à l'armature principale du côté palatin ou lingual.

- **Crochet Nally Martinet** : Contient un appui occlusal mésial, une connexion secondaire mésiale et un bras de calage qui ceinture les  $\frac{3}{4}$  de la circonférence de la dent avec une portion rétentive en mésio vestibulaire.

##### Les indications :

Il est indiqué dans la classe Cl I et Cl II sur les prémolaires et les canines (BATAREC et Coll., 1989) (BEGIN et Coll., 2004).

C'est le moins traumatisant des autres crochets, et grâce à l'appui occlusal mésial, il évite la disto version coronaire de la dent. Il est toutefois possible de raccourcir le bras rétentif pour le rendre moins apparent.



**Figure 31** : crochet Nally Martinet. (BENEYTO E, 2018).

- **Le crochet équi-poise** : Il est réalisé sur une restauration scellée, il contient :

Un appui occlusal mésial en intra coronaire, une connexion secondaire mésiale et un bras de calage palatin ou lingual avec une extrémité rétentive située dans l'angle disto vestibulaire.

Les indications :

Il est indiqué dans les édentements postérieurs (BATAREC et Coll., 1989), (BEGIN et Coll, 2004).



**Figure 32 (a et b)** : crochet equipoise. (BENEYTO E, 2018)

➤ **Crochet continu de Kennedy**

C'est un crochet qui se situe sur le cingulum des dents antérieures, CI I ou II de Kennedy et parfois il est posé comme contention pour les dents mobiles.

Une autre fonction de ce crochet, c'est qu'il permet d'agir contre les forces de désinsertion cervico occlusales de la prothèse qui est due à la mastication d'aliments adhésifs.

#### Les indications :

Indiqué pour les classes I ou II de Kennedy.

- **Crochet cavalier BONWILL :** Le crochet BONWILL est un crochet double avec un seul taquet en commun, il prend appui sur deux dents qui sont contiguës.

#### Les indications :

Il est indiqué pour des édentements unilatéraux dans les classes II et III et pour les classes IV de petite étendue (BATAREC et Coll., 1989), (BEGIN et Coll., 2004).



**Figure 33:** crochet Bonwill. (BENEYTO E, 2018)

#### **II.3.4.1.3 Les crochets à junction vestibulaire :**

##### ➤ **Système ROACH**

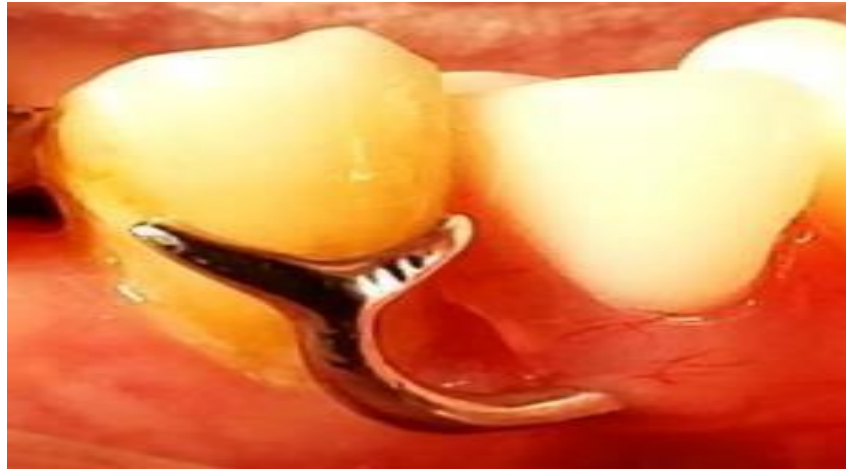
Ce crochet a deux bras indépendants :

\_ Un bras rétentif qui va de la selle et monte vers la gencive et devient bifide dans le tiers cervical de la face vestibulaire, sous la ligne guide.

\_ Un bras de réciprocity qui est relié à l'armature en lingual.

Les indications :

Indiqué pour les classes I et II, souvent utilisé sur les incisives et les canines maxillaires.



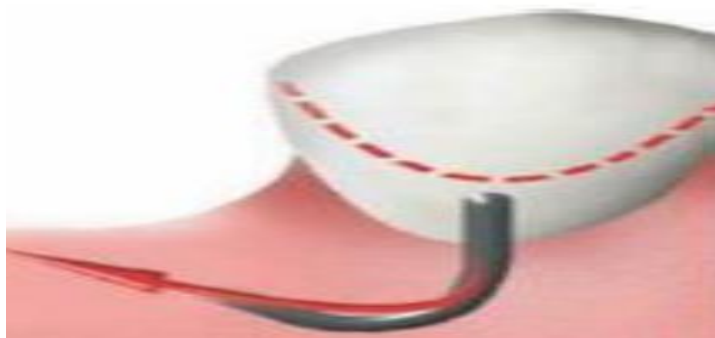
**Figure 34** :système ROACH. (BENEYTO E, 2018)

➤ **Le système RPI**

C'est un système ayant le même principe que le crochet précédent, sauf qu'au niveau de la face vestibulaire, le bras rétentif ne devient pas bifide, il reste sous la forme d'un I.

Les indications :

Il est indiqué dans les classes I et II, le plus souvent utilisés sur les incisives maxillaires. (2)



**Figure 35** : le système RPI (BENEYTO E, 2018).

### II.3.4.2 II.3.7 Les attachements

Les attachements sont des dispositifs usinés, ils permettent d'unir la dent support à la prothèse amovible. Le nombre important des attachements a conduit les auteurs à proposer des

classifications en se basant sur plusieurs critères comme l'orientation et le nombre de mouvements autorisés par ces attachements ou encore la situation de l'attachement sur le support.

Cette dernière notion va servir à créer une classification très utilisée, on y retrouve :

- Les attachements intra coronaires.
- Les attachements extra coronaires.
- Les attachements axiaux.
- Les barres d'ancrage ou de connexion.
- **Les attachements intra coronaires :**

Qui sont majoritairement des glissières type tenon mortaise, ils contiennent une partie male, dite patrice solidaire à la prothèse, une partie femelle, la matrice qui est intégrée dans la prothèse fixée.

Une activation est réalisée au niveau de la patrice pour compenser l'usure de l'attachements à cause de la force de friction.

- **Les attachements extra coronaires :**

Ils contiennent deux parties : Male appelée la patrice et femelle, la matrice.

Ce système utilise les forces de friction, les verrouillage d'éléments, les résiliences des matériaux souples tels que la résine.

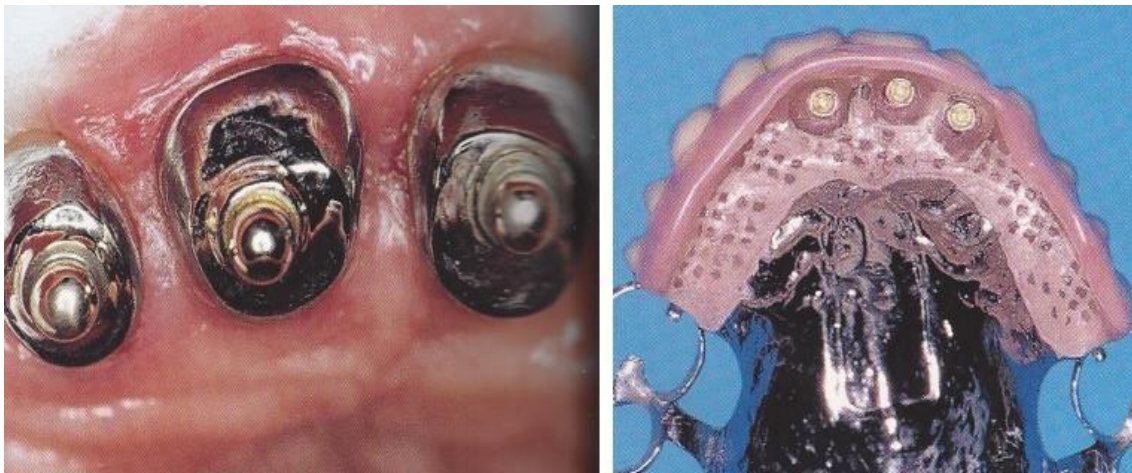
La préparation de l'attachement extra coronaire n'occasionne pas forcément la dépulpassions de la dent mais ça reste un élément en extension qui peut avoir un effet scoliodontique mais qui peut être contrecarré par la mise en place d'un taquet occlusal sur la face opposée à l'attachement.



**Figure 36 (a et b) :** les attachements extra coronaires (GRABER, 1988)

- **Les attachements supra-radicaireaxiaux**

Ils adoptent le principe du bouton-pression, le principe est le même mais le mode de liaison et les matériaux qui les composent peuvent varier.



**Figure 37 (a et b):** attachements supra radicaire axiaux. (BEGIN et Coll., 2004)

- **Barres de jonction**

La pièce mâle est une barre métallique reliant deux piliers, dents ou implants, limitant un segment édenté. Dans l'intrados prothétique se situe la partie femelle, une gouttière (BATAREC et Coll., 1989), (BOREL et Coll., 1994).

La barre peut avoir une section ronde appelée barre d'Ackermann ou une section rectangulaire appelée barre de Dolder.

## II.4 Les principes d'équilibre en PPACM

### II.4.1 Les mouvements des prothèses (Tabet) :

Pour étudier la stabilité de la prothèse, il faut étudier les 6 mouvements fondamentaux de la prothèse selon Tabet. Cette classification est ancienne mais intéressante à connaître car c'est une base de réflexion pour la conception de l'appareil. On conçoit un appareil en fonction des sollicitations qu'il va subir, pour lutter contre ces dernières. Pour établir cette classification, on met en place des repères simples dans les plans frontal, horizontal et sagittal. On sait qu'il y a des structures qui agissent sur la prothèse, en particulier des structures musculaires qui sont : **la langue** et **les muscles para prothétiques** (orbiculaire, buccinateur qui peuvent parfois avoir une force considérable selon les individus), ainsi que **les dents**. La langue est un élément important : un patient qui n'a pas eu d'appareil pendant longtemps est un cas défavorable car sa langue s'est étalée, il faut alors replacer la langue, ce qui est désagréable pour le patient (le temps d'adaptation est allongé).

Dans la classification de Tabet, il y a 2 types de mouvements principaux :

- ✓ Les mouvements de **translation**
- ✓ Les mouvements de **rotation**

Pour chacun de ces mouvements, on retrouve 3 sous-groupes.

#### II.4.1.1 Movements de translation:

##### a) **Mouvement de translation verticale** (mouvement d'enfoncement ou de désinsertion)

- On l'observe pour une prothèse qui se situe dans un secteur encastré (entre 2 dents existantes). Si l'appuie muqueux est important, on va avoir un mouvement de translation qui sera majoré du fait de la dualité tissulaire.
- Quand le patient mastique, il appuie, il y a donc une possibilité d'enfoncement de la prothèse contre lequel il faudra lutter. L'enfoncement d'une prothèse sur laquelle il y a des crochets va leur faire jouer un rôle de « décapsuleur » : le patient va être en contact sur les dents antérieures et n'aura aucune force sur les dents postérieures qui échapperont aux dents antagonistes du fait de l'enfoncement dans les muqueuses.
- Ce mouvement peut aussi se produire dans l'autre sens : si le patient mastique un aliment collant, les dents maxillaires et mandibulaires vont rester collées. La prothèse

va alors faire un mouvement vertical de translation mais dans l'autre sens (elle va se soulever). Il faudra lutter contre ce mouvement, sinon le patient risque de voir son appareil se décrocher au moment de la mastication et le blesser.

- Si on a un appui dentaire (type taquet) de chaque côté de la prothèse, ces appuis vont transmettre les contraintes lorsque le patient mord, et le patient à l'impression de mordre sur ses propres dents (perception). En plus de cette perception, qui est importante, on n'a pas ou peu d'enfoncement, seulement celui des dents adjacentes dont on sait qu'il est 5 à 10 fois moins important que celui de la muqueuse. Il est évident que pour une prothèse qui a un appui principalement dentaire, ce mouvement de translation sera très réduit par rapport à un appui muqueux.

### b) Mouvement de translation horizontale

On se trouve essentiellement dans le cas d'un édentement postérieur relativement important. C'est un appui muqueux : il n'y a pas de dent derrière pour empêcher l'éventuel déplacement de la prothèse. Cette prothèse va pouvoir se déplacer en général sous 2 actions :

**la langue** (pousse vers l'extérieur) et **le masséter** (pousse vers l'intérieur en se contractant). On a un mouvement de **translation vestibulaire/lingual** possible. Il faut alors placer les dents dans la meilleure position possible pour limiter ce mouvement. On sait que si on met les dents entre la langue et la joue juste au milieu des forces, alors la résultante des forces sera quasiment nulle. On parlera du **couloir neutre de Clin** entre les forces centripètes qui poussent vers l'intérieur de la joue et les forces centrifuges de la langue qui poussent vers l'extérieur : c'est là qu'on essaye de mettre les dents. Si les dents sont placées dans le couloir neutre de Clin, on aura seulement un déplacement minime de la prothèse.

### c) Mouvement de translation antéro-postérieur

Il est essentiellement dû à des rapports d'occlusion. Au moment où le patient engraine les dents du haut et les dents du bas, si cet engrènement ne se fait pas parfaitement (il y a souvent un mouvement de glissement), il y a une possibilité pour que la prothèse soit sollicitée à l'horizontal soit vers l'avant, soit vers l'arrière. Ces mouvements parasites créent des contraintes là où la prothèse est accrochée, donc quand elle est accrochée sur les dents, ce sont elles qui subissent les contraintes. Si les dents sont solides, elles vont résister. Si elles

sont nombreuses, elles vont résister. Mais c'est quand on arrive à un équilibre (ex : 7 dents présentes, 7 dents absentes) que l'on se pose la question de savoir s'il faut garder ces dents et leur faire subir des contraintes relativement importantes.

#### II.4.1.2 Movements de rotation:

##### a) Mouvement de rotation dans le plan sagittal

- Lorsqu'il y a un appui sur les dents, quand le patient mord au fond, on a un centre de rotation qui passe en général par les dents les plus postérieures. Quand on appuie en arrière, il y a une possibilité de rotation de l'appareil. Ce sont les crochets qui vont lutter contre le décrochage de la prothèse et la rotation. En prenant en compte la dépressibilité des tissus, en réglant la longueur de la prothèse ; on peut limiter l'enfoncement et le mouvement de rotation. Si ce mouvement est réduit, les dents ne vont donc pas être trop sollicitées et le patient va pouvoir garder son appareil assez longtemps. Si on ne prend pas en compte ce mouvement, il devient vite iatrogène et il y a un rôle de décapsuleur des crochets. Dans un premier temps, on voit apparaître des éclats sur les dents et les dents vont être mobilisées assez vite.
- Pour limiter ce mouvement de rotation on peut conserver une racine en dessous de la prothèse : quand le patient appuie sur la prothèse, l'enfoncement au niveau de la racine est moindre, donc on a une réduction considérable du mouvement de rotation.

##### b) Mouvement de rotation dans le plan frontal

Elle se fait autour de la crête (rotation sur champ). Avec l'occlusion, il y a une possibilité pour que la prothèse fasse une rotation dans le plan frontal. Ce sont toutes les structures verticales de la cavité buccale qui s'opposent à ce mouvement. C'est la réciprocité entre les structures prothétiques de chaque côté de la dent qui vont empêcher ce mouvement. Même si ce mouvement n'a globalement pas une amplitude importante, il sollicite quand même les dents.

### c) Mouvement de rotation dans le plan horizontal

C'est un mouvement souvent dû à la langue, à la joue et éventuellement à l'occlusion.

C'est un mouvement vestibulo lingual avec un axe de rotation vertical. Plus le châssis sera rigide et plus ce mouvement sera limité. Ce sont tous les appuis verticaux sur les dents qui limitent ce mouvement. Si on n'a pas d'appuis verticaux, le mouvement est possible et relativement libéré, et au bout d'un moment, les dents sollicitées commencent à bouger.

Tous ces mouvements ont été décrits par Tabet. Ce sont des mouvements importants dans la conception du châssis car tous sont différents en fonction des cas cliniques (valeurs intrinsèque et extrinsèque des dents, taille, forme ...).

#### II.4.2 Conditions d'équilibre des prothèses (Housset) :

Pour lutter contre ces mouvements, quelques principes sont à respecter. Ils ont été exprimés par Paul Housset (dentiste, directeur de l'école dentaire de Paris). Il a établi un certain nombre de règles sur les conditions d'équilibre d'une prothèse : **la triade d'Housset**. Ce sont les 3 grands principes à respecter pour obtenir l'équilibre de la prothèse, donc la triade est une unité qui permet de lutter contre les mouvements décrits par Tabet.

L'objectif est d'avoir une prothèse qui ne bouge pas. Une fois qu'on a établi l'engrènement des dents ; on va préserver les structures ostéo-muqueuses. Si on a une occlusion bien stable et répétitive, on aura un système musculaire et un système articulaire pérennisé et sans pathologie.

Les 3 facteurs de la triade d'Housset sont **la sustentation, la stabilisation et la rétention**.

##### II.4.2.1 Sustentation :

La sustentation est l'ensemble des réactions qui s'opposent à l'enfoncement de la prothèse. Si on réussit à lutter contre l'enfoncement de la prothèse, cela signifie que les mouvements de Tabet sont limités.

Pour 2 prothèses de même poids, celle qui aura la surface d'appui la plus limitée s'enfoncera plus facilement dans la muqueuse car la contrainte sera beaucoup plus importante que sur une surface étendue. Le principe de la sustentation est de toujours faire des prothèses qui soient

étendues. Plus elles seront étendues sur les muqueuses ; plus elles lutteront contre l'enfoncement qui crée des contraintes (rotation ...).

Les tissus de support sont appréciés à l'examen clinique. Ils sont caractérisés par une dépressibilité variable : on sait que pour la muqueuse, on peut aller jusqu'à 2mm de dépression alors qu'on est seulement autour de 0,25mm d'enfoncement pour la dent. On a donc un rapport entre 5 et 10 entre la dent et la muqueuse, et c'est cette dualité tissulaire qui est à l'origine des mouvements de bascule

\_ Si on fait un appui sur 2 dents (édentement encastré) la dualité tissulaire ne s'exprime pas puisqu'on ne s'appuie que sur des dents.

\_ Si la prothèse s'appuie à la fois sur la muqueuse et sur les dents, et qu'on n'est pas dans le cas d'un édentement encastré, il y a une possibilité de rotation et de translation. Il faut gérer la sustentation, sinon, on génère des contraintes sur les dents qui servent d'appui, en particulier sur celles où il y a des crochets.

En fonction de l'arcade on a une surface plus ou moins étendue où s'appuyer. Cette surface est circonscrite par les dents et par les crêtes présentes au niveau de l'arcade. On appelle cette surface **le polygone de sustentation**. Il s'agit de la surface disponible au niveau de l'arcade qui va permettre de limiter l'enfoncement. Plus ce polygone est étendu, plus on a la possibilité de lutter contre les forces d'enfoncement ; il faut donc l'utiliser au maximum. À la mandibule, le polygone de sustentation est nettement diminué par rapport au maxillaire car elle a une forme de fer à cheval. C'est pourquoi malgré que la prothèse maxillaire soit plus étendue, elle est bien mieux supportée que la prothèse mandibulaire qui a tendance à s'enfoncer dans la muqueuse. De plus, la muqueuse palatine est fine et horizontale, ce qui lui permet de s'opposer parfaitement aux forces verticales qui ont tendance à l'enfoncer.



**Figure 38:** La sustentation .

### II.4.2.2 Stabilisation :

Il s'agit de la lutte contre les mouvements latéraux (mouvements de Tabet). Ces forces agissent sur les dents et tentent de les mobiliser. Soit on trouve un équilibre qui réduit les mouvements latéraux mais ne les élimine pas complètement, donc les dents seront à terme mobilisées. Soit on s'appuie complètement sur les dents et on lutte contre le phénomène d'instabilité, mais on met en péril les dents

Pour essayer de créer cette stabilité de la prothèse, on exploite au maximum les parois verticales qui se présentent en bouche, qu'elles soient muqueuses ou dentaires. Elles sont bien entendues plus nombreuses au niveau dentaire, mais elles peuvent exister au niveau muqueux (le long de la langue : volets linguaux). Pour bloquer ce mouvement, il faut une réciprocité, c'est-à-dire que les surfaces d'appui se trouvent de chaque côté de la surface verticale et qu'elles doivent être liées l'une avec l'autre

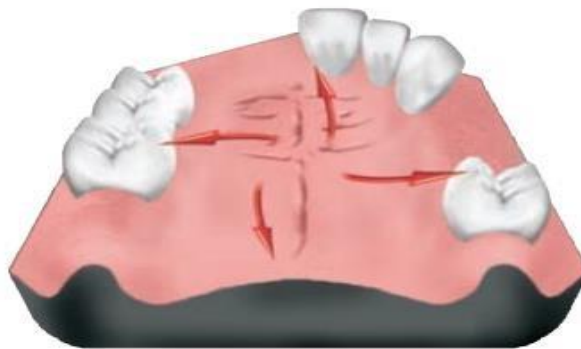


Figure 39: La stabilisation.

### II.4.2.3 Rétention :

Elle lutte contre la chute de la prothèse, car elle peut se décrocher. Le patient ressent l'instabilité, la sustentation (l'enfoncement de son appareil du côté où il y a le moins de dents), mais ce qu'il ressent le plus est la rétention. Au maxillaire la prothèse tombe et à la mandibule, le patient arrive à la décrocher facilement avec la langue.

Lorsque le patient a des dents (solides), on va créer de la rétention par l'intermédiaire des crochets. Ces crochets peuvent être plus ou moins rétentifs, plus ou moins rigides. Ils peuvent aussi ne pas s'exprimer parce que les dents ne présentent pas de zone de contredépouille ; ne présentent pas de bombé, elles sont en rotation. Donc lors de la

conception de l'appareil, il faut faire attention à l'endroit où on place les crochets, car sur ce type de dents, ils ne seront pas rétentifs et l'appareil tombera. Donc la rétention dépend essentiellement de l'anatomie dentaire.

**Le paralléliseur** est donc un outil essentiel pour repérer les zones de rétention. Quand les zones de rétention n'existent pas, il faut trouver un moyen pour les créer, sinon, l'appareil ne sera pas efficace.



**Figure 40:** La rétention

## II.5 Les biomatériaux en PPA

### II.5.1 Introduction

Les biomatériaux sont des matériaux, synthétiques ou vivants, utilisables à des fins médicales pour remplacer une partie ou une fonction d'un organe ou d'un tissu ils doivent :

- \_ Être bien tolérés par le receveur, c'est à dire ne pas provoquer d'infection, d'inflammation, d'allergie, voire de réaction de rejet s'il s'agit de matériel vivant
- \_ Ne pas contenir de substance toxique, comme des perturbateurs endocriniens ou des agents cancérigènes
- \_ Répondre à des contraintes mécaniques pour s'adapter aux pressions exercées par l'environnement (la pression sanguine pour les prothèses vasculaires, des millions d'ouvertures et fermetures pour une valve cardiaque, le poids du corps pour des prothèses de hanche ou de genou...)

### II.5.2 Les différents biomatériaux utilisés en PPA :

### II.5.2.1 Les matériaux métalliques :

#### II.5.2.1.1 les alliages

Sont une combinaison de métaux qui doivent répondre aux exigences suivantes :

- \_ Biocompatibilité : signifie que le matériau n'est pas néfaste à la santé
- \_ Inerte chimiquement : Matériaux présents dans un milieu réactionnel mais qui n'intervient pas dans les réactions qui se déroulent dans ce milieu
- \_ Electrochimie élevée : résistance à la corrosion
- \_ Mise en forme par coulée Et sont divisés en :
  - **Alliage précieux** : qui doivent comporter au moins 75 % en poids d'or et de platine
    - Or : inerte chimiquement, augmente la résistance à la corrosion, élève la température de fusion, confère à l'alliage sa ductilité et augmente sa densité.
    - Argent : actif chimiquement, contribue à la ductilité de l'alliage et tend à le blanchir.
    - Cuivre : très actif chimiquement, augmente la résistance mécanique et sa dureté et diminue sa densité il abaisse le point de fusion de l'alliage et diminue la résistance à la corrosion.
    - Platine : inerte chimiquement, augmente la dureté, son utilisation est limitée car il élève le point de fusion et au-delà de 12 % l'alliage blanchit
    - Palladium : semblable à la platine mais blanchit l'alliage à partir de 5 à 6%
    - Zinc : très actif chimiquement, blanchit l'alliage et joue le rôle d'un désoxydant, il abaisse la température de fusion, et diminue la densité de l'alliage
  - ✓ **Les alliages semi précieux** : comporte un pourcentage d'or et de platine inférieur à 75 %
  - ✓ **Les alliages non précieux** : se répartissent en 3 groupes principaux
    - Les Ni-Cr (nickel chrome) : aussi appelé « super alliage » résistants à de hautes températures sont mieux adaptés pour la réalisation de prothèses conjoints coulées et d'infrastructures céramo-métalliques leur grande rigidité sous faible épaisseur

permet une moindre mutilation coronaire, ce qui leur confère un gros avantage sur le plan parodontal

- Les Cr Co (chrome cobalt) : désigné sous le nom de « stellite » utilisé dans la confection de châssis métallique et d'arcs de ressorts en orthopédie dentofaciale. Les alliages titanes

### II.5.2.2 Les résines acryliques

La résine acrylique est le matériau le plus répandu pour la confection des prothèses amovibles.

Est une substance synthétique plastique thermoplastique ou thermodurcissable dérivée d'acide acrylique et d'acide méthacrylique

- Composition : Matériau se présente sous forme de poudre et de liquide.
- Liquide : Est un monomère (le méthacrylate de méthyle) : Instable, volatile, inflammable et toxique.
- Poudre Est un polymère (poly méthacrylate de méthyle) : sous forme de sphérules de volume variable.
- Polymérisation : L'addition du monomère sur pré polymère, en présence d'un initiateur est d'un activateur, provoque une réaction de polymérisation, elle fait intervenir trois étapes :
  - Initiation (amorçage de la réaction) : par le peroxyde de benzoyle présent dans la poudre se dissout dans le monomère et amorce la polymérisation
  - Propagation : propagation de chaîne de 2 unités fondamentales
  - Terminaison : lorsque le radical est transformé en un groupement stable

### II.5.2.3 Les cires préformées

**Définition** : Les cires sont des polymères organiques, dérivés d'hydrocarbures ; la masse molaire.

**Les différents Types de cire :**

Les cires utilisées sont ;

- Les cires minérales : (paraffine)
- Les cires d'origine synthétique (polyéthylène)
- Les résines naturelles végétales (candellila, carnauba) ou animales (abeille, suif de mouton)
- 

#### Indications :

- **Cire préformée** : Ce sont des cires spéciales, de différentes tailles, formes, couleurs et plasticité Utilisées en prothèse adjointe pour la réalisation des différents éléments constituant les stellites.
- **Cire pour coffrage des empreintes** : elles servent pour le coffrage des empreintes avant le moulage
- **Cire de plaque base et de maquette d'occlusion** : utilisées pour la fabrication des maquettes de prothèse complète et des bourrelets d'occlusion destinés à l'enregistrement des relations intermaxillaire

#### II.5.2.4 Matériaux de revêtement :

La gélatine est un gel duplicateur écologique, à base d'agar-agar, pour la réalisation de modèles en revêtement, en plâtre et pour la coulée de résines.

Elle offre une qualité de duplication égale à celle obtenue avec le silicone, avec des états de Surface parfaitement lisses. Mais c'est un matériau très avantageux à d'autres égards.

D'une part, la gélatine, contrairement au silicone, peut être éliminée avec les ordures ménagères car elle ne contient que des matières premières naturelles. Elle est donc inoffensive sur le plan écologique.

D'autre part, elle peut être fondu au moins 15 fois de suite sans perdre de ses excellentes qualités, et elle est aussi adaptée à la fonte au micro-ondes sans perte de qualité, ni

de précision. Il en résulte un très bon rapport qualité/prix : un modèle dupliqué avec la gélatine coûtera 5 fois moins cher qu'un modèle dupliqué au silicone, les coûts de l'appareil de duplication ayant été pris en compte dans ce calcul Matériaux réfractaire :

Un revêtement est matériau réfractaire destiné à la confection des moules utilise en fonderie de précision Un revêtement doit :

- Permettre une reproduction précise des détails morphologiques des maquettes en cire
- Pouvoir résister à l'élévation de la température lors du chauffage du cylindre et aux pressions dues à l'arrivée de l'alliage dans le moule
- Compenser la contraction de la solidification de l'alliage Le fait que les alliages fondus utilisés pour les restaurations dentaires se contractent lors de leurs solidifications est d'une grande importance lors de la mise en revêtement des maquettes en cire Il est par conséquent nécessaire de compenser la contraction de solidification de l'alliage utilise en provoquant l'expansion du moule d'une valeur égale à la contraction.

On distingue deux types de revêtements :

- Les revêtements à liant au plâtre : utilise pour la coulée des métaux ou alliages dont la température de coulée est inférieure à 900 °C (alliage or)
- Les revêtements au silicate et au phosphate : utilise pour la coulée des alliages dans la température de coulée est supérieure 900 °C (alliage nickel chrome. Alliage semi précieux).

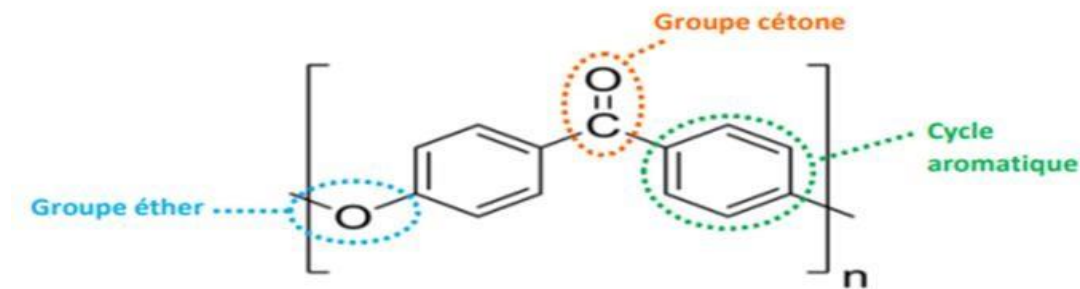
### II.5.2.5 Les PAEK

#### a) Définition :

Les polyaryléthercétones ou PAEK, de leur dénomination anglaise « polyaryletherketones » sont une grande famille de polymères thermoplastiques Ils sont capables de résister à des températures élevées. Ces polymères sont dits semi-cristallins car ils se composent de deux phases distinctes : une phase amorphe, et une phase cristalline.

- Dans la phase amorphe, les chaînes macromoléculaires s'entrelaçant de façon lâche montrant une bonne extensibilité.
- Dans la phase cristalline, les chaînes macromoléculaires ordonnées possèdent une plus grande rigidité.

Une température élevée entraîne une agitation thermique, c'est-à-dire un mouvement incessant des molécules constituant le polymère. Lorsque la température diminue, les molécules s'immobilisent et peuvent s'organiser de façon ordonnée en formant des cristaux. Plus la vitesse de refroidissement est lente, plus le taux de cristallinité augmente. Mais cette cristallisation est incomplète, d'où le terme semi-cristallin.



**Figure 41:** Structure chimique du Peak .

Souvent mis en forme de façon conventionnelle, c'est-à-dire par extrusion, compression, injection ou par usinage, des fabricants se tournent désormais vers l'impression 3D du PEEK, ou fabrication additive. Rapide, économe en matériau et capable de réaliser des pièces de géométrie complexe, l'impression 3D du PEEK offre par ailleurs une plus grande liberté de conception que les techniques traditionnelles.

Aujourd'hui, une grande partie des prothèses amovibles partielles sont formées d'une armature en métal (généralement du chrome-cobalt) Le métal comporte plusieurs inconvénients, comme une augmentation du poids de la prothèse, un rendu inesthétique des crochets, un goût métallique, voire des allergies chez certains patients. Le PEEK, léger, plus esthétique et non allergène, s'exempte de ces inconvénients et apparaît comme un matériau alternatif pour la fabrication d'armature de prothèse amovible partielle. L'élasticité du PEEK serait bénéfique pour diminuer la contrainte sur ces dents piliers, et pourrait donc être un matériau favorable pour les patients présentant un endentement terminal et un parodonte réduit.



**Figure 42 :** châssis réalisé en PEEK

### b) Propriétés:

- **Propriétés mécaniques:**

Ce matériau présente un module de Young ou module d'élasticité relativement proche de celui de l'os cortical

Toutefois le module d'élasticité du PEEK peut être modifié avec l'incorporation dans sa structure d'autres matériaux.

Le PEEK va donc présenter une meilleure capacité d'absorption des chocs que d'autres matériaux comme le titane qui présente un module d'élasticité beaucoup plus élevé.

La résistance à la traction et à la flexion du PEEK est également comparable à celle de l'os cortical et de la dentine.

De plus, les propriétés mécaniques du PEEK ne changent pas pendant le processus de stérilisation, que l'on utilise de la vapeur, du gamma ou de l'oxyde d'éthylène.

- **Propriétés chimiques:**

Une grande résistance à toutes les substances, à l'exception de l'acide sulfurique concentré à 98%.

Sa structure chimique reste stable à hautes températures avec, un point de fusion autour de 340°C.

- **Propriétés physiques :**

Une grande résistance aux radiations et à l'usure.

- **Propriétés biologiques :**

Le PEEK présente une bonne biocompatibilité in vitro et in vivo, ne provoquant ni effets toxiques, mutagène, ni d'inflammation cliniquement significative. (8) Il est non allergène, et possède une faible affinité pour la plaque dentaire

- **Propriétés optiques:**

Le PEEK présente une bonne biocompatibilité in vitro et in vivo, ne provoquant ni effets toxiques, mutagène, ni d'inflammation cliniquement significative Il est non allergène, et possède une faible affinité pour la plaque dentaire

## **Chapitre III :**

*Prothèse partielle à châssis  
métallique au laboratoire*

### III PPAC au laboratoire

#### III.1 Technique conventionnelle

##### III.1.1 Préparation du modèle de travail

Contrairement aux maquettes destinées à la coulée de pièces de prothèse fixée, la maquette d'un châssis ne peut être réalisée directement sur le modèle terminal issu de l'empreinte. En effet, la forme étendue, complexe et particulièrement fine de la maquette de coulée interdit toute dépose de celle-ci de son modèle, il est nécessaire de confectionner au laboratoire un duplicata en revêtement compensateur. Le modèle terminal doit subir au préalable une préparation permettant de faciliter la désinsertion du matériau de duplication et d'éviter toute déformation de celui-ci, un espacement est aménagé afin de permettre l'insertion de l'armature selon l'axe d'insertion défini et la réalisation des selles en résine.

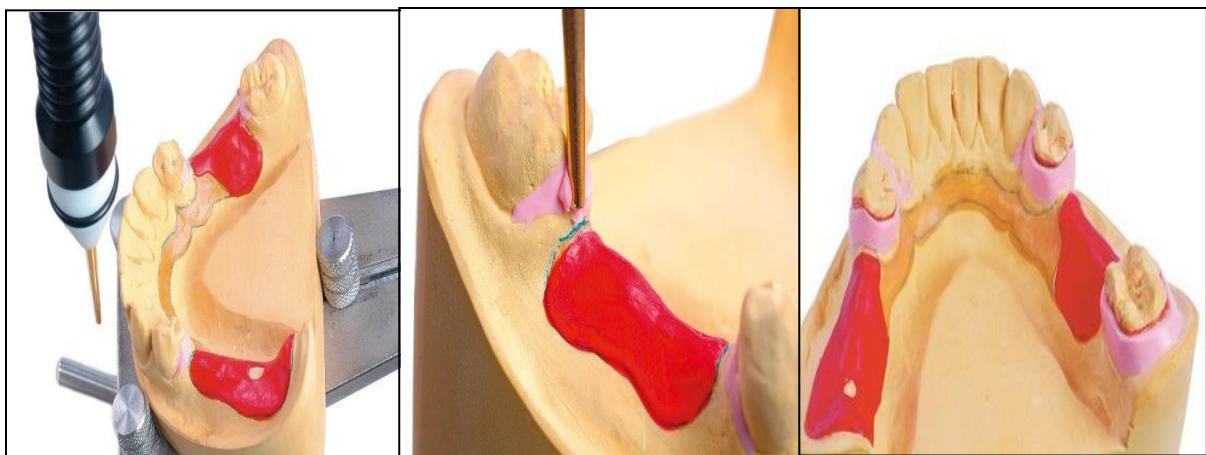
##### III.1.1.1 Préparation du modèle :

La préparation du modèle doit comporter en outre, et successivement les corrections suivantes :

- Élimination systématique des zones rétentives n'ayant aucune incidence dans le tracé de la plaque ou des crochets
- Suppression des zones de contre-dépouille risquant de s'opposer au retrait du modèle de son empreinte dans l'hydro colloïde réversible ou gélatine utilisée
- Élimination de toute arête ou irrégularité risquant d'altérer la qualité la précision de l'empreinte
- Créer des épaulements de 0,5 mm sur les dents support de crochet au niveau de la limite rigoureuse du tracé du futur crochet
- Décharger les zones incompressibles telles que : torus mandibulaire ou palatin, suture intermaxillaire saillante
- Graver au contraire le dessin de l'entretoise palatine dans sa partie surplombant les zones de SCHROEDER,
- Prévoir au niveau de la barre linguale un espacement suffisant en fixant une cire calibrée dans la région correspondante

- Protéger l'anneau gingival devant être recouvert partiellement ou totalement, par une potence, par une rétention indirecte, ou par une base prothétique pleine
- Ménager un espacement suffisant, au niveau des segments édentés par une feuille de cire de 1 mm à 1,5 mm d'épaisseur, afin que la grille disposée au-dessus des lignes faîtières permette la réalisation de selles en résine acrylique et leur rebasage périodique.

En résumé, toutes les zones de contre-dépouilles sont éliminées à l'exclusion de celles réservées aux chefs rétentifs des futurs crochets. Le tracé de ces derniers est préservé, grâce à l'épaulement limitant leur contour cervical.



**Figures 43:**Préparation du modèle de travail

### III.1.2 Préparation de la réplique en matériau réfractaire « la duplication » :

Une réplique en revêtement du modèle préparé appelé « DUPLICATA » doit être préparée car c'est sur cette dernière que sera réalisée la maquette en cire du châssis et la coulée de l'alliage. Ce modèle dupliqué est alors capable de supporter les très hautes températures nécessaires à la coulée et d'avoir une expansion proche de celle de l'alliage.

#### III.1.2.1 Les matériaux de duplication :

Ils sont de deux types :

- ✓ Les gélatines sont composées d'hydro colloïdes réversibles
- ✓ Les élastomères (silicones ou polyéthers)

### **III.1.2.2 Le protocole de duplication :**

Chaque étape nécessite une extrême rigueur et un respect très strict des recommandations du fabricant. Toute erreur de protocole ou méconnaissance des précautions d'emploi pourra se traduire par l'obligation de recommencer toute la séquence de laboratoire.

#### **□ Avec utilisation de gélatine :**

- Immersion du modèle en plâtre pendant 20 minutes dans l'eau à 35°C : cela permet la désoxygénation du modèle et évite le choc thermique. L'utilisation d'un modèle sec entraîne la formation de bulles (cavités au sein de la gélatine), tandis qu'une variation brutale de température crée des déformations.
- Coulée de la gélatine dans une cuvette de duplication (**fig. 42 et 43**) : la température de coulée de la gélatine ne doit pas affecter les cires utilisées sur le modèle à dupliquer
- Le modèle est fixé au centre de la base du moule (ou cuvette de duplication). Celui-ci peut être en plastique ou en métal : il disperse alors mieux la chaleur et est plus rigide. La réutilisation de la gélatine détériore le matériau et nuit à ses propriétés mécaniques. Ce problème se manifeste quand la gélatine s'émiette lors du démoulage.
- Refroidissement lent : le temps de prise est d'environ 15 minutes à l'air ambiant puis on peut pratiquer une immersion dans l'eau d'environ 15 minutes supplémentaires. La base caoutchoutée de la cuvette de duplication peut être trempée dans l'eau froide de façon à solidifier la gélatine de bas en haut.
- Désolidarisation gélatine-plâtre : avec un souffle d'air. Toutes les précautions doivent être prises afin de ne pas déchirer les parties fines et fragiles de gélatine (un bon positionnement du modèle au centre de la cuvette évite des déchirements périphériques). La coulée du revêtement n'interviendra que 30 minutes après démoulage afin de permettre le relâchement des contraintes. Le moulage devra être nettoyé et rincé afin d'éliminer d'éventuels résidus.



**Figure 44:**La coulée de la gélatine est faite ici dans un moule en métal, plus résistant à la déformation



**Figure 45:**La gélatine a ici un aspect bulleux dû à un malaxage qui n'a pas été effectué sous vide.

□ Avec utilisation d'élastomères :

- Dégraisser et sécher le modèle à dupliquer : il est conseillé de dégraisser avec un produit solvant de **type acétone**, surtout en cas de fraisage. A la différence de la gélatine, le modèle doit être parfaitement sec
- Coulée de l'élastomère dans une cuvette de duplication : les deux composants (base et catalyseur) doivent être parfaitement mélangés jusqu'à l'obtention d'une couleur homogène. Des résidus non mélangés seront source d'erreurs. La coulée se fait lentement à 30 cm audessus du moufle.

- Durcissement en vingt minutes environ. Le respect des recommandations du fabricant est, ici aussi, primordial.
- Désolidarisation élastomère/plâtre : utilisation d'un souffle d'air. Il faut éviter de forcer avec des spatules ou instruments pour ne pas déformer le moulage et toujours laisser le moule dans le cylindre de duplication afin d'éviter les déformations.

### III.1.3 La coulée de l'empreinte au matériau réfractaire :

Les différents matériaux de revêtement On distingue deux types de revêtements : à base d'eau et à base d'alcool.

#### III.1.3.1 Protocole de coulée

Chaque revêtement commercialisé possédant ses propres caractéristiques et son propre protocole d'utilisation, nous détaillerons ici les principes généraux des étapes de laboratoire.

- **Préparation de la coulée :**

Il est judicieux de placer un cône de coulée sur le moulage obtenu dès la coulée du revêtement. Cela représente un gain de temps pour les étapes ultérieures surtout à la mandibule.

- **Malaxage sous vide :**

Les revêtements peuvent se présenter sous forme de pré doses afin que les proportions soient parfaitement exactes. En effet, toute variation du rapport poudre/liquide modifie les propriétés mécaniques, le temps de prise et le coefficient d'expansion thermique.

- **Coulée sous vide :**

Une première couche peut être apportée au pinceau sur les zones anfractueuses et fines, mais la coulée sous vide réduit le risque d'inclusion de bulles d'air et augmente la résistance mécanique. Certains revêtements à base d'alcool peuvent nécessiter une vibration pendant toute la prise. Le temps de prise est d'environ 40 minutes. Au-delà, des réactions de surface peuvent nuire à la précision du duplicata (surtout avec la gélatine).

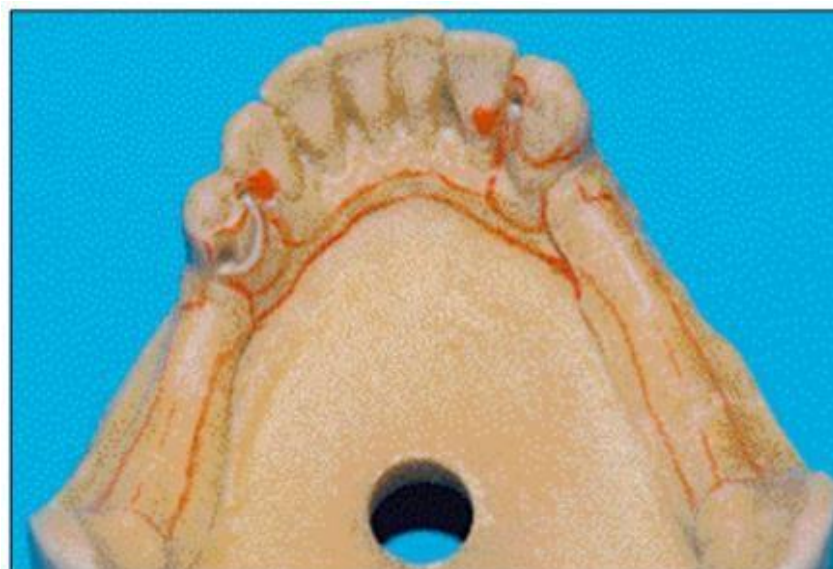
- **Désinsertion du duplicata en revêtement :**

Le moufle est alors découpé au couteau pour dégager le modèle dupliqué. Les bandelettes de gélatine pourront être éventuellement reconditionnées après lavage et séchage (hydro colloïdes réversibles). Le modèle est passé au taille plâtre pour rabattre les angles.

- **Déshydratation du modèle :**

Dans une étuve à 220° C pendant 40 minutes. Les duplicatas en revêtement doivent parfois subir un traitement de surface par trempage dans un liquide durcisseur à température (résine de pin + acétone) pendant 5 à 10 secondes puis être remis au four. Il existe également **des durcisseurs à froid** (par spray ou par immersion). Toutefois, un égouttage insuffisant peut créer des surépaisseurs nuisibles à la précision.

Le revêtement final doit être d'une couleur brun caramel, sans défaut de surface (**fig. 46**). S'il est trop noir, la température a été trop élevée ou maintenue trop longtemps et le revêtement a subi un début d'expansion thermique nuisible à l'ajustage du châssis. Le tracé et l'axe d'insertion sont reportés sur le modèle réfractaire avec un crayon de couleur sans graphite (**fig. 47**). C'est sur ce modèle en revêtement que seront disposées les préformes en cire.



**Figure 46 :**Le modèle en revêtement final.



**Figure 47 :** Report du tracé sur le modèle en réfractaire.

### **III.1.4 Réalisation de la maquette prothétique :**

#### **III.1.4.1 Modelage de la maquette en cire :**

Le châssis métallique dans son ensemble est préfiguré avec des préformes dites calcinables, de forme et d'épaisseur caractéristique de chaque élément, et de l'alliage qui servira à le couler.

Ces préformes calcinables seront soit en cire, soit en résine thermoplastique.

Au laboratoire ; on a plus tendance à avoir recours à des préformes en cire plutôt qu'en résine pour leur simplicité d'utilisation notamment la manipulation aisée.

Leur désavantage le plus notable restera la sensibilité qu'elles ont dans des températures ambiantes élevées, les rendant facilement écrasables, et mettant en péril le calibrage de la maquette.

Un inconvénient que les préformes en résine ne présentent certes pas, mais qui ne les rend pas pour autant le matériau de choix, étant donné qu'elles sont plus difficiles à stabiliser sur le modèle ; source d'erreurs si un léger décollement de la préforme passe inaperçu.

Pour y contrer les préformes en résine seront le plus souvent collées.

Pour assurer une résistance et une rigidité correctes du châssis ; il est obligatoire d'obtenir une maquette qui respecte les dimensions nécessaires de chaque élément (crochet, connexion, taquet...)

Toutefois ; dans une optique où les fabricants de ces matériaux auront fixé au préalable des dimensions sur les packagings, notamment les épaisseurs et les tailles des plaques et cires profilées. On tombe souvent dans un questionnement quant à la fiabilité de ces directives ; c'est-à-dire que, la standardisation des épaisseurs, sur chaque cas devrait-elle être appliquée ? Eh bien non !

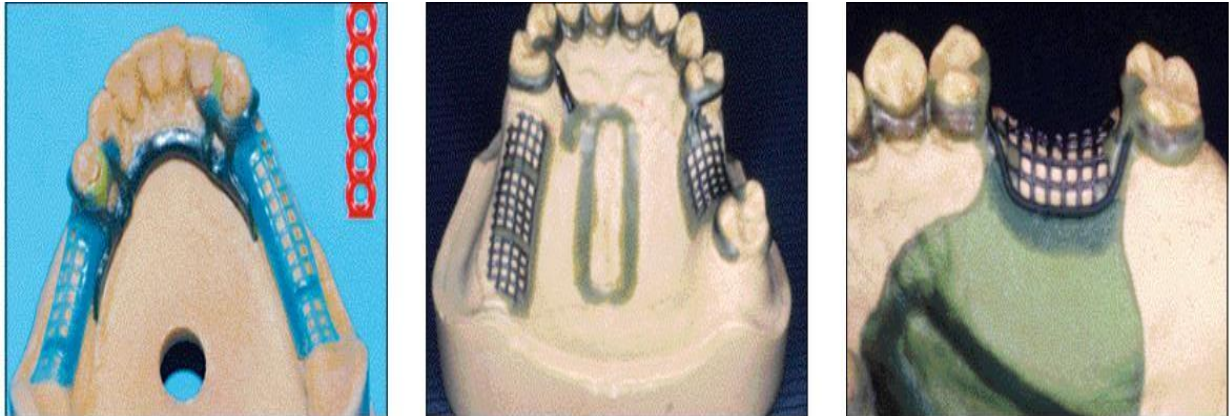
Il faudra donc adapter les préformes aux différents cas en appréciant l'épaisseur du matériau à ajouter tout en donnant à celui-ci ; une attention particulière ainsi qu'à l'évaluation des pertes éventuelles lors du polissage final.

Plus encore ; si les différentes épaisseurs des plaques et des cires profilées sont indiquées dans les catalogues par les fabricants, celles des crochets ou des cires pour selles prothétiques restent inconnues.

Les zones de jonction doivent faire l'objet d'une attention particulière car c'est le plus souvent à ce niveau que se produisent les fractures. C'est là que l'expérience et l'habileté prothésiste de laboratoire devra rentrer en jeu ; pour apprécier les calibrages à utiliser en fonction des conditions cliniques qu'il "lit" sur le plâtre et sur le tracé fourni par le praticien (étendue de la plaque/impératifs de rigidité, hauteur et morphologie des dents, largeur des embrasures, nombre et espacement des connexions...). On peut penser qu'il est indispensable, avant le début du "maquettage", de reporter précisément l'axe d'insertion sur le modèle dupliqué. Cet axe d'insertion a déjà fait l'objet d'un transfert du modèle d'étude au modèle issu de l'empreinte et doit donc être transféré du modèle secondaire au duplicata.

En fait, l'obtention de l'axe d'insertion sur le duplicata n'est pas indispensable à partir du moment où le modèle secondaire a été correctement préparé : sur le duplicata, le prothésiste est parfaitement guidé pour placer exactement chaque élément du châssis. Au niveau des taquets occlusaux, le prothésiste est obligé de les surdimensionner en épaisseur : en effet, le duplicata n'étant pas monté en articulateur, il faut prévoir l'ajustage occlusal indispensable de ces taquets une fois la coulée effectuée, ajustage qui doit permettre de restituer les contacts normaux sur ces éléments du châssis.

**Remarque :** il est important de ne pas modifier trop souvent la mise en place des préformes car cela risque d'endommager le modèle en réfractaire.

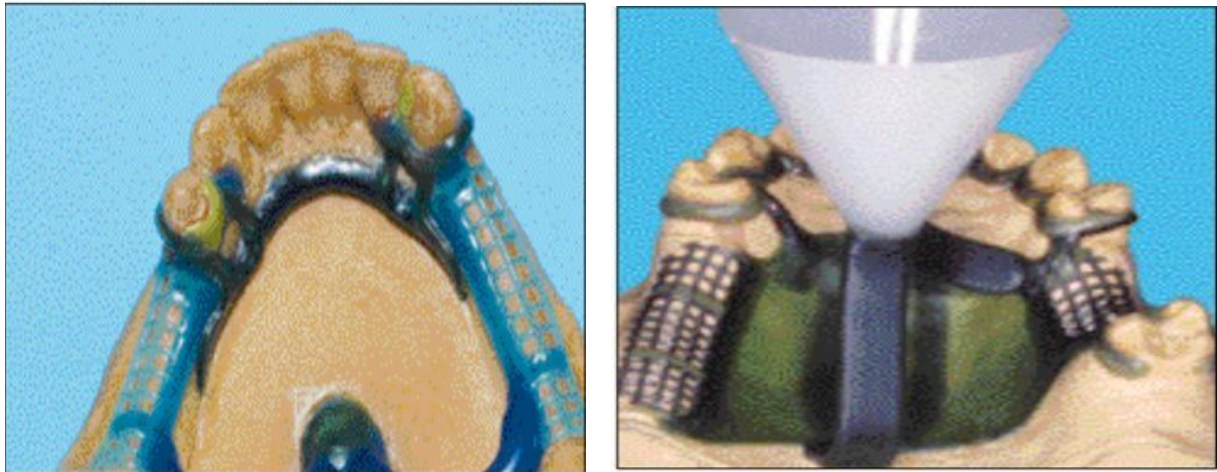


**Figure 48:**La maquette en cire est réalisée.

### III.1.5 Fixation des tiges, cône de coulée :

Après avoir fini la sculpture de la maquette, des tiges de coulée doivent être fixées à cette armature, elles ont pour rôle de conduire l'alliage en fusion dans la maquette à couler. La mise en place des tiges de coulée : elle se fait intelligemment en fonction de la complexité du dessin de la prothèse, de façon à ce que le métal en fusion diffuse régulièrement pour éviter les porosités ou manques. La règle est de mettre 2 à 3 tiges de coulée au maximum, courtes, massives (10 mm<sup>2</sup> de section) disposées aux endroits les plus épais de la maquette. Les tiges, qui peuvent être de section ronde ou plate (**fig. 47**) , sont raccordées au cône de coulée par lequel arrive le métal en fusion. Un défaut de coulée ou des porosités apparaissant au polissage condamnent le châssis et obligeront le prothésiste à recommencer au stade de la maquette en cire. La technique de la cire perdue utilisée en prothèse partielle amovible sous-entend quatre étapes :

- la mise en revêtement de la maquette,
- la chauffe du cylindre et la fusion des alliages,
- la coulée de l'alliage, □ les étapes de finition.



**Figure 49:**tiges et cône de coulée

### III.1.6 Mise en revêtement :

Le fait que les alliages fondus utilisés en odontologie se contractent lors de leur solidification (1,3 % pour les alliages précieux et de 2,1 à 2,3 % pour les alliages non précieux) est d'une grande importance dans la mise en revêtement des maquettes en cire. En effet, si le volume du moule n'est pas supérieur à celui de la maquette, la pièce coulée sera d'autant plus petite, ce qui empêchera sa mise en place complète en bouche.

Il est de ce fait indispensable de compenser la contraction de solidification de l'alliage utilisé en provoquant l'expansion du moule d'une valeur égale à la contraction : c'est le rôle des revêtements compensateurs. Ceux-ci doivent en plus permettre une reproduction précise des détails morphologiques des maquettes en cire, résister aux élévations de température et de pression lors du chauffage du cylindre et lors de l'arrivée de l'alliage fondu dans le moule.

D'un point de vue théorique, tous ces revêtements comportent un substrat réfractaire, généralement de la silice sous forme cristallisée (mélange de quartz et de cristobalite) qui assure l'expansion thermique, un liquide (eau distillée ; solution aqueuse de silice colloïdale) et un liant qui assure la résistance mécanique du moule et dont la nature et la température de coulée permettent de distinguer :

- les revêtements compensateurs à liant plâtre (température de fusion inférieure à 1100° C) ; utilisés pour la coulée des alliages précieux (or de type IV en prothèse adjointe partielle).

- les revêtements à liant silicique ou phosphate (température de fusion supérieure à 1100° C) utilisés pour la coulée des alliages non précieux (chrome-cobalt) et du titane. D'un point de vue pratique, le modèle sur lequel repose la maquette de fonderie est solidarisé à la base du cylindre afin qu'il ne se déplace pas lors du remplissage avec le revêtement compensateur. Un liquide tensioactif est appliqué sur la maquette. Il favorise l'étalement au pinceau et l'adhésion d'un premier revêtement de faible granulométrie (grains fins) qui améliore la définition et l'état de surface des pièces coulées. Une dose de revêtement de granulométrie plus importante (gros grains) identique à celui du duplicata est ensuite préparée. Certains fabricants préconisent un malaxage à l'air libre et non sous vide afin d'augmenter la porosité du revêtement pour que l'air et la vapeur d'eau s'évacuent (dégazage) lors de l'injection de l'alliage. Pour la même raison, le revêtement est versé dans le cylindre sans l'aide d'un vibreur (**fig. 49**).

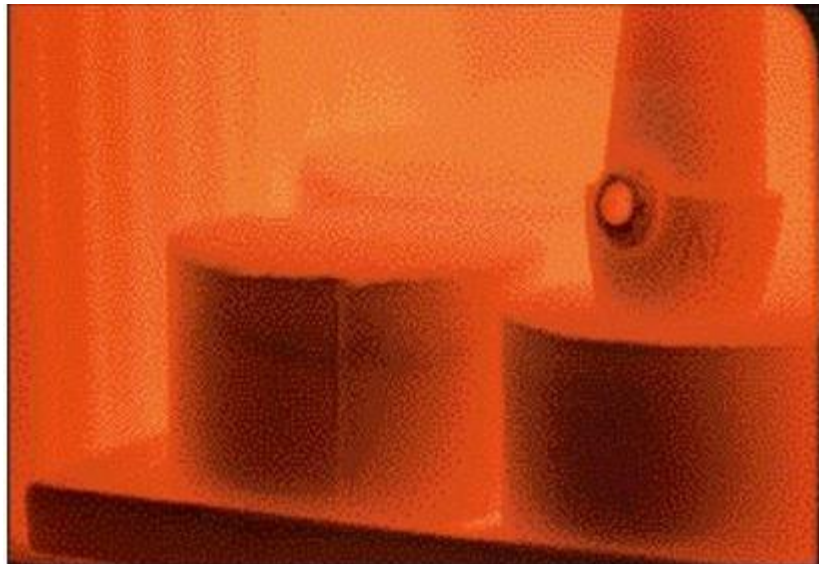


**Figure 50** : Le modèle est positionné dans le cylindre de mise en revêtement, maquette audessus, pour permettre les différentes applications.

### III.1.7 Chauffe du cylindre et fusion des alliages :

Cette étape permet l'élimination des matériaux calcinables utilisés pour la confection de la maquette, la déshydratation et l'expansion du revêtement lié à la transformation de ses phases cristallines. De plus, elle permet d'atteindre une température suffisamment élevée pour permettre la coulée (**fig. 52**). Cette chauffe est assurée par des fours électroniques programmables qui suivent des courbes de montée en température spécifiques aux revêtements utilisés (9). Le respect des paliers de température est fondamental afin d'éviter

les chocs thermiques, les variations dimensionnelles et une altération des propriétés mécaniques. En prothèse amovible partielle, trois familles d'alliages sont utilisées : les alliages chrome-cobalt, les alliages précieux (**or de type IV**) et le titane commercialement pur.



**Figure 51:** Chauffage du cylindre

On procède à une chauffe lente, par palier de 10 à 15mn, d'abord à 300°C, puis à 600°C, et enfin un palier de 45mn à la température de fusion de l'alliage qui est de 1050° pour le Chrome-Cobalt. Cette chauffe a pour objectifs :

- D'éliminer toute trace de cire et d'humidité,
- D'éliminer les gaz formés indésirables,
- De développer la quantité d'expansion désirée pour le revêtement,
- De réduire l'écart entre la température du cylindre et celle de l'alliage en fusion.

### III.1.8 Coulée de l'alliage :

Cette étape permet l'élimination des matériaux calcinables utilisés pour la confection de la maquette, la déshydratation et l'expansion du revêtement lié à la transformation de ses phases cristallines. De plus, elle permet d'atteindre une température suffisamment élevée pour permettre la coulée.

La coulée du métal peut s'effectuer soit avec un système de fusion à induction électronique, soit avec chalumeau oxyacétylénique.

Dans le cas de chauffage électrique par induction, les lingots de métal sont placés dans un creuset spécifique de la fronde utilisée.

Puis l'inducteur est placé en position haute il entoure à ce moment le creuset. Le métal rougit et dès qu'apparaissent en surface quelques points noirs, le cylindre est rapidement mis en place dans la fronde, sur un berceau autocenter.

Le démarrage du bras rotatif de coulée du métal s'effectue automatiquement, dès que l'on abaisse l'inducteur de chauffage.

Dans le cas d'utilisation d'un chalumeau oxyacétylénique, il convient de fondre le métal en 30 ou 40 secondes sans jamais chercher à détruire la couche protectrice du métal en fusion.

Les cylindres sont laissés à l'air libre, jusqu'à refroidissement complet.

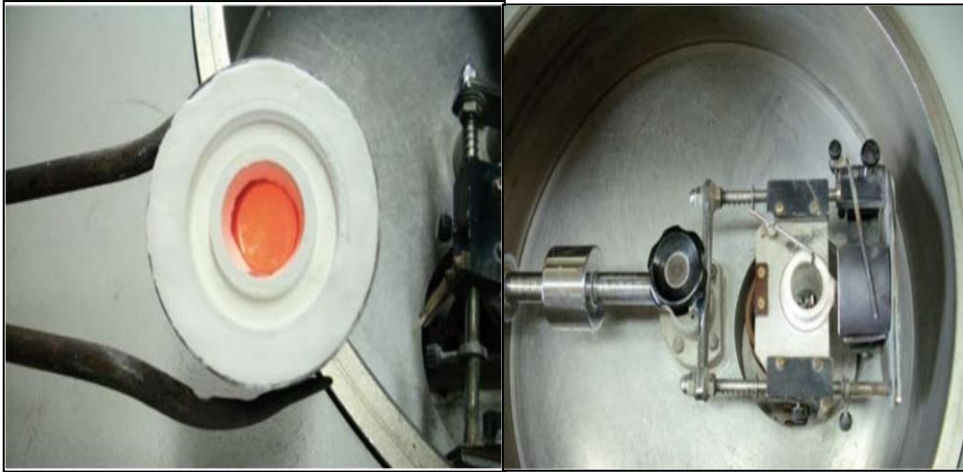
Le revêtement est éliminé.

La qualité de coulée d'un alliage dépend de nombreux paramètres tels que son intervalle de fusion, sa densité ou la force qui lui est appliquée par la machine de coulée lorsqu'il est en fusion.

La fronde est le système le plus utilisé dans l'ensemble des laboratoires. Le refroidissement des pièces coulées s'effectue à température ambiante et jamais par immersion dans l'eau.

Même si toutes les précautions sont prises, il peut arriver que les prothèses présentent certains défauts.

Parmi ceux-ci nous pouvons distinguer les porosités, les retassures, les manques, les erreurs dues à la conception des tiges de coulée, la disposition erronée dans la fronde, la mauvaise fusion et la coulée incomplète du métal, l'imprécision de la reproduction.



**Figure 52:**Coulée du métal (document : source personnelle)

### III.1.9 Etapes de finition :

Une fois le moule en revêtement refroidi, il est fractionné au maillet en prenant garde de ne pas déformer la pièce brute de coulée. Cette dernière est ensuite complètement dégagée à la pince. Puis sablée à l'alumine ( $250\ \mu\text{m}$ ) après section des tiges de coulée au disque.

La pièce est sablée de préférence avec procédé utilisant des abrasifs en solution chimique aqueuse du type vapeur blast deux postes sont nécessaires :

Dans le premier un mélange de sable et d'eau élimine la totalité du revêtement.

Dans le deuxième poste, un mélange d'eau et de microbilles ou Bright shot complète le nettoyage du métal et la renforce. Les billes projetées à la façon de minuscules marteaux arrondis sur les cristaux superficiels du métal.

Au terme de ce dégrossissage, il ne doit persister aucune trace d'oxydation qui rendrait défectueux à cet endroit le traitement électrolytique ultérieur.

L'examen minutieux de la pièce coulée permet alors de mettre en évidence d'éventuelles porosités ou manques de coulée qui impliqueraient sa réfection totale. Une fois dégraissée, la pièce subit un traitement par électrolyse.

Ce polissage s'effectue dans des cuves contenant un soluté électrolytique acide Cette électrolyse qui dure entre 20 et 30 minutes se déroule par bains successifs de 5 minutes et

entre chaque étape, la pièce est dégraissée, passée sous l'eau et séchée. L'électrolyse ne doit cependant pas altérer la pièce (temps de trempage trop long).

Une fois cette étape achevée, les finitions visant à éliminer les aspérités résiduelles sont entreprises. Les parties lisses sont finies à l'aide de pointes montées.

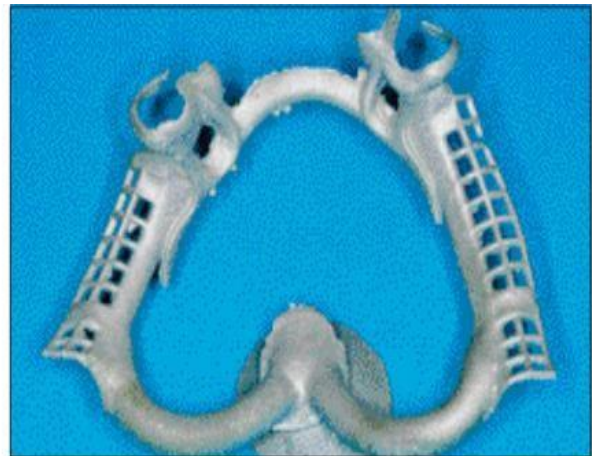
La finition se termine par un lustrage à l'aide d'une pâte abrasive.

L'adaptation de l'armature sur le modèle terminal nettoyé des cires d'espacement est alors effectuée par retouches successives fines au niveau des zones de frottement (vernis coloré).

Après finition, l'armature métallique et le modèle sont décontaminés dans une solution antiseptique puis sont retournés au cabinet dentaire pour essai avant montage des dents.



**Figure 53 :** Le châssis est dégagé

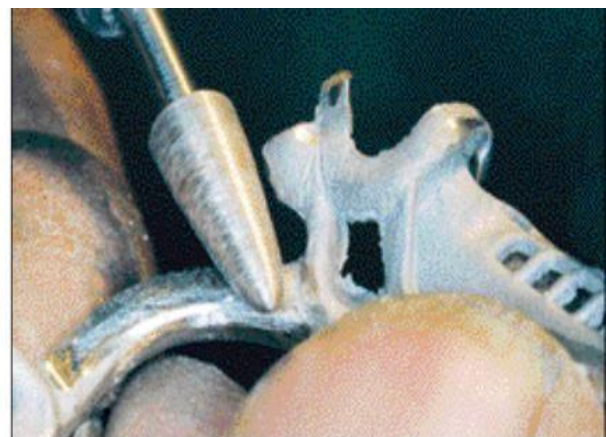


**Figure 54** puis sablé précautionneusement

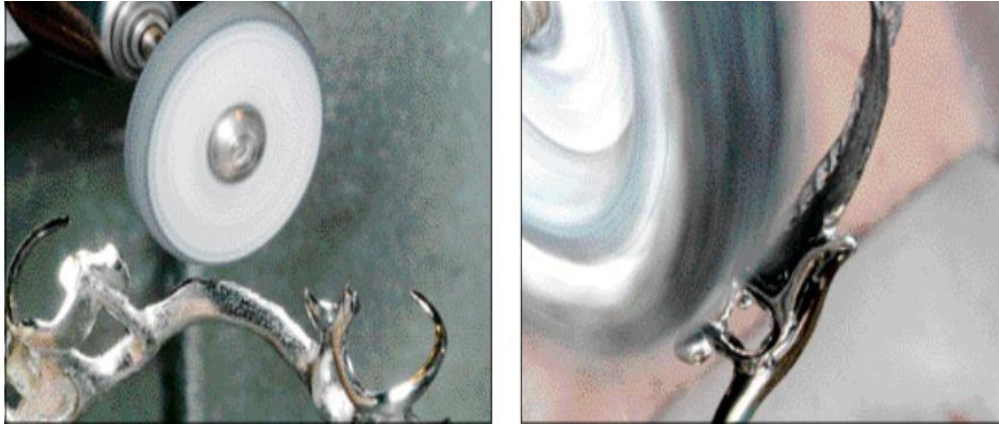
du revêtement...



**Figure 55:** Polissage dans un bain électrolytique



**Figure 56:** polissage mécanique



**Figure 57 :** Finition de la pièce métallique

### **III.2 Technique numérique**

#### **III.2.1 Définition :**

Le sigle CFAO signifie Conception et Fabrication Assistées par Ordinateur. En odontologie, on définit la CFAO par l'ensemble des équipements et techniques nécessaires de la modélisation à la fabrication d'un dispositif médical sur-mesure :

- Prothèse fixe ou amovible
- Plan de libération occlusale
- Guide chirurgical

#### **III.2.2 Composition de la CFAO :**

La CFAO est une combinaison de la CAO et de la FAO :

##### **➤ La CAO :**

Conception assistée par ordinateur

Permet de concevoir virtuellement en 3D, à l'aide de logiciel spécialisé, le projet prothétique.

##### **➤ La FAO :**

Fabrication assistée par ordinateur

Permet la matérialisation de ce travail prothétique à l'aide de machine-outil pilotée par un ordinateur ayant les données enregistrées de la CAO.

### III.2.3 Les techniques de la CFAO

Il existe 3 techniques de CFAO :

- ✓ Directe
- ✓ Semi-directe
- ✓ Indirecte

On les différencie en fonction :

- **Du type d'empreinte**, elle peut se faire par :

Empreinte optique intra-orale, à l'aide d'une caméra optique, on parle dans ce cas de technique directe

Empreinte chimico-manuelle traditionnelle, à l'aide de matériaux d'empreinte (alginate, silicone), on parle dans ce cas de technique indirecte

- **Du lieu de conception et de fabrication**, qui peut se faire soit :

Directement au fauteuil par le praticien, c'est le cas de la technique directe

Au laboratoire de prothèse, ici il peut s'agir soit d'empreinte indirecte ou semi-directe.

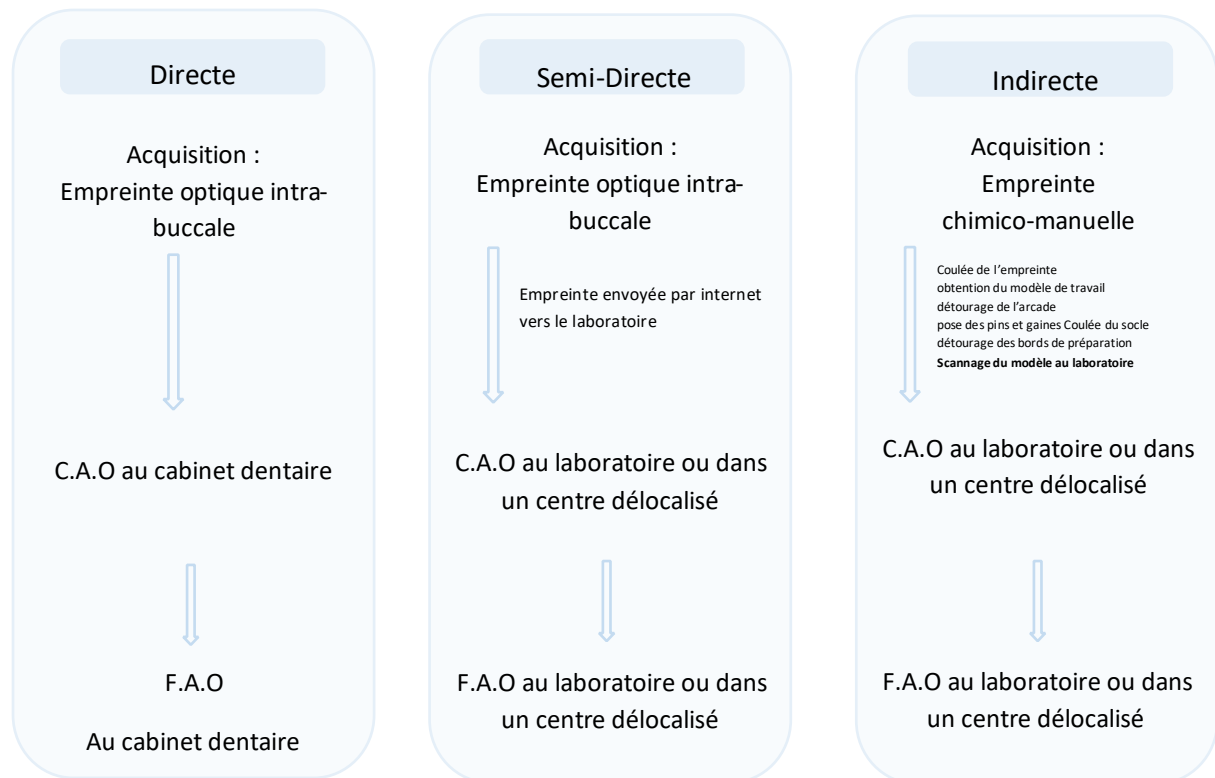


Figure 58 :Techniques de la CFAO

### III.2.4 La conception assistée par ordinateur

L'objectif du laboratoire, avant de débiter la CAO, est d'obtenir un modèle de travail sous forme de fichier numérique.

- Soit le praticien réalise une empreinte physique (technique indirecte)
- Soit il réalise une empreinte numérique : les fichiers exportés sont pour la plupart au format

STL1. Exception faite pour certaines suites logicielles qui autorisent le transfert d'un fichier au format propriétaire permettant de transmettre d'avantages de données.

Les étapes de conception du châssis sont sensiblement les mêmes qu'elle soit faite traditionnellement ou numériquement.

Le logiciel offre cependant un gain de temps et la suppression des tâches fastidieuse.

### **III.2.5 La fabrication assistée par ordinateur**

Dernière étape de la CFAO, la fabrication assistée par ordinateur, correspond à l'interface entre CAO et la machine-outil à commande numérique.

La FAO permet de réaliser deux opérations :

- La préparation de la fabrication, en fonction du matériau utilisé et de la procédure de mise en forme.
- La création des séquences de mise en forme d'une ou de plusieurs maquettes numériques à fabriquer simultanément.

#### **III.2.5.1 Les techniques de fabrication**

Il existe deux types de fabrication :

- La fabrication additive.
- La fabrication soustractive.

##### **III.2.5.1.1 La fabrication par technique additive :**

La fabrication additive consiste en la mise en forme d'un objet, par ajout de matière par empilement de couches successives.

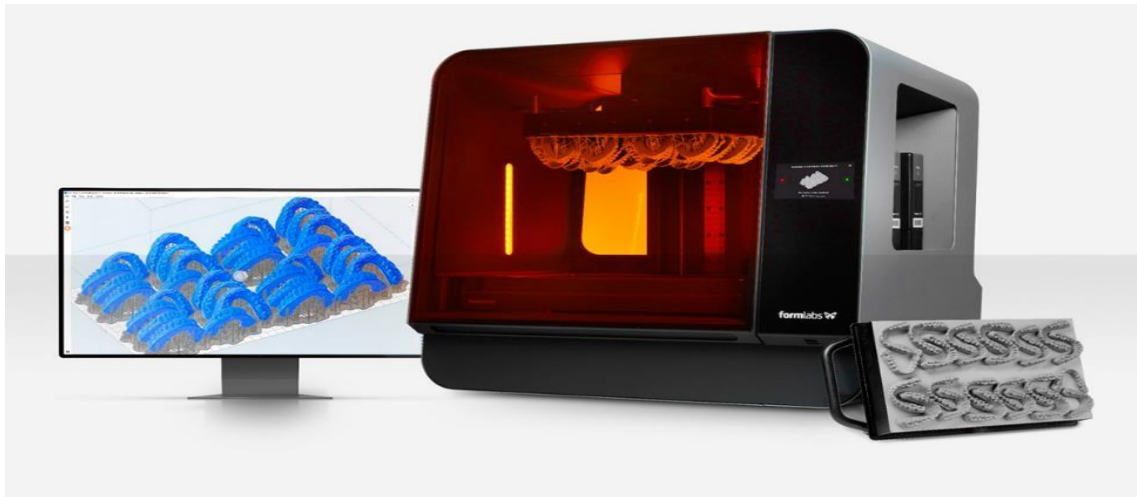
L'avantage principal de cette technique est la production simultanée de pièces de morphologies différentes et de formes complexes.

##### **➤ L'impression 3D :**

Cette technologie peut se voir comme une imprimante traditionnelle qui utilise de multiples têtes d'impressions (dont le nombre varie selon les modèles) et qui, au lieu d'injecter de l'encre, va injecter des micro gouttelettes de matière qui seront instantanément durcies.

L'objet va ainsi être imprimé couche par couche sur un plateau.

On va pouvoir avec cette technologie imprimer avec des cires et des résines calcinables, pour remplacer le traditionnel travail de wax up des prothésistes par un procédé numérique plus rapide.



**Figure 59:** Imprimante

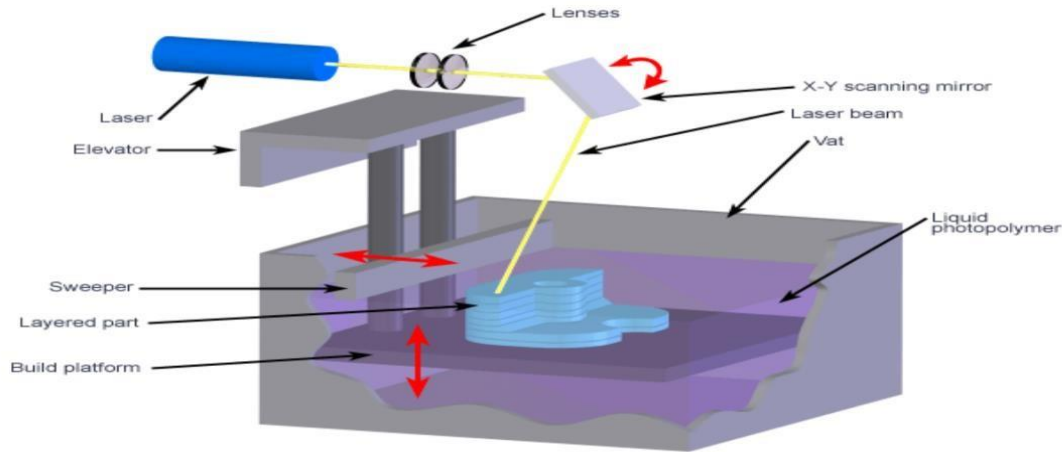
➤ **La stéréo-lithographie :**

La stéréolithographie ou SLA, est considérée comme le procédé à l'origine de l'impression 3D, le premier brevet étant déposé par Charles Hull en 1984.

A la différence de l'impression 3D, le plateau support d'impression est ici mobile et baigne dans une cuve remplie de monomère liquide. Le monomère recouvre le plateau et va être polymérisé.

Dans cette technique, le logiciel de FAO va venir découper virtuellement l'objet en strate et créer une image de chaque strate. L'objet en cours de fabrication est immergé dans une cuve de résine liquide (monomère) photosensible sur une plateforme horizontale, ce dernier sera photopolymérisé par un rayon UV ou un laser. Ce rayon peut être un faisceau fin ou un émis par un projecteur, dans le cas de pièces volumineuses (châssis métallique) :

L'image bitmap d'une strate est projetée à la surface du bain de résine et se polymérise. Le plateau va ensuite monter (ou descendre) de l'épaisseur d'une strate (de 25 à 150 microns) pour réaliser la seconde strate. Ce processus est répété jusqu'à l'obtention de l'objet fini.



Sur ce schéma on peut observer le plateau mobile qui descend au fur et à mesure dans la cuve, un racleur qui vient recouvrir la pièce à chaque descente de plateau pour uniformiser la nouvelle couche de monomère liquide et garantir le respect de son épaisseur, et le laser dirigé par un miroir qui va polymériser le matériau.

#### ➤ La micro-fusion de poudre ou frittage laser

Cette technologie est assez similaire dans son principe à la stéréolithographie.

Cependant dans ce cas, ce n'est pas un liquide mais de la poudre de métal que l'on va utiliser comme matériau de base, et un LASER va venir fusionner la poudre couche par couche pour fabriquer la pièce.

La pièce est formée directement, sans passer par un moule ou par usinage d'un bloc, on parle alors de « Fabrication directe »

Ces machines, en plus de nécessiter un savoir-faire et un espace de stockage important, ont un prix très élevé. Elles sont donc principalement réservées aux laboratoires ou centres d'usinage.

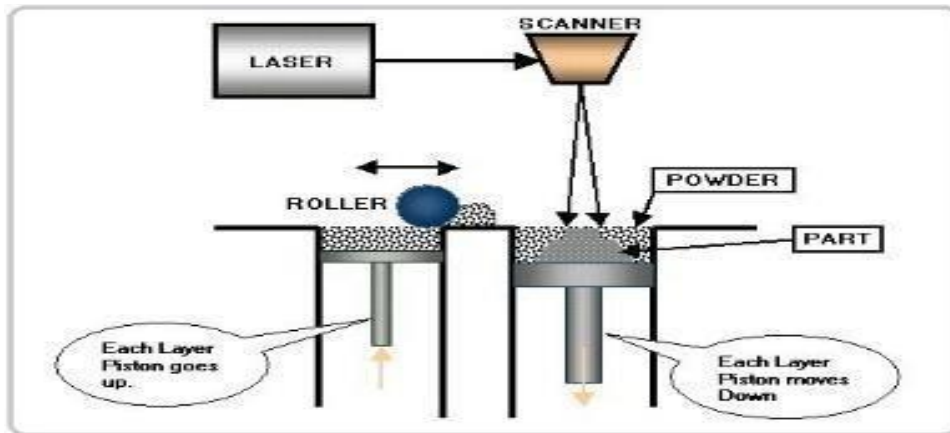


Figure 60 : Technique de frittage laser

### III.2.5.1.2 La fabrication par technique soustractive ou usinage

La technique d'usinage par soustraction, consiste à produire la pièce prothétique à partir d'un bloc de matière, avec des machines-outils d'enlèvement de matière par coupe ou par meulage.

Compte-tenu de la forme complexe des châssis, l'usinage n'est pas un procédé de mise en forme approprié. En effet, les pièces métalliques à usiner nécessitent :

- Des blocs très volumineux de matière. Et donc une perte de matériau brut importante ;
- Temps d'usinage trop long ;
- Usure rapide des outils de coupe ;
- Forme complexe (principalement au niveau des crochets) difficile à réaliser, ce qui engendre une possible fragilité des éléments réalisés.



Figure 61 : Fabrication par technique soustractive

## Chapiter IV: Comparaison des deux techniques de conception d'une PPACM

Bien que l'usinage soit possible, la méthode de fabrication additive est à privilégier pour les châssis.

FABRICATION ASSISTEE PAR ORDINATEUR DE PPACM					
METHODE ADDITIVE			METHODE SOUSTRACTIVE		
Impression 3D Résine	Stéréolithographie Cire – résine	Frittage laser métal	Usinage Cire – PMMA	Usinage PEEK	Usinage Métal
Maquette de fonderie			Maquette de fonderie		
<b>Produitfini</b>					

### III.2.6 Matériels :

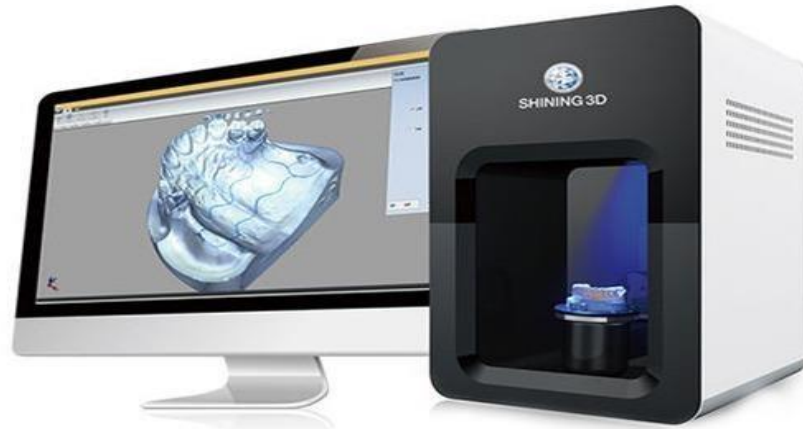
#### III.2.6.1 L'ordinateur :

Généralement dédié à la chaîne d'exploitation de CFAO, ou sont installés les logiciels pour la :

- Commande du scanner
- Conception assistée par ordinateur CAO
- Fabrication assistée par ordinateur FAO

Le transfert des données du logiciel de CAO (châssis modélisé) vers un logiciel de FAO se fait après son enregistrement préalable au format informatique STL<sup>1</sup>.

Le positionnement et la visualisation du châssis virtuel se fait au niveau d'un espace de travail, associé à un plateau d'impression où ce châssis sera par la suite transformé en maquette calcinable avec la machine de FAO.



**Figure 62** : Station de travail

### III.2.6.2 La caméra intra-orale :

L'empreinte numérique permet l'acquisition des données par la conversion d'informations analogiques (les volumes intra-oraux) en données numériques. La numérisation consiste donc à créer un relevé de données, suivi de leur corrélation, pour les rendre exploitables par informatique. Chaque point d'un objet étant défini par des coordonnées spatiales (x,y,z) il s'agit de relever ces coordonnées en bouche et les transmettre à une unité informatique afin qu'elles soient transcrites.



**Figure 63** : Caméra intra orale

### **III.2.6.3        Le scanner optique :**

Possède un compartiment (chambre de scannage) dans lequel le maître modèle est inséré pour sa numérisation. Une rotule, placée au milieu de la chambre, permet de recevoir le modèle monté sur une plaquette servant de support.



**Figure 64:** Scanner optique

### **III.2.6.4        La spatulenumérique**

La spatule numérique correspond à un bras à retour de force, elle remplace la souris d'ordinateur lors de la modélisation du châssis métallique sur l'ordinateur.

L'utilisation de cette spatule a plusieurs avantages, elle retransmet des sensations à son utilisateur comme s'il manipulait le modèle réel et de ce fait l'utilisateur peut percevoir différents reliefs du modèle.

La spatule a beaucoup d'avantages mais elle nécessite un apprentissage long.

Certains logiciels de CAO utilisent la souris numérique et d'autres la spatule numérique.



**Figure 65** :Spatulenumérique

### III.2.6.5 La machine-outil de FAO :

Les principaux procédés actuellement utilisés sont :

- L'impression 3D
- L'usinage de matériau calcinable l'usinage de métal à base de chrome cobalt est encore trop complexe et trop onéreux.

Les châssis métalliques sont donc préférentiellement réalisés grâce à une imprimante 3D, commandée depuis son pilote d'impression installé sur l'ordinateur.

Comme vu précédemment, cette machine possède deux têtes d'impression :

L'une pour la cire de support blanche et l'autre pour la résine acrylique calcinable bleue.

Ces deux matériaux sont apposés couche après couche pour éviter les déformations :

Après chaque passage des têtes, la résine est photopolymérisée et la cire refroidie.

De ce fait, la réalisation d'une maquette est assez longue (8 à 10 heures).

La maquette terminée fait corps et repose sur un bloc de cire blanche.

### III.2.7 Etapes de réalisation d'une PPACM :

Il est à noter que la CFAO ne modifie pas la planification du traitement prothétique, en terme de réalisation du châssis métallique. Elle vient plutôt s'y apposer pour faciliter l'acquisition des données et leur manipulation, ainsi que la réalisation du châssis métallique, et ce en comblant les lacunes de la méthode conventionnelle, typiquement manuelle. Afin

d'aboutir à un rendu plus fiable, plus rapidement et avec une plus grande précision, par exemple :

- Il ne faut que 10 à 15 minutes pour modéliser une PPACM par CAO, contre 30 à 45 minutes par technique conventionnelle.
- On s'affranchi de la nécessité de produire un duplicata : on économise le revêtement, le gel et on diminue encore le risque d'induire de nouvelles variations dimensionnelles du maître modèle.

Les étapes finales de finition et d'essayage en bouche par technique conventionnelle, demeurent immuables.

### **III.2.7.1            Numérisation intrabuccale pour la PAPIM :**

Faute de précision, le champ d'application de l'empreinte optique intra-orale, doit être réservée aux simples cas d'édentements de faibles étendues et encastrés, où on peut s'abstenir d'enregistrer les limites fonctionnelles du jeu musculaire.

Le recours au scannage d'une empreinte chimico-manuelle par technique indirecte, est de règle en dehors de ces cas.

Et ce, puisque l'enregistrement des limites fonctionnelle et subséquemment leur exploitation dans la réalisation du châssis est garant d'une bonne intégration de la prothèse amovible.

L'empreinte optique intrabuccale reste possible mais complémentaire à l'empreinte anatomique chimico-manuelle, dans l'un de ces deux cas de figure :

- Après confection d'un porte-empreinte individuel, et réalisation de l'empreinte chimicomannuelle afin de visualiser les limites de la future prothèse.
- Conception et fabrication du châssis par CFAO à partir de cette empreinte numérique, puis correction des selles à l'aide d'une empreinte sectorielle après ajout de selles porteempreintes sur le châssis.

### III.2.7.2 Conception assistée par ordinateur :

Une fois l'empreinte optique enregistrée, et le modèle virtuel obtenu. Nous passerons à la réalisation proprement dite de la prothèse, à commencer par la conception assistée par ordinateur.

Le fichier, importé dans le logiciel de CAO, permet d'obtenir un modèle virtuel selon la dépouille définie par l'axe d'insertion. Ce dernier peut s'orienter dans tous les sens sur l'écran de l'ordinateur pour examiner les moindres détails.

### III.2.8 Etapes de conception assistée par ordinateur :

✓ Détermination de l'axe d'insertion :

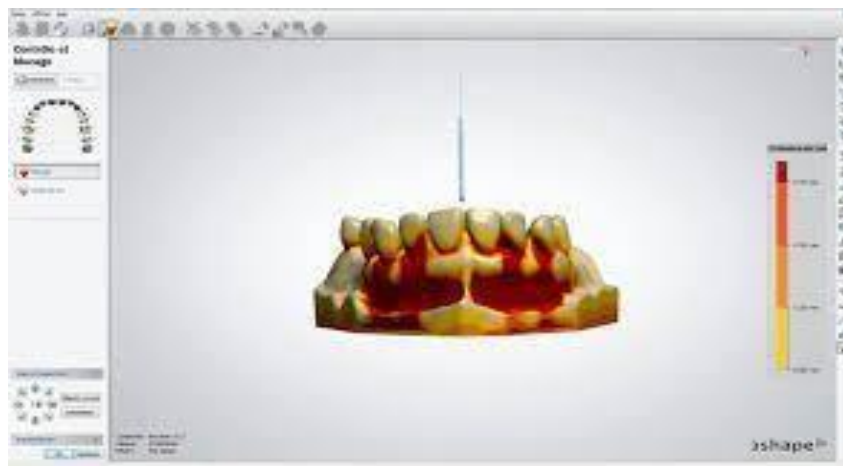


Figure 66: Détermination de l'axe d'insertion

✓ Comblement des contredépouilles :

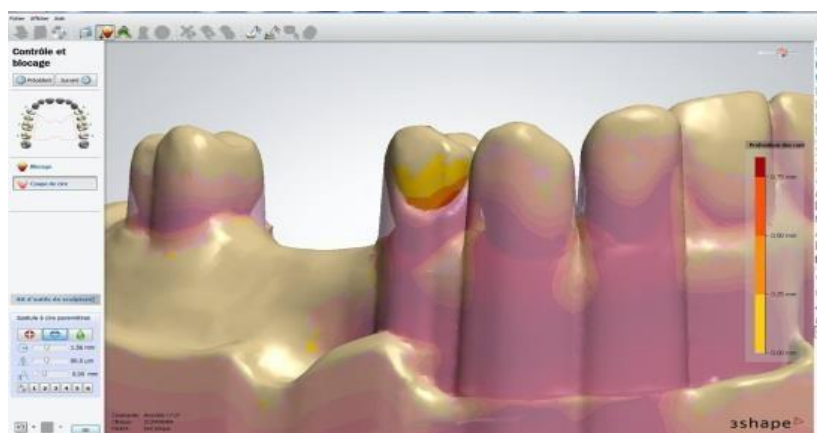
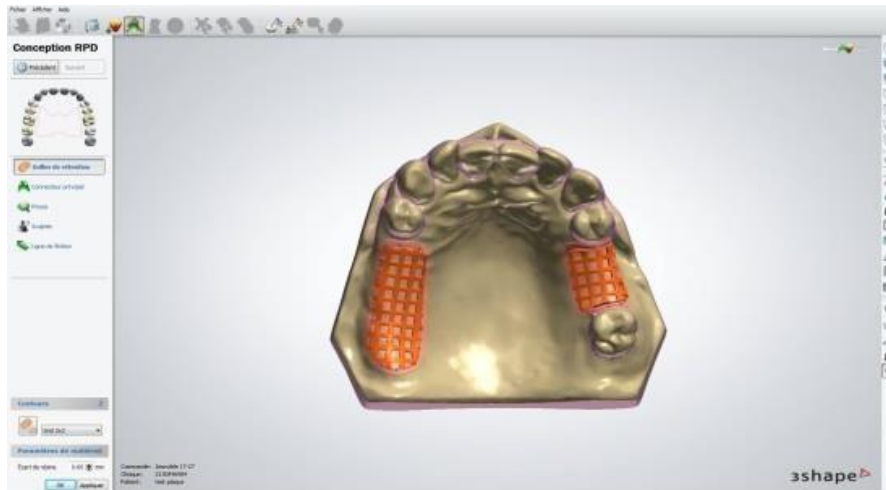


Figure 67: Comblement des contre dépouilles

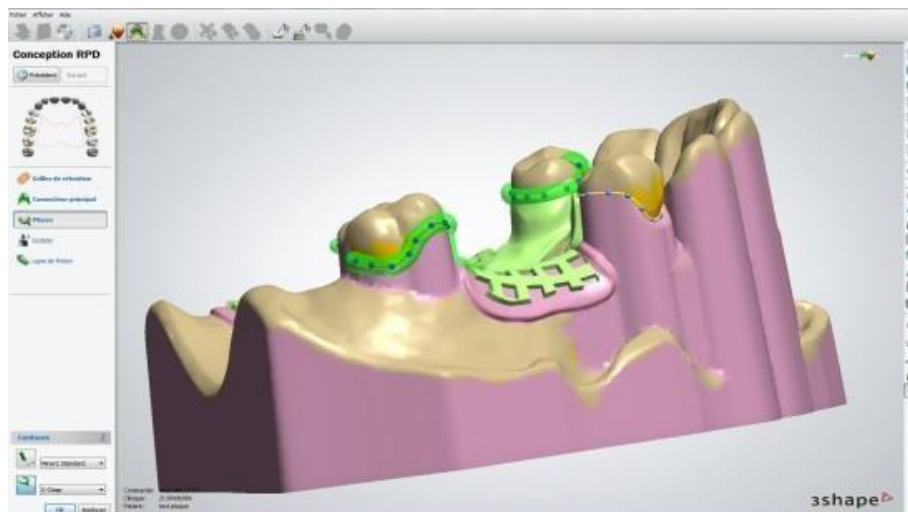
### ✓ Réalisation des tracés :

Le prothésiste détermine les limites des différents éléments du châssis. Dans un premier temps, les appuis, crochets, potences et les grilles de rétention, sont tracés dans cet ordre.



**Figure 68:** Réalisation des tracés

Puis les connecteurs primaires et secondaires sont ajoutés. Ce tracé est déterminé par une ligne continue, dessinée sur le modèle de travail virtuel.



**Figure 69:**Réalisation des tracés des crochets

### ✓ Obtention de la modélisation du châssis fini :

À ce stade, les zones d'espacement étant délimitées, puis gaufrées<sup>2</sup> (selles prothétiques, décharges, crochets) grâce à des outils enregistrés dans une banque de données. Puis, les différentes pièces du châssis sont reliées automatiquement les unes aux autres.

La copie de ce modèle permet d'obtenir le modèle de duplication virtuel de travail.

### ✓ Finition du châssis par CAO :

A l'aide d'autres outils du logiciel, nous passerons à l'étape de finition de notre châssis:

- Lissage, Epaisseur ou rognage, Déplacement, ...
- Séparation du châssis 3D du modèle de travail, il sera ensuite débarrassé des artéfacts de préparation.

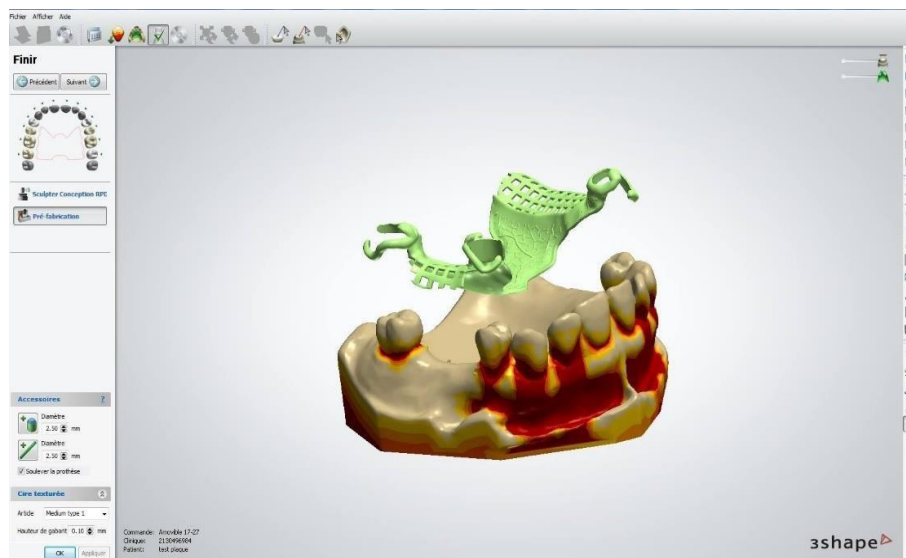
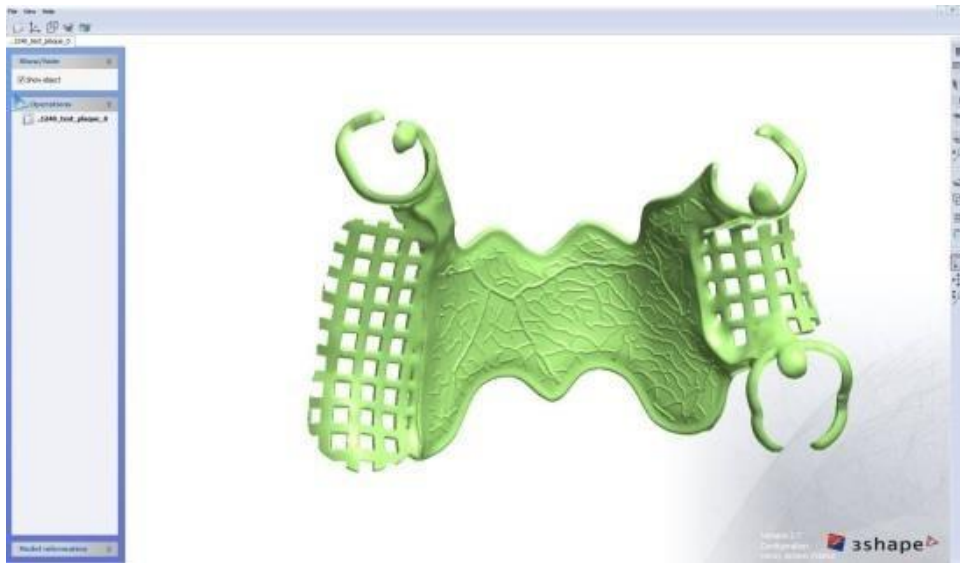


Figure 70: Séparation du châssis du modèle de travail

- Les selles du châssis sont extrudées à l'aide de calques.
- La taille, la position et la répartition des perforations de la selle peuvent être définies pour s'adapter à la situation.

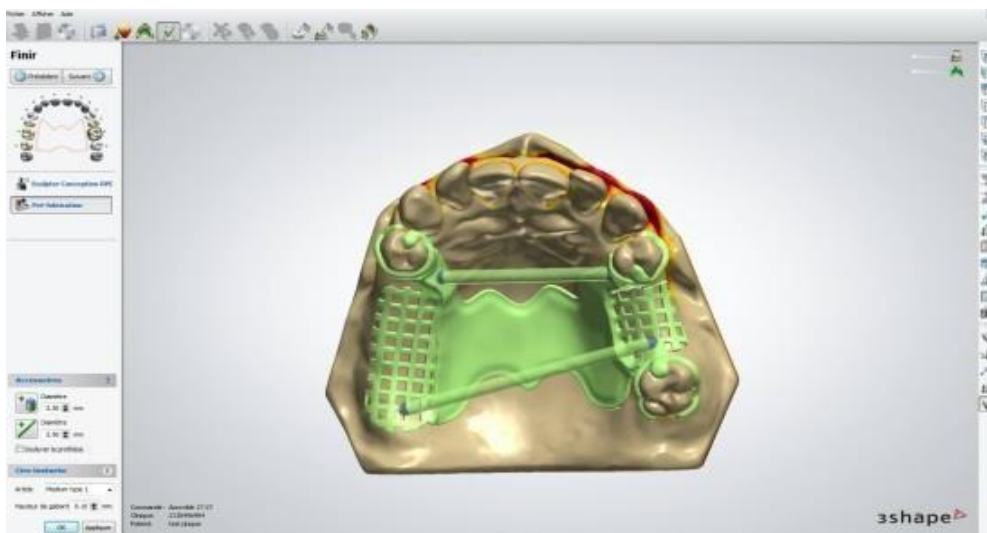
- L'armature palatine est tamponnée pour donner l'aspect granité.



**Figure 71:** Aspect granité du châssis métallique

✓ **Ajout des tiges de coulée par CAO :**

Une fois la modélisation terminée, les tiges de coulées sont ajoutées à la maquette virtuelle.



**Figure 72:** Insertion des tiges de coulée

Cette étape marque la fin de la conception assistée par ordinateur du châssis virtuel.

La réalisation d'un châssis virtuel prend environ 20 minutes de travail. La CAO apporte au praticien la précision du modèle virtuel ainsi que la visualisation de la pièce prothétique.

### ✓ Exportation en un fichier STL :

Le logiciel de CAO enregistre le châssis virtuel terminé au format STL<sup>1</sup>.

Ce fichier est ensuite exporté vers le logiciel de FAO (exemple : InVision™ de 3D Systems®), pour entamer la phase de fabrication assistée par ordinateur de la pièce prothétique.

### III.2.9 Fabrication assistée par ordinateur :

La fabrication des châssis métalliques pour PPA se fait par l'un des procédés de la technique additive.

En dehors de la méthode de frittage laser, qui aboutit directement à une pièce prothétique en métal. La FAO par technique additive, consiste en la réalisation de maquettes de fonderie (en cire), qui préfigureront le futur châssis métallique, qui sera coulé ultérieurement par procédé de cire perdue, par technique conventionnelle.

La fabrication par technique soustractive, quant à elle, est abandonnée pour les nombreux inconvénients qu'elle présente.

#### III.2.9.1 Réalisation des maquettes de fonderie par méthode additive :

Dans la méthode additive, la technique SLA et l'impression 3D sont les choix de prédilection pour la fabrication des maquettes de fonderie, avec des protocoles sensiblement similaires.

#### III.2.9.2 Fabrication de la maquette par méthode indirecte :

On parle ici de fabrication par technique SLA et par Impression 3D, puisque la réalisation du châssis doit d'abord passer par une étape de fonderie de précision et ensuite une étape de coulée de l'alliage, avant d'arriver à l'étape de finition.

##### ➤ Réalisation par technique SLA :

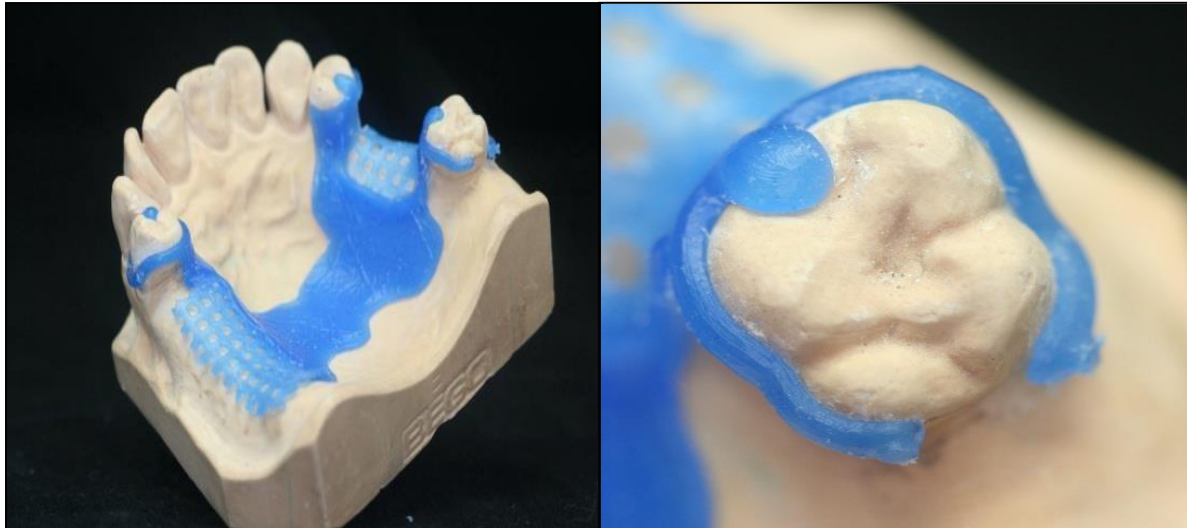
Dans la technique SLA, l'imprimante 3D dispose de deux têtes d'impression :

La première délivrant une cire hydroxylée blanche, servant de support à la maquette du châssis,

L'autre déposant de très faibles quantités d'une résine acrylique bleue.

L'apposition de ces deux matériaux se fait couche par couche, jusqu'à la réalisation complète de la maquette et de son support.

Après apposition de chaque couche, la résine est photopolymérisée et la cire est refroidie afin de pouvoir monter la couche suivante sur un matériau suffisamment dur.



**Figure 73:**Maquette en cire réalisée par technique SLA

Chaque maquette terminée doit être débarrassée de son support avant de suivre un protocole de cire perdue pour obtenir un châssis métallique.

L'imprimante est pilotée par son propre logiciel de FAO qui gère l'ensemble des paramètres d'impression, tel le positionnement des maquettes sur le plateau d'impression, le nombre de maquettes à fabriquer, et leur orientation.

➤ **Réalisation par impression 3D :**

L'impression 3D, se déroule sur un plateau. Des buses d'impression se déplacent sur un plan horizontal grâce à un chariot mobile et projettent sélectivement un matériau de construction à bas point de fusion. La pièce est réalisée par addition de couche successive.

A chaque dépôt de couche, le plateau descend de la valeur de l'épaisseur de la couche suivante.

En résine calcinable : c'est le plateau d'impression virtuel. La machine imprime un seul plateau à la fois ; chaque plateau peut contenir jusqu'à environ 12 châssis (quantité variant en fonction de leur taille et de leur position dans l'espace).

L'étape d'impression, généralement réalisée la nuit, dure environ 10 heures.

Puis la maquette est décollée du plateau, et la cire de support est éliminée dans une étuve ; elle est ensuite repositionnée sur le maître moulage pour valider l'adaptation.



**Figure 74** :Maquette en cire réalisée par impression 3D

### III.2.9.3 Coulée des maquettes de fonderie :

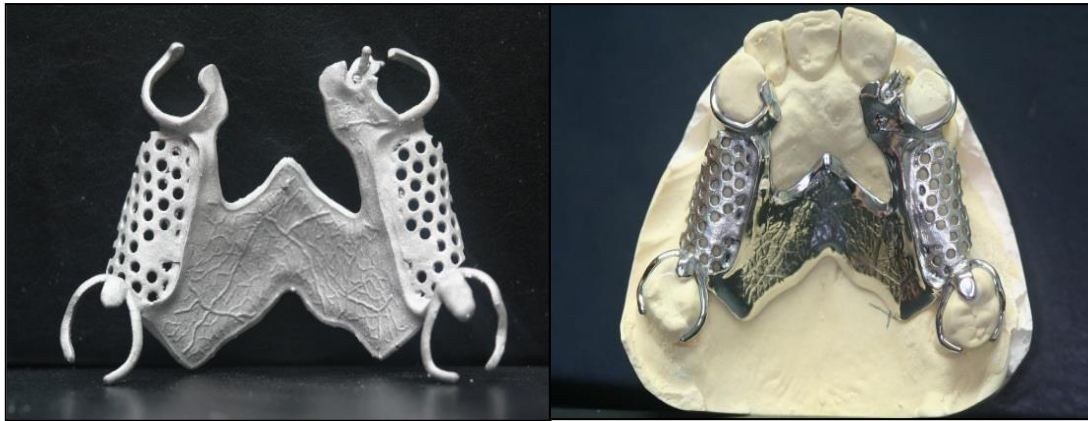
La maquette est positionnée dans un cylindre dans lequel un revêtement réfractaire (phosphate) est coulé. Jusqu'à trois maquettes de châssis peuvent être placées dans un même cylindre.

Les étapes suivantes (cire perdue et finition) sont identiques à un protocole conventionnel.

Lors de la coulée des maquettes de fonderie, il est possible qu'une erreur se produise.

Dans la méthode traditionnelle, il faut tout recommencer à l'étapes de duplication en revêtement.

La CFAO permet de rattraper ces erreurs de coulée à partir de la réimpression de la maquette de fonderie.



**Figure 75:**Châssis métallique coulée par technique de fonderie de précision

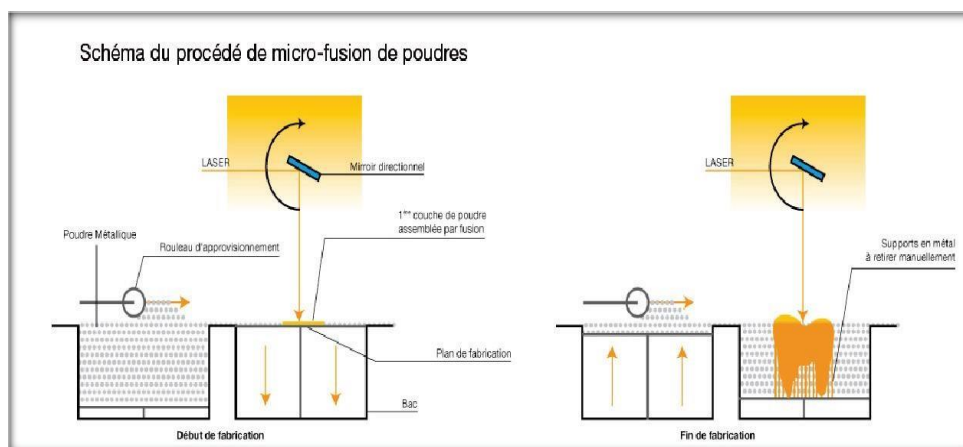
### III.2.9.4 Fabrication par méthode directe :

#### ➤ Réalisation par micro-fusion de poudre ou frittage laser :

On parle ici de technique directe de fabrication, puisque nous n'aurons plus besoin de réaliser une maquette de fonderie. La pièce prothétique sera directement fabriquée à partir de la représentation 3D du châssis (châssis virtuel).

La micro-fusion laser consiste à déposer sur une plaque support, une couche de poudre de quelques micromètres qui va ensuite être chauffée à l'aide d'un faisceau laser jusqu'à leur température de fonte.

Le plateau va descendre d'une épaisseur de couche, une nouvelle est déposée et le processus continue jusqu'à obtention du produit fini.



**Figure 76 :**Schémas du procédé SLA

Comme le montre ce schéma, cette technologie fait appel, semblablement à la stéréolithographie, à un plateau mobile. Sauf que dans ce cas en a 2 :

- Un plateau qui descend à chaque couche et sur lequel l'objet va être fusionné
- Un plateau qui monte et qui sert de réservoir à poudre.

A chaque nouvelle apposition le plateau avec l'objet descend de la hauteur de la couche à apposer, et celui avec la réserve de poudre, monte de la même hauteur, permettant ainsi au racleur (rouleau d'approvisionnement) d'étaler le surplus de poudre sur l'autre plateau.

Entre chaque ajout de matière, un laser vient faire fondre la poudre de métal (en titane ou chrome-cobalt). Celle-ci refroidit et durcit instantanément.

Une fois la pièce finie, elle devra subir un traitement thermique afin de réduire les contraintes internes et éviter les risques de casse ou de déformation.

Elle sera par la suite séparée manuellement du plateau et des supports.

### **III.2.9.5 Finition du châssis métallique :**

Cette étape est la même qu'en technique conventionnelle. Toutefois, les phases d'ébarbage<sup>4</sup> et de polissage sont plus rapides à réaliser, grâce à la précision de la maquette, par rapport à une technique conventionnelle (45 min au lieu de 60 min).

## **Chapitre IV :**

*Comparaison des deux  
techniques de conception d'une  
PPACM*

## **IV Comparaison des deux techniques de conception d'une PPACM :**

### **IV.1 Technique conventionnelle**

#### **IV.1.1 Les avantages :**

##### **1 - Expérienceclinique :**

La technique conventionnelle est utilisée depuis de nombreuses années et est bien maîtrisée par les dentistes et les prothésistes dentaires .

##### **2 - Disponibilité des matériaux :**

Les matériaux métalliques utilisés dans les techniques conventionnelles de fabrication de châssis sont généralement largement disponibles sur le marché. Cela facilite la production à grande échelle et permet une approvisionnement rapide en cas de besoin.

##### **3 - Coûtcompétitif:**

La technique conventionnelle est moins couteuse et plus économique que la CFAO, en raison de la disponibilité de matériaux et de technique traditionnelle moins onéreuse .

#### **IV.1.2 Les inconvénients :**

##### **1 - Production de déchets :**

La réalisation conventionnelle génère souvent une quantité importante de déchets, tels que des matériaux réfractaires contenant du phosphate, qui peut être nocif pour l'environnement. De plus, la manipulation des matériaux utilisés dans le processus, tels que la silice, peut présenter des risques pour la santé.

##### **2 - Dangers lors de la manipulation :**

Certains matériaux utilisés dans la technique conventionnelle, tels que des produits inflammables, explosifs ou corrosifs, peuvent présenter des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs. Des mesures de sécurité strictes doivent être mises en place pour minimiser ces dangers potentiels.

**3 - Délais de fabrication :**

La technique conventionnelle nécessite généralement plusieurs séances et un délai plus long pour la réalisation de la prothèse, ce qui peut entrainer une attente plus longue pour le patient .

**4 - Précision limitée :**

Bien que les prothèses réalisées de manière conventionnelle puissent être précises, elles peuvent être sujettes à des variations dues à la technique manuelle, ce qui peut entrainer des ajustements supplémentaires .

**5 - Dépendance à l'expertise du prothésiste :**

La qualité finale de la prothèse dépend en grande partie de l'expertise et des compétences du prothésiste dentaire, ce qui peut varier d'un professionnel à un autre .

**6 - Moins d'automatisation :**

La technique conventionnelle implique d'avantage de travail manuel, ce qui peut entrainer une augmentation du risque d'erreurs humaines .

**IV.2 Technique numérique :**

**IV.2.1 Avantage :**

La CFAO apporte de nombreux avantages pour le laboratoire de prothèse .

**1 - Economie de matériaux :**

la CFAO permet d'économiser du revêtement réfractaire, grâce à la suppression de la duplication classique du maitre moulage, et à la possibilité de positionner jusqu'à trois maquettes de châssis dans un cylindre au lieu d'une seule . De ce fait, la consommation globale de revêtement est **divisée par trois** . La duplication numérique permet également de s'affranchir de la cire à modeler, de la cire de dépouille ou perdue, du gaz, et du silicone ou de l'hydrocolloïde réversible de duplication .

**2 - Réduction de matériaux néfastes :**

la CFAO permet d'économiser du matériau de revêtement réfractaire, Or ce matériau contient du phosphate nocif pour l'environnement et de la silice potentiellement nocive pour la santé. Et par la réduction de consommation de ces matériaux, apportées par la CFAO a un impact écologique positif important dans la durée.

**3- Rattrapage des échecs de fonderie :**

Il arrive que les cylindres se fracturent dans le four pendant le cycle de chauffe, ou que la coulée de l'alliage dans la fronde soit incomplète (raté de coulée) . Dans la méthode conventionnelle, un tel échec oblige le prothésiste à reprendre les étapes à partir de la duplication du maitre moulage . La CFAO permet de gérer plus facilement une telle situation, il suffit de réimprimer la maquette en résine et de reprendre le protocole de mise en cylindre, ça fera moins d'étapes à recommencer, et moins de matériaux à utiliser.

**4- Confort au travail :**

La CFAO diminue la pénibilité du travail du prothésiste : Moins de matériaux dangereux à manipuler; moins de matériaux lourd à porter; moins de déplacement et moins de stress . Toute fois, une bonne posture doit accompagner ces nouvelles méthodes de travail, afin d'éviter les pathologies dorsales .

D'une manière générale, le confort apporté par la CFAO ( pénibilité, maitrise des logiciels et machines - outils) n'est appréciable qu'après une longue phase d'apprentissage, variable selon le prothésiste de laboratoire, mais de l'ordre d'une année.

**5- Risques d'erreurs diminués :**

Le processus de duplication du maitre moulage génère des imprécisions liées aux variations dimensionnelles des matériaux. La suppression de cette étape diminue le risque d'un mauvais ajustage du châssis métallique. Par le même principe, la réduction du nombre de manipulations de laboratoire permettra de diminuer ce risque.

Les logiciels de CFAO sont de plus en plus intuitifs : ils mettent en évidence des paramètres pouvant interférer avec une réalisation correcte du châssis (contre-dépouilles en

rouge sur le maître modèle virtuel). Ces aides informatiques permettent de mieux maîtriser la réalisation du châssis et par conséquent, de limiter le risque d'erreur.

**6- Gain de précision :**

La qualité du format STL pour ce type de travaux, associée aux machines de CFAO permet d'obtenir une maquette en résine d'une très haute précision, du coup les temps de finition des châssis sont diminués.

**7- Gain de temps :** Par rapport aux techniques conventionnelles, la CFAO apporte un gain important en temps de travail, et en temps mort (l'impression 3D est réalisée la nuit) .

- Les étapes de duplication du moulage secondaires sont supprimés (espacement du moulage de travail, réalisation du moule, et coulée de la réplique réfractaire) ;
  - Les nombreux temps d'attente de prise des différents matériaux (revêtement, gel) lors de la duplication sont également diminués, voire supprimés ;
- Au total, le temps de travail est diminué d'environ 30% .

Procédure utilisée		Conventionnelle		CFAO	
		Temps actif	Temps mort	Temps actif	Temps mort
Coulée empreinte secondaire		5		5	
Prise de plâtre			40		40
Préparation du maître moulage Paralléliseur (tracé – mise de dépouille)		13		1	
Scannage	Manipulations			2	
	Temps d'attente				6
Duplication	Manipulations	8			
	Durcissement du gel		60		
	Prise de revêtement (precoat + revêtement alcool)		60		
Déshydratation du modèle de travail			45		
Modélisation de la maquette		25		20	
Tiges de coulée		2			
Prototypage rapide					480
Décirage	Manipulations			8	
	Temps d'attente dans l'étuve				80
Cire perdue	Mise en cylindre	6		1*	
	Prise de revêtement		60		40
	Cycle de chauffe (four)		210		150
	Coulée de métal	3		1	
	Refroidissement		90		90
Bain électrolytique – sablage			30		30
Ébarbage et finition		60		45	
TOTAL		122	595	84	916
		Temps moyen pour la réalisation d'un châssis sur une base de 12 pièces produites		Temps moyen pour la réalisation d'un châssis sur une base de 6 pièces produites	

\* Coulée en grappe.

**Figure 77:** Durée moyenne ( en minute ) de chaque étape en fonction de la technique de conception de châssis employée (source : Baixe et coll, 2010)

### 8- Délais de fabrication diminués :

Permet de terminer un châssis 2jours 1/2 après la coulée du maitre moulage, au lieu de 4jours en moyenne pour une technique conventionnelle.

### 9- Polyvalence des machines :

L'investissement par un laboratoire dans une machine de CFAO est stratégique. En effet, certaines seront des systèmes fermés, ne travaillant qu'avec un seul type de scanner, qu'une seule machine à usiner ou qu'un seul fabricant. L'intérêt des imprimantes 3D (type InVision™ 3D HR) est qu'elles sont **ouvertes** : différents modèles de scanners, via différents logiciels, peuvent lui transmettre les informations pour qu'elle réalise les maquettes en résine,

le format de fichier transmis restant le STL. Cela permet au prothésiste de sélectionner la machine qui correspond le mieux à ses besoins, lorsqu'il s'équipe. Par ailleurs, en cas de panne d'une machine, les fichiers STL peuvent être transférés, *via* Internet, dans un autre laboratoire possédant une machine-outil. Les laboratoires ne souhaitant pas s'équiper d'une imprimante 3D peuvent également **sous-traiter** les impressions. La polyvalence de cette imprimante 3D s'exprime aussi à travers la **diversité** des éléments qu'elle peut prototyper, allant des maquettes de châssis aux armatures de prothèse fixée.

### 10 - Simplicité d'utilisation :

Certes, les logiciels de CAO nécessitent un apprentissage, mais ils sont de plus en plus faciles à utiliser, en particulier les imprimantes 3D très peu de réglage à faire.

### 11 - Gestion du temps au laboratoire :

Dans un procédé de fabrication de châssis conventionnel ou par CFAO, les différentes étapes sont constituées d'un **temps de travail**, pendant lequel le prothésiste intervient directement sur les étapes de réalisation du châssis, et de **temps morts** (prise du plâtre, du gel, du revêtement...) qui libèrent le prothésiste pour d'autres tâches. Ces deux procédés possèdent des étapes communes et des étapes qui leur sont propres. Parmi ces dernières, l'impression 3D. Cependant, cette étape particulièrement longue (8 à 10 heures) est un temps mort spécifique qui peut être programmé le soir, pour être effectué la nuit. D'autres protocoles de FAO, comme l'usinage des maquettes sur cire, sont plus courts et peuvent être intégrés de jour plus facilement.

Aussi, l'utilisation de la CFAO nécessite une gestion du temps différente d'un procédé conventionnel de réalisation de châssis métalliques. Même si les temps morts sont beaucoup plus longs par CFAO, ils sont concentrés sur l'impression 3D qui, étant réalisée la nuit, ne retarde pas la fabrication du châssis.

### IV.2.2 Inconvénients :

Malgré ses nombreux avantages, la CFAO n'est pas sans inconvénients.

#### 1 - Déformation de la maquette :

Lors d'une technique conventionnelle, la maquette en cire est modelée sur un support dur (modèle réfractaire) et le revêtement que l'on rajoute dans le cylindre vient plaquer cette

maquette contre cette réplique. Par opposition, lors de la mise en revêtement dans le cylindre de coulée d'une maquette en résine, les contraintes liées à l'expansion de prise du revêtement peuvent parfois la déformer, il n'existe pas de support rigide pour la stabiliser comme dans une méthode classique. La maîtrise de la technique permet de mieux faire face à ces déformations occasionnelles.

**2- Le coût de la machine et des logiciels :**

Un investissement initial lourd. Auquel s'ajoute les coûts de formation du personnel, Il faudra faire face aussi aux frais de mise à jour des logiciels lorsque c'est nécessaire et aux coûts de licences élevés mais indispensables pour pouvoir utiliser le logiciel.

**3- Fragilité :**

Ces machines-outils utilisent des micro-mécanismes et de l'électronique particulièrement fragiles et sensibles qui peuvent tomber en panne. Elles nécessitent des contrats de maintenance particuliers pour éviter le blocage de la chaîne de production (immobilisation des machines) .

**4- Maintenance et mises à jour :**

Ces machines-outils doivent être entretenues régulièrement. Leur maintenance, nécessaire, est onéreuse, les laboratoires n'étant pas formés à ce type de réparation, qui doit être assurée par le fabricant. Les différents logiciels ont aussi un coût de licence particulièrement élevé, et des mises à jour coûteuses sont indispensables.

# **PARTIE PRATIQUE**

## V Prtiepratique

### V.1 Casclinique01 :

Le cas Clinique a été pris en charge au niveau du service de prothèse de la clinique dentaire du Chu Tizi Ouzou

Dans le souci d'une démarche cohérente nous l'avons reparti en 07étapes :

1/Examen clinique ;

2/Diagnostic et plan de traitement ;

3/Séquences clinique ;

4/Séquences laboratoire ;

5/Essayage en bouche ; 6/Livraison de la prothèse ; 7/ Doléances.

#### L'examen clinique :

Il s'agit du patient A.M âgé de 54 ans qui s'est présenté au service de prothèse CHU Tizi OUZOU .

**Motif de consultation** : esthétique et fonctionnel

L'interrogatoirerévèle :

- Absence de maladies d'ordregénéral
- Extractions dentaires pour cause de caries



**Figure** :Vues de face et de profil du patient (document : source personnelle)

L'examen clinique a mis en évidence :

### A/En exo-buccal :

- Diminution de la hauteur de l'étage inférieur
- Diminution de la tonicité musculaire
- Profil légèrement concave
- Une légère latéro déviation (vers le côté gauche)

### B/En endo-buccal :



**Figure :** Vue en endo buccal (Document : source personnelle)

- Hygiène bucco-dentaire insuffisante
- Arcade supérieure en forme de U totalement édentée
- Arcade inférieure partiellement édentée avec un chevauchement antérieur et « abrasion » due aux surcharges fonctionnelles
- Gencive légèrement rougeâtre due à l'inflammation gingivale (présence de tartre au niveau du bloc antéro inférieur)
- Au niveau de la région linguale retro incisive on note
  - Distance entre le collet des dents restantes et le plancher buccal est supérieure à 7 mm
  - Insertion physiologique du frein lingual
  - Le versant lingual de la région retro incisive est de dépouille

### Diagnostic et plan de traitement :

#### Diagnostic positif :

Un édentement de CI I K.A inférieure et un édentement total supérieur

Compte tenu des possibilités techniques et de la situation socioéconomique du patient le choix de la thérapeutique s'est porté pour :

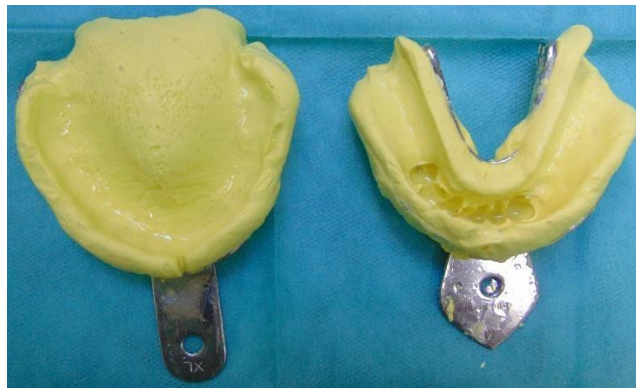
- Une prothèse totale amovible supérieure
- Une prothèse partielle à châssis métallique inférieure

Le patient a été orienté au service de parodontologie de notre clinique pour un assainissement parodontal pré prothétique

#### Séquence clinique :

1<sup>ère</sup> séance :

- Choix du porte empreinte et prise d'empreinte primaire à l'alginate



**Figure :** Empreintes primaires .

- Empreinte est désinfectée
- Coulée de l'empreinte avec du plâtre type 4
- obtention du modèle d'étude

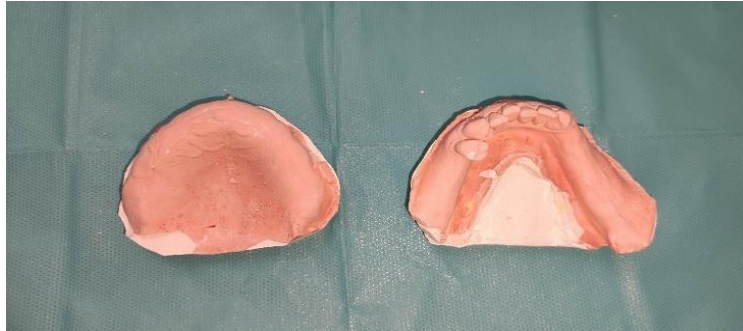


Figure : Modèles d'étude .

2<sup>ème</sup> séance :

Etude sur paralléliseur du modèle inférieur

- Choix de l'axe d'insertion (après un grattage sur la 34 )
- Détermination de la ligne guide
- Réalisation d'une clé guide en silicone □ Choix des types de crochets :
  - Système Roach forme Y sur la 43
  - Crochet Nally Martinet sur la 34

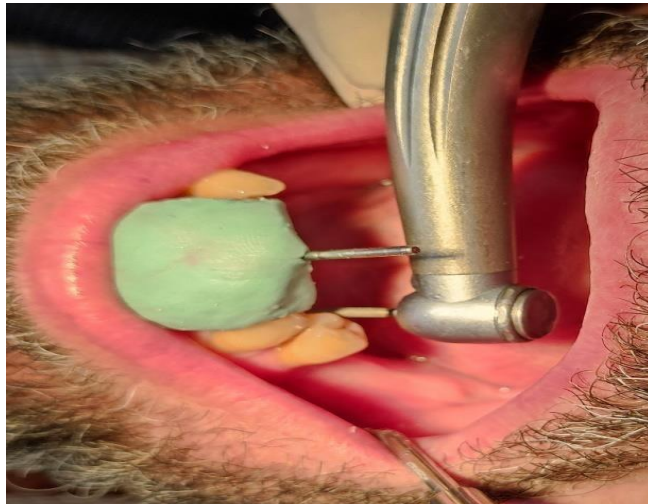


Figure : Paralléliseur : instrument de diagnostic et de traitement

3<sup>ème</sup> séance :

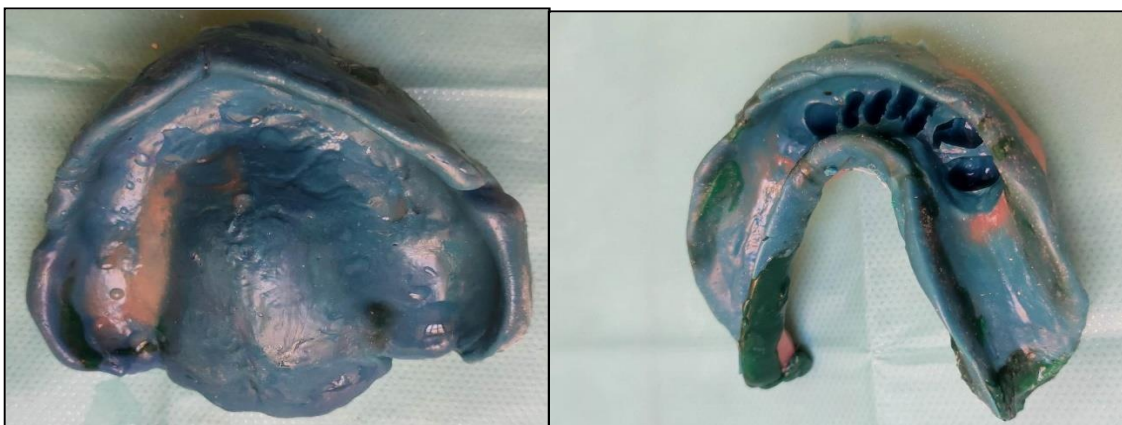
Préparations en bouche clé guide en silicone en place :

- Des logettes recevant les appuis occlusaux (appui occlusal en mésial de la 34)
- Réalisation des surfaces de guidage (élimination de surplomb en distal de la 34 et épaulement au niveau de la 43)



**Figure** : Préparations parallèlement à l'axe d'insertion choisi

- Ajustage des PEI (haut et bas) en bouche
- Réalisation du joint périphérique (à la pâte de Kerr : pâte thermoplastique sous forme de bâtonnet de couleur verte)
- Prise d'empreinte anatomo fonctionnelle aux « Elastomères »



**Figure** : Empreinte secondaire supérieure

**Figure** : Empreinte secondaire inférieure

4<sup>ème</sup> séance :

Essayage de la maquette du châssis en bouche et vérification de :

- L'adaptation
- Sustentation ; stabilisation et rétention
- L'occlusion



**Figure** : Maquette du châssis en bouche.

5<sup>ème</sup> séance :

Enregistrement des rapports intermaxillaires à l'aide des maquettes fournies par le laboratoire :

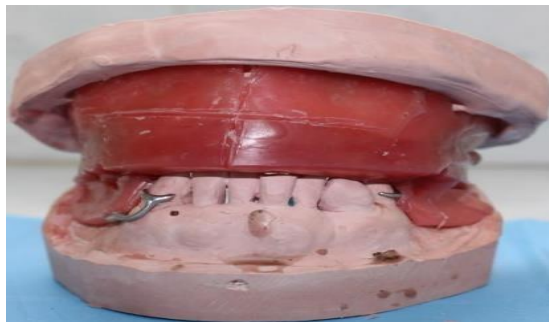
- Réglage des maquettes en bouche (plan d'occlusion – dv)
- Prise d'occlusion en RC



**Figure** : Maquettes en cire en bouche

-

- Transfert du rapport occlusal au laboratoire :



**Figure** : Occlusion finale

6<sup>ème</sup> séance :

Essayage du montage des dents sur châssis :



**Figure** : Essai fonctionnel.

7<sup>ème</sup> séance :

Insertion prothétique

Lors de la réception de la prothèse plusieurs paramètres ont été vérifiés à savoir :

- Qualité de polissage de l'extrados et de l'intrados de la prothèse ainsi que les bords.
- La prothèse est décontaminée dans un bain de bouche puis insérée en bouche.
- L'occlusion est vérifiée à nouveau.



**Figure** : prothèse amovible supérieure (Document : source personnelle).

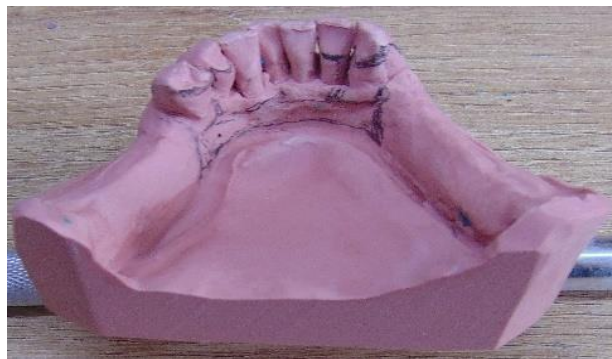


**Figure** :prothèse partielle à châssis métallique inférieure (Document source personnelle).

**Séquenceslaboratoire :**

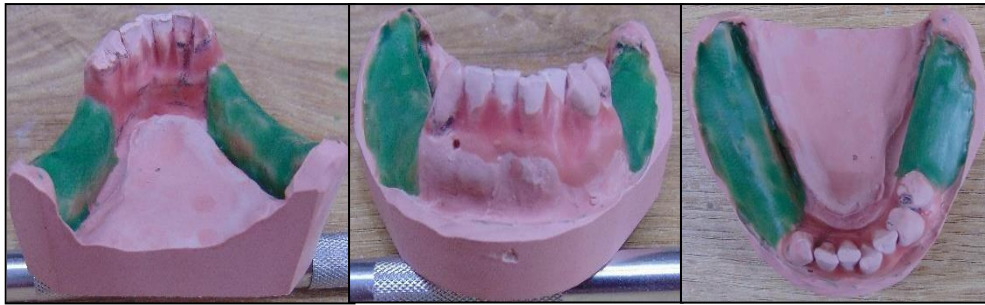
**1/Tracé du châssis et préparation du modèle :**

- Tracé de la plaque et de ses différents éléments sur le modèle à partir d'une mine graphite
- Tracé des crochets
- Décolletage de la plaque d'au moins 5mm de la gencive marginale
- Tracé des selles et de la plaque sont réalisés



**Figure** : Tracé initial du châssis

Mise en dépouille du modèle et espacement des grilles et de l'intradós est assuré par apport de cire



**Figure** : Comblement des zones de contres dépouilles

Et mise en place des espacements de grilles

□ la fabrication de la réplique en matériau réfractaire (la Duplication) :\_ Gélatine de duplication



**Figure** : Obtention de la gélatine de duplication

\_La duplication en matériau de revêtement :

Le revêtement est coulé dans l’empreinte en gélatine sous vide afin d’éviter la formation de bulles 30 min après son démoulage

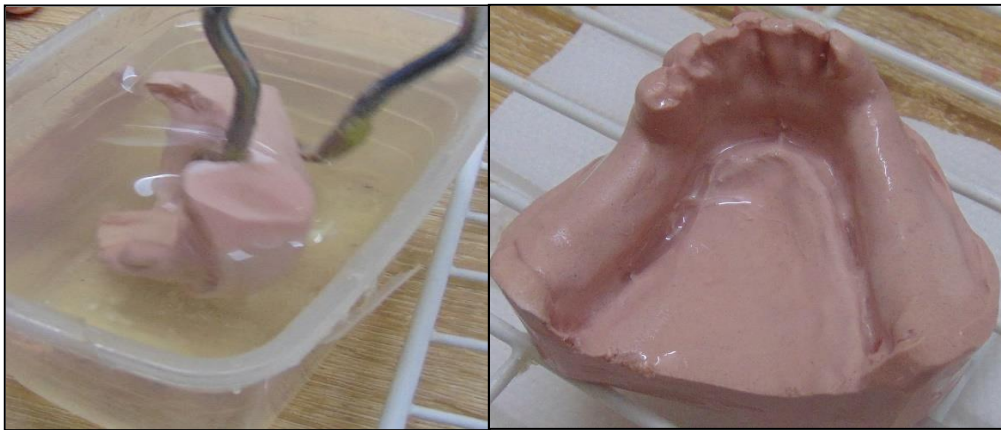


**Figure** :Coulée de la duplication en matériau de revêtement



**Figure :** Le duplicata

- Traitement de surface du duplicata par trempage dans un liquide durcisseur pendant 5 à 10 secondes puis remis au four



**Figure :** Trempage du duplicata dans un durcisseur.



**Figure :** Mise au four du réfractaire.

□ Réalisation de la maquette du châssis :

\_Le tracé créé précédemment est reporté sur le modèle réfractaire

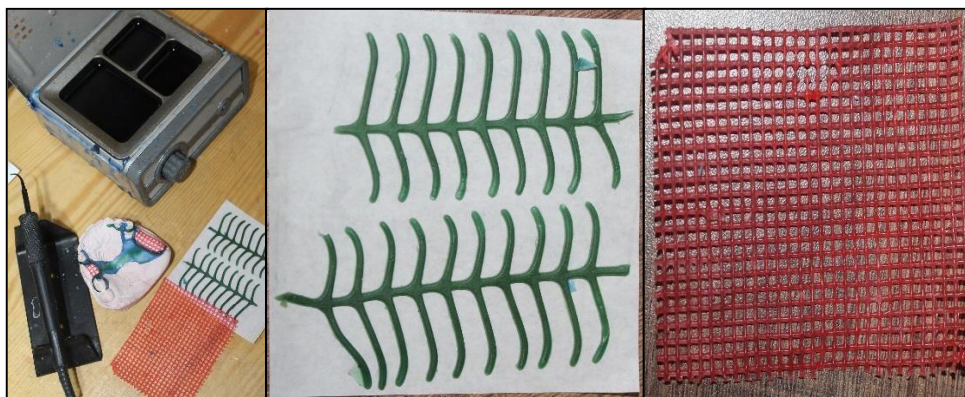
\_Des préformes en cire préfabriquées sont utilisées pour la réalisation de la maquette

\_Les connexions principales sont maquettées en premier suivies des grilles de rétention des selles reliées à la plaque

\_Réalisation des crochets en cire préformées adaptées au profil de la dent

\_Enfin réalisation des taquets et appuis occlusaux à l'aide de spatule chauffée et cire

\_Finition de la maquette à la technique de « cire ajoutée »



**Figure** : Fabrication de la maquette à l'aide de préformes en cire (document :source personnelle)



**Figure** :Maquette de châssis terminée (document :source personnelle)

□ Mise en place des tiges de coulée :

Les tiges de coulée en cire sont fixées à la plaque au niveau des parties les plus épaisses à la jonction grille armature ; finissent par se rejoindre au niveau du cône de coulée. Leur diamètre varie entre 3.5 à 4 mm.



**Figure** :Tiges de coulée en place(document :source personnelle) .

- Mise en cylindre et coulée :

### 1/Mise en cylindre

\_Le modèle est placé dans un cylindre ; scellé à sa base avec de la cire pour éviter tout déplacement lors du remplissage

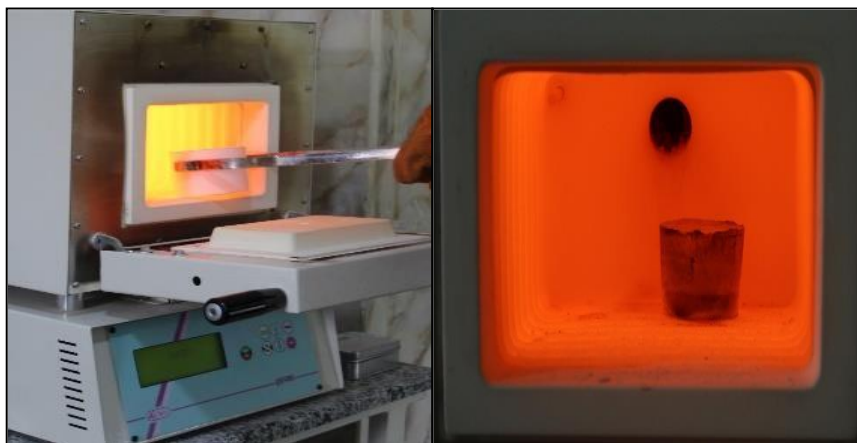
\_Le revêtement utilisé est le même que celui utilisé précédemment ; suivant le même protocole



**Figure :** Mise en cylindre du modèle de la maquette (Document : source personnelle).

### 2 /Chauffée du cylindre et fusion des alliages :

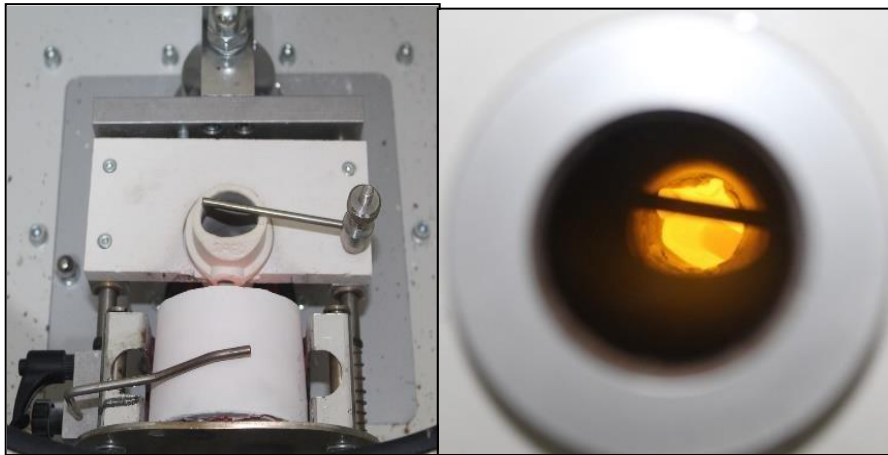
Permet l'élimination des matériaux calcinables utilisés pour la confection de la maquette; la déshydratation et l'expansion du revêtement



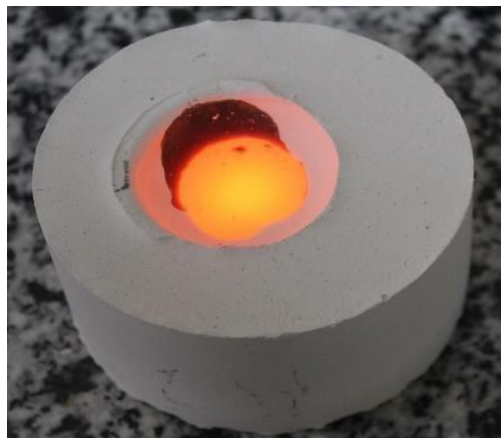
**Figure :** Suppression de la maquette calcinable au four (Document : source personnelle).

### 3/Coulée de l'alliage :

- \_Le cylindre est placé au four
- \_La coulée de l'alliage est réalisée par « Centrifugation »
- \_Le métal en place prend la place de la maquette précédemment éliminée



**Figure :** La coulée du châssis (Document : source personnelle).



**Figure :** Le refroidissement du cylindre (Document : source personnelle).

### 4/Grattage sablage et finition de la maquette du châssis :

- \_Libération de la pièce coulée par fractionnement du moule en revêtement
- \_Nettoyage de la pièce coulée par « Sablage à l'alumine »
- \_Section des tiges de coulée à l'aide d'un disque

\_Finition de la pièce coulée

\_Isolation des crochets avant le passage dans un « Bain électrolytique »

\_Finition et polissage de la pièce coulée



**Figure** :Sablage à l'alumine de la pièce coulée(Document :source personnelle).



**Figure**:Section des tiges de coulée(Document :source personnelle) .



**Figure** :Finition et polissage de la pièce coulée( Document :source personnelle).

**V.2 Cas clinique N°2 :**

**L'examen clinique :**

Il s'agit de la patiente S.O âgée de 43, qui s'est présentée à notre consultation au service de prothèse CHU de Tizi-Ouzou pour un but esthétique.

L'interrogatoire ne révèle aucune pathologie sur le plan général et aucune mauvaise habitude.



**Figure :** Vues de face et de profil de la patiente (document : source personnelle).

A/ Examen exo-buccal :

A l'inspection on note :

- \_ Une égalité des trois étages de la face ;
- \_ Absence d'asymétrie faciale ;
- \_ Aucune pathologie au niveau des ATM.

B/ Examen endo-buccal :

- . Une bonne hygiène buccale ;
- . La muqueuse buccale est d'aspect

- \_ Chemin d'ouverture droit ;
- \_ Ligne inter incisive déviée ;
- \_ Palais en forme de U.

□ Lors de l'examen dentaire on note :

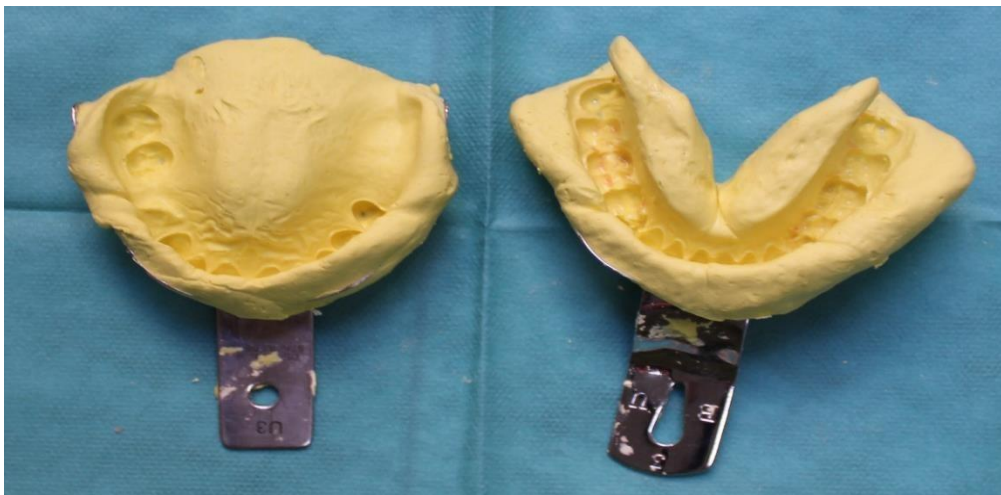
- \_ Une absence des dents suivantes : 14, 15, 16, 26, 27.
- \_ Des caries au niveau de la 46, 34, 35, 36.
- \_ Un appui dento-ostéomuqueux.

### Décision thérapeutique :

En vue des problèmes sur le plan esthétique une prothèse partielle amovible à châssis métallique à l'arcade supérieure est envisagée.

### Séquences cliniques :

1- Choix des portes empreinte et prise d'empreinte primaire.



**Figure :** Empreintes primaires à l'alginate (document source : personnelle). 2-Coulée des empreintes primaires après désinfection.

2- Coulée des empreintes primaires après désinfection.

3- Obtention de modèle d'étude :



**Figure** : Modèles d'étude (document : source personnelle).

4- Etude sur paralléliseur des modèles d'étude.

A- Choix de l'axe d'insertion.

B- Détermination de la ligne guide.

C- Réalisation d'une clé guide en silicone.

D- Choix des types de crochet :

- Crochet Ackers sur la 13 et la 16.
- Crochet Nally-Martinet sur la 25.

5- Préparations coronaires en bouche avec la clé en silicone en bouche.

- Des logettes recevant les appuis occlusaux au niveau de la 16 et la 25.

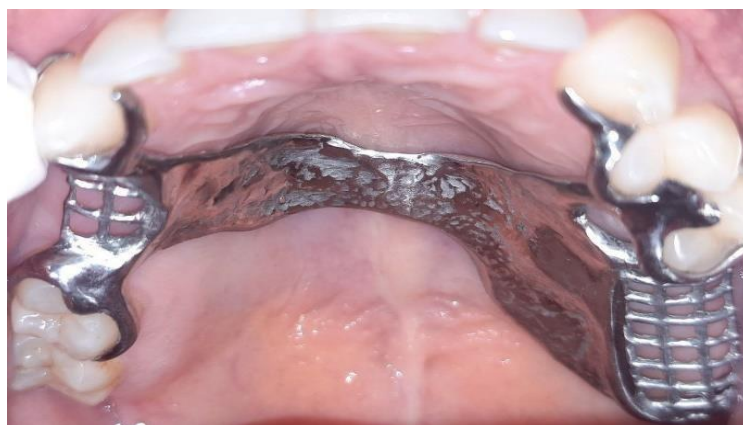
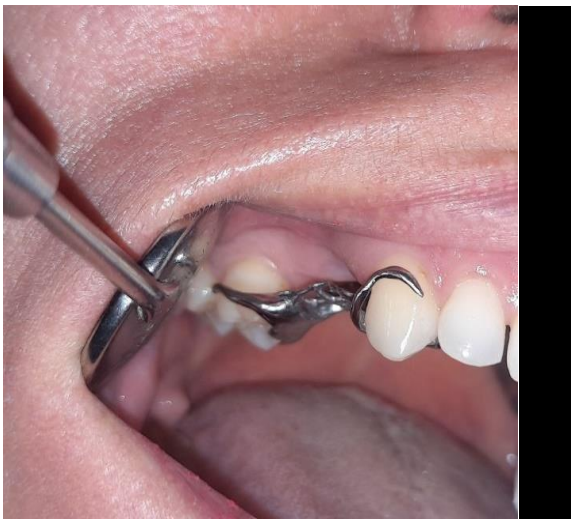


6- Prise d'empreinte anatomo-fonctionnelle à la technique double mélange afin d'obtenir un modèle de travail.



7-Transfert des moulages et des instructions au laboratoire.

8- Essayage de la maquette du châssis en bouche.



16- Prised'occlusion



**Figure** :Maquettes en cire .

Transfert du rapport occlusal au laboratoire

17- Essaifonctionnel

18- Insertion prothétique « vérification de la qualité de la prothèse et de l'occlusion »



19- Equilibration occlusale



**Figure** : équilibration occlusale( document source personnelle).

**Conception et fabrication assisté par ordinateur :**

Pour ce cas clinique nous avons réalisé une CFAO indirect, des empreintes chimicommanuelle ont été prises, coulées puis envoyées au laboratoire. Les étapes qui ont suivies seront détaillées ci-dessous.

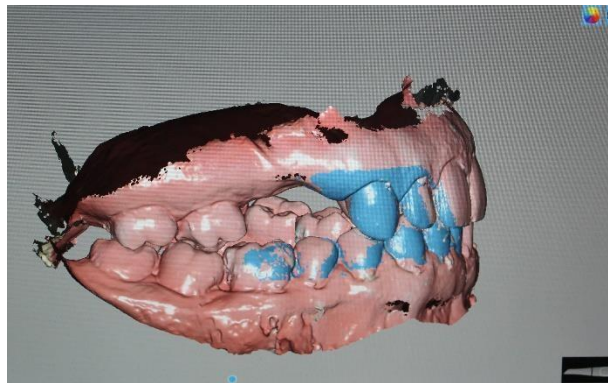
**I / Numérisation du maitre modèle :**

La numérisation du modèle en plâtre se réalise dans ce cas avec le scanner 3D MEDIT T710 avec une technologie de balayage à lumière bleue.

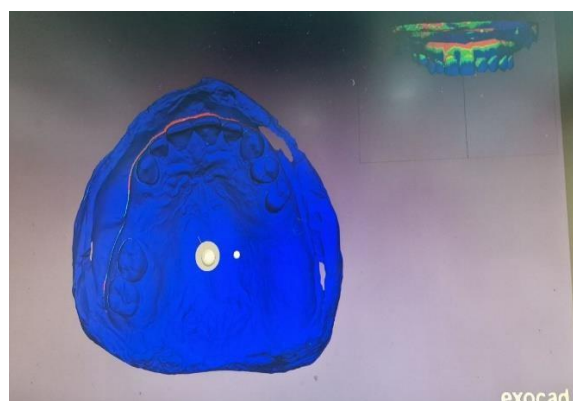
Le maitre modèle est positionné sur une pâte à modeler qui repose sur une plaquette de transfert, celui-ci sera à son tour placé sur la rotule de la chambre du scanner.



**Figure :** mise en place du support sur le bras rotor du scanner MEDIT T710 (source : document personnel).



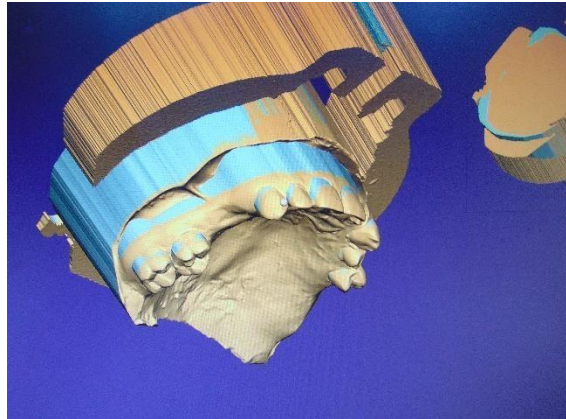
**Figure:** numérisation du modèle et suppression des parties inutiles (source : document personnel).



**Figure:** déterminer l'axe d'insertion de la prothèse (source : document personnel).

Préparation du maître-modèle, le modèle est mis de dépouille grâce à l'ajout de cire virtuelle (en bleu) selon l'axe d'insertion préalablement défini ainsi que les zones de rétention de crochet.

Ces modifications sont enregistrées afin de créer un modèle de travail virtuel.



**Figure** : mise de dépouille par ajout de cire virtuelle du modèle suivant l'axe d'insertion choisi (source : document personnel).

### **II / Modélisation du châssis virtuel :**

Une fois le modèle de travail virtuel est prêt, la modélisation du châssis virtuel débute.

Les limites de chaque élément du châssis sont tracées (la plaque, les selles...), le logiciel donne une forme grossière à ses éléments que le prothésiste va retravailler en s'aidant de sa spatule numérique et d'outils spécifiques de rognage, lissage, épaissement et des tiges de coulées sont ajoutées. Une fois le châssis finalisé, il est enregistré puis exporté vers le logiciel de FAO.

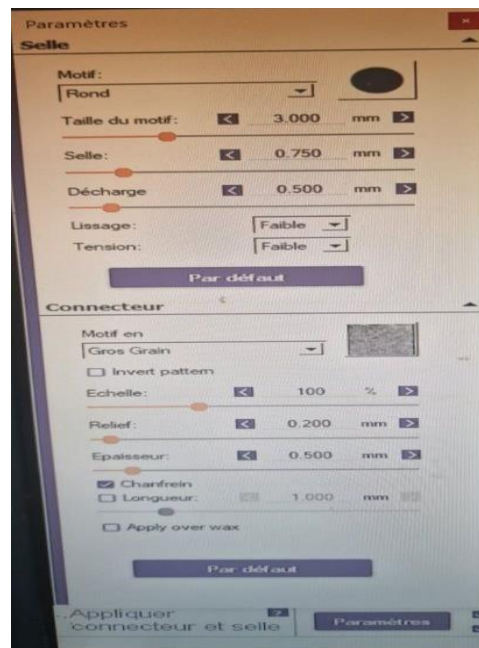


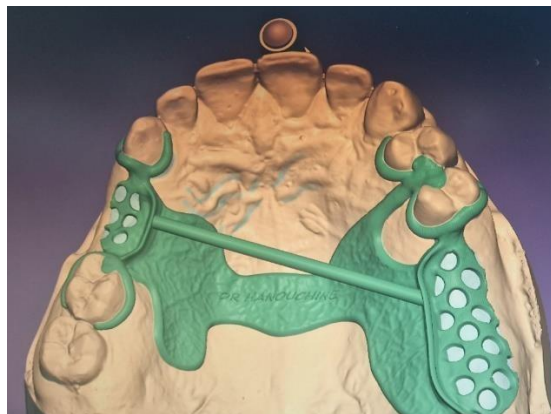
Figure : déterminer les paramètres du châssis (source : document personnel).



Figure : positionnement des selles et des autres composants du châssis (source : document personnel).



**Figure** : visualisation du châssis terminé sur le modèle avant exportation (source : document personnel).



**Figure** : ajout des tiges de coulée (source : document personnel).



**Figure** : visualisation du châssis sans le modèle (source : document personnel).

### III / Fabrication de la maquette calcinable :

La fabrication nous permet d'avoir une maquette de châssis calcinable, cela se fait grâce à un logiciel. Le maître modèle numérisé est lui aussi fabriqué avec de la résine calcinable.



**Figure** : visualisation du maître modèle imprimé en résine calcinable (source : document personnel).

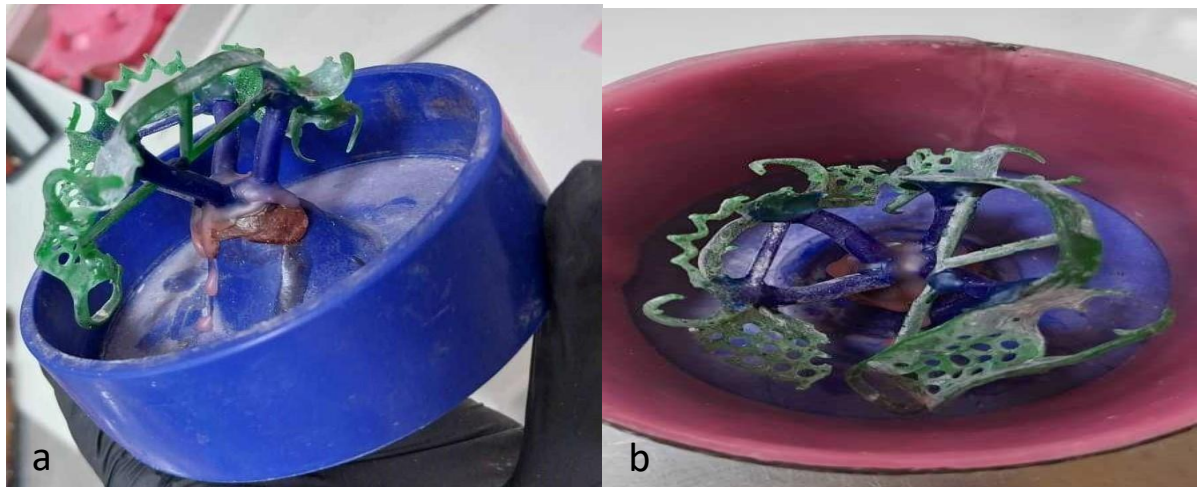


**Figure** : fabrication de la maquette en cire calcinable (source : document personnel).

### IV/ Coulée de la maquette :

La maquette en cire calcinable est mise en cylindre, sans le support en plâtre. Le cylindre suit une méthode classique, de mise au four et de coulée conventionnelle (technique conventionnelle citée en détail dans le premier cas clinique).

Les finitions à savoir, le grattage et le sablage sont plus rapides à réaliser que la méthode conventionnelle car la maquette a déjà une finition très satisfaisante.



**Figure (a et b) :** mise en cylindre de la maquette en cire (source : document personnel).



**Figure :** coulée de la maquette comme pour la technique conventionnelle (source : document personnel).

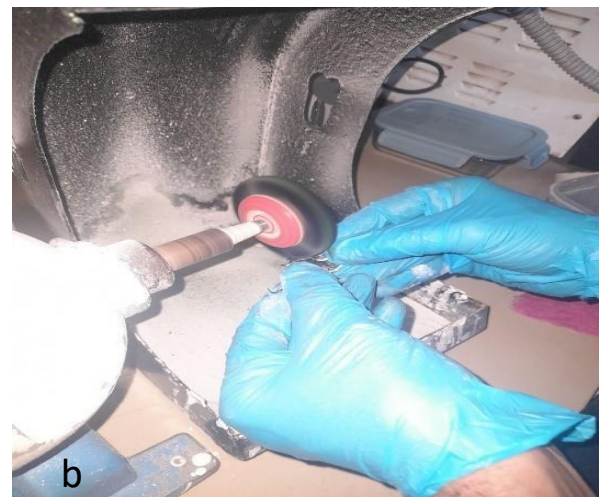
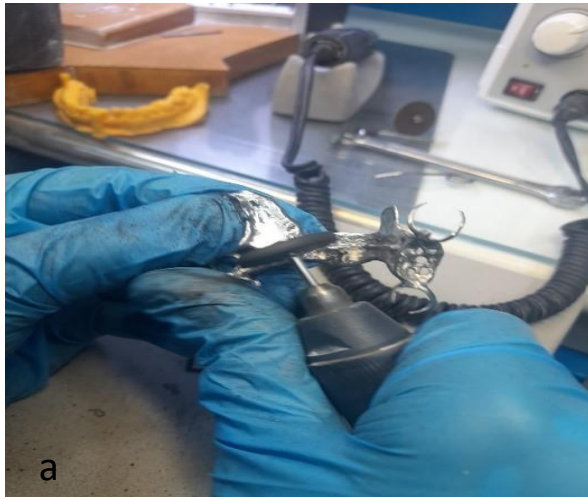


Figure (a et b) : finition de la maquette du châssis (source : document personnel).



Figure (a et b) : Replacement de la maquette sur son maître modèle correspondant (source : document personnel).

#### V/ Essai clinique :

Les étapes qui suivent sont les mêmes que le cas clinique précédent, à savoir :

- . Réalisation des maquettes d'occlusion ;
- . Prise d'occlusion ;
- . Montage des dents ;
- . Essai en bouche avant polymérisation ;
- . Mise en moufle pour aboutir à un essai fonctionnel.



**Figure (a et b) :** essayage de la prothèse en bouche (source : document personnel).

### V.3 Discussion :

En vue des résultats obtenus lors de notre travail et par comparaison des rendus des deux cas cliniques.

Dans le premier cas clinique réalisé à la technique conventionnelle nous avons constaté que le temps de réalisation de la maquette du châssis était long où nous avons pris environ trois semaines ; auquel s'ajoute les dangers liés aux manipulations et inhalation des matériaux inflammable et explosifs.

Le patient N01 a retrouvé son sourire et sa fonction, et a éprouvé sa satisfaction.

Dans le deuxième cas clinique : réalisé à la technique numérique nous avons beaucoup gagné en temps et en efforts comparé au précédant cas. Le rendu esthétique et fonctionnel était nettement meilleur.

La patiente N02 a également retrouvé son sourire et sa fonction et déclare qu'elle préfère le châssis à la technique numérique tant en esthétique qu'en confort.

Les deux patients ont éprouvé leurs satisfactions, ce qui est pour nous un objectif atteint.

*Conclusion*

### VI Conclusion

La réalisation du châssis métallique démontre l'évolution technologique avec la CFAO qui apporte des améliorations significatives, mais cette dernière n'est pas dépourvue d'inconvénients. Il est donc important de reconnaître malgré ces avancées que les techniques traditionnelles possèdent encore leurs propres valeurs. Le savoir-faire, l'expertise manuelle et l'adaptabilité face à des cas complexes restent des atouts indéniables.

D'autre part, l'utilisation de la CFAO en PPACM reste inaccessible pour un bon nombre de techniciens de laboratoire. L'adoption de cette technologie nécessite des investissements importants en termes d'équipement, et de formation. De ce fait, la technique conventionnelle trouve toujours sa place à l'heure actuelle.

En outre, il est important de souligner que l'avancée technologique ne se limite pas uniquement aux techniques de fabrication, mais également à la création de nouveaux matériaux biocompatibles tels que le PolyEtherEtherKétone (PEEK). Ce sont des matériaux qui présentent d'innombrables avantages et le plus captivant est le fait d'être sous sa forme définitive et ne nécessite pas de traitement supplémentaire une fois l'usinage est terminé. L'utilisation de la CFAO et de matériaux facilement scannables et usinables offre de grandes possibilités pour la réalisation de pièces prothétiques personnalisées de haute qualité à moindre coût. Cette approche étend les méthodes traditionnelles de travail et ouvre la voie à l'usinage direct de châssis de prothèses amovibles sur mesure en PAEK. Cela simplifierait considérablement le plan de traitement et raccourcirait les délais de conception. Aujourd'hui, nous savons que cette technologie est possible et envisageable avec ces matériaux, mais le chemin est encore long, la recherche se poursuit afin de revendiquer une place importante dans notre arsenal thérapeutique et des perspectives d'avenir dans le tout numérique.

## *Références bibliographiques*

Références bibliographiques

1. Graber G. Atlas de Médecine Dentaire Prothèse Partielle. Médecine-Sciences Flammarion; 1988. 216 p.
2. Davenport JC, Basker RM, Heath JR, Ralph JP. Atlas de PROTHESE PARTIELLE ADJOINTE. Edition CDP; 1990. 189 p.
3. Pondaven C. Échecs en prothèse amovible partielle à châssis métallique : étude épidémiologique sur une population du centre de soins dentaires de Brest [Internet]. [Brest]: U.F.R. D'ODONTOLOGIE DE BREST; 2012. Disponible sur: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00712603>
4. Beneyto E. FICHES PEDAGOGIQUES EN PROTHESE PARTIELLE AMOVIBLE A CHASSIS METALLIQUE. [Toulouse]: UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER; 2018.
5. Hasnaoui Y. LA CHIRURGIE PRÉ-PROTHÉTIQUE CHEZ L'ÉDENTÉ TOTAL AU SERVICE DE LA PROTHÈSE AMOVIBLE COMPLÈTE BIMAXILLAIRE. [Nancy Metz]: UNIVERSITÉ DE LORRAINE; 2017.
6. Koffi J. La prothèse partielle amovible au quotidien. L'Harmattan. Côte d'Ivoire; 2009. 118 p.
7. Alan B. Carr, Davird T. Brown. McCracken's REMOVABLE PARTIAL PROSTHODONTICS. TWELFTH EDITION. Vol. 385. ELSEVIER MOSBY; 2011.
8. SCHITTLY J, SCHITTLY E. Prothèse amovible partielle Clinique et laboratoire. Editions CDP; 2006. 236 p. (JPIO).
9. SCHITTLY J, SCHITTLY E. Prothèse amovible partielle Clinique et laboratoire. 2<sup>eme</sup>. France: Editions CDP; 2012. (JPIO).
10. Jörg F. RECOMMANDATIONS POUR LA TECHNIQUE DE COULÉE SUR MODÈLE. 2017;39.
11. Rodney DP, David R.Cagna, Charles FD. Stewart's Clinical REMOVABLE PARTIAL PROSTHODONTICS. Quintessence Publishing Co, Inc; 2009. 1037 p. (Fourth Edition).
12. Richard AM. L'empreinte optique intra-buccale et ses applications dans les différentes disciplines en odontologie [THÈSE D'EXERCICE /]. [Rennes]: UNIVERSITÉ DE RENNES 1; 2016.
13. Soenen A. L'apport de la CFAO en prothèse amovible partielle à châssis métallique. L'Information Dentaire. 5 mai 2019;(N°18).
14. Stratégie Prothétique. Stratégie Prothétique Prothèse et CFAO. avr 2011;11(2):137.

15. Palau J. L'impression 3D ou fabrication additive en odontologie, actualités et perspectives [Internet]. [Aix Marseille]: Aix Marseille Université; 2017. Disponible sur: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01616146/document>
16. Bibb RJ, Eggbeer D, Williams RJ, Woodward A. Trial fitting of a removable partial denture framework made using computer-aided design and rapid prototyping techniques. *ProcInstMechEng H*. 2006 Oct ; 220(7) : 793-7.
17. Petit C. Le polyétheréthercétone (PEEK) : présentation, mise en forme par impression 3D et applications en chirurgie dentaire [Internet]. UNIVERSITÉ NICE-SOPHIA ANTIPOLIS; 2021. Disponible sur: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03374018>
18. Moussaly C, Tirlet G, Attal JP, Coudray L. CFAO, ce qui change.... 15 decembre 2009. (4):215-7.
19. Palau J. L'impression 3D ou fabrication additive en odontologie, actualités et perspectives [Internet]. [Aix Marseille]: Aix Marseille Université; 2017. Disponible sur: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01616146/document>
20. Berges B. Les alliages dentaires Cobalt-Chrome mis en forme par fusion laser sélective [Internet]. Université de Bordeaux; 2019. Disponible sur: <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01996382>
21. Williams RJ, Bibb R, Eggbeer D, Collis J. Use of CAD/CAM technology to fabricate a removable partial denture framework. *J Prosthet Dent*. 2006 Aug ; 96(2) : 96-9.
22. Zhonghua Kou Qiang Yi XueZaZhi. Computer aided design and computer aided manufacture of sacrificial pattern of removable partial denture framework. Wu L, Lü PJ, Wang Y, Ai HJ, Dong DY. 2006Jul ; 41(7) : 432-5.
23. Eggbeer D, Bibb R, Williams R. The computer-aided design and rapid prototyping fabrication of removable partial denture frameworks. *ProcInstMechEng H*. 2005 May ; 219(3) : 195-20
24. Baixe S, Etienne O, Kress P, Taddei C. Apport de la CFAO en prothèse amovible partielle. *CahProthese*. 2010 ; (152) : 43-59.
25. Duret F, Pelissier B. Différentes méthodes d'empreinte en CFAO dentaire, in EM C (Encyclo p é die M é dic o Chirurgicale). 2010, (Elsevier Masson SAS) Médecine buccale: Paris. p. 28-740-R-10: p. 1-16.
26. Ender A, Moermann W. Cerec 3D Design Vollkeramische CAD/CAM Inlay, Teilkronen, Kronen und Veneers. *Konstruktion und Fertigung per Computer*, ed. Z. SFCZ ed. 2005. pp. 292.
27. Jordan-Combarieu F. Quadrant d'inlays en une seule séance: la gageure de la CFAO directe. *Le fil dentaire*. 2010; 51(3): 32-34.
28. MATYSIAK M, CHABERT R. Evaluation de la qualité des prothèses partielles amovibles métalliques réalisées dans la région de Rhône-Alpes. *Cah Prothese* 2005;132:37-52.
29. BADJI K, GUEYE M, KAMARA PI ET AL. Aspects humains de la relation chirurgien dentiste - prothésiste: enquête dans des laboratoires de prothèse. *Rev Sen OdontolStomatolChirMaxillo-fac* 2018;15(1):20-2.

30. JOUILLIE K, JULIA M, DURAND JC, NUBLAT C, BERTRAND F, SARTORIO A. Prothèse amovible partielle à infrastructure métallique : conception du châssis par CAO. *Stratégie Prothétique* 2011;11(1):37-46.
31. GUEYE M, BADJI K, KAMARA PI, TOURE A, CISSE B, MBODJ EB. Transmission des données cliniques dans la réalisation des châssis métalliques de prothèse amovible partielle. *Cah Prothèse* 2018;46(184):291-5.
32. CHAMPION J., SOUMEILLAN S., GUYONNET J.J., ECLASSAN R. Prothèse partielle adjointe : conception et réalisation d'une prothèse partielle adjointe coulée. *Enclyp. Méd. Chir. (ElsevierMasson SAS, Paris), Odontologie, 23-310-C-10*, 2001, 22p.
33. Picart J, Margerit M, Fages M, Lambert E, Chansavang E., Souvairan R, et al. PEEK vs Cr-Co : comparaison de deux types de châssis de prothèse amovible partielle. *Strat Prothétique*. 2016 ; 16(3): 205-214.
34. Perelmuter S, Duret F, Lelièvre F, Lecardonnel A, Cheron R. La prothèse céramo - céramique par CFAO. *Collection Réussir, Quintessence Int. ed., Paris: 2009, pp122*
35. VANZEVEVEREN C, D'HOORE W, BERCY P, LELOUP G. Peut-on considérer la prothèse amovible comme Une restauration prothétique fiable ? *Stratégie Prothétique* 2002; 2(1):7-12.
36. GAMBADE S, LASSERRE JF, CHEVALIER JM. Enquête auprès de prothésistes dentaires sur la communication cabinet/laboratoire. *Stratégie Prothétique* 2006;6(1):47-54.
37. GUEYE M, BADJI K, N'DINDIN AC, KAMARA PI, THIOUNE N, MBODJ EB. Collaboration entre le cabinet et le laboratoire : enquête auprès de prothésistes dentaires de Dakar. *Stratégie Prothétique* 2018;18(3):233-7.
38. STEWART CA. An audit of dental prescriptions between clinics and dental laboratories. *Br Dent J* 2011;211(3):E5:1-5.
39. JUSZCZYK AS, CLARK RKF, RADFORD DR. UK dental laboratory technicians' views on the efficacy and teaching of clinical-laboratory communication. *Br Dent J* 2009;206(10): E21:1-6.
40. LYNCH CD, MCCONNELL RJ, ALLEN PF. Trends in indirect dentistry: 7. Communicating design features for fixed and removable prostheses. *Dent Update* 2005;32(9):502-10.
41. MBODJ EB, SCHITTLY E, NDJIEUNDE TCHOUAMENI GC, DIENG L. Analyse du taux de survie des prothèses amovibles partielles réalisées dans le département d'odontologie de Dakar. *Cah Prothèse* 2013;163:65-9.
42. PICART B., DELCAMBRE T., LEFEVRE C., BIDEAUX H. Rationalisation dans la conception des tracés de prothèse métallique amovible : logique et simplicité. *Stratégie prothétique, 2002, 2 (1) : 29-38*
43. DAVENPORT J.C., BASKER R.M., HEATH J.R., RALPH J.P. Atlas de prothèse adjointe partielle. Paris : Editions CdP, 1990.
44. BRIEN N. Conception et tracé des prothèses partielles amovibles. Québec : Prostho éd., 1996.
45. BOREL J.C., SCHITTLY J., EXBRAYAT J. Manuel de prothèse partielle amovible. Paris, Masson éd., 1994.
46. BEGIN M., FOUILLOUX I. La prothèse amovible partielle conception et tracés des châssis. Paris : Quintessence Int, 2004.

47. BATAREC E., BUCH D. Abrégé de prothèse adjointe partielle. Paris, Masson éd., 1989
48. H Nguyen, H Person, B Vallée - 1994 - books.google.com
49. PJ Roux - 1825 - books.google.com
50. E Hascoet, PY Vaillant, A Tempescul, C Darbin... - Médecine Buccale ..., 2015 - jomos.org
51. G Raoul, J Ferri - Revue de Stomatologie et de Chirurgie Maxillo-faciale, 2007 – Elsevier
52. JJ Mazon, G Noël, JM Simon - Bulletin du cancer, 2000 - jle.com
53. Joly, B Huttenberger, A Pare - La Presse Médicale, 2017 – Elsevier
54. Taddei PC, Etienne O, Baixe S. CFAO et prothèse amovible partielle métallique. Le fil dentaire magazine [Internet]. 2012 [cité le 14 novembre 2016] Disponible sur : <https://www.lefildentaire.com/articles/clinique/esthetique/cfao-et-protheseamovible-partielle-metallique/>
55. Prateek B. Removable Partial Dentures: Kennedy Classification. Dentalnotebook [Internet]. 2014 [cité le 28 décembre 2016]. Disponible sur: <http://www.dentalnotebook.com/removable-partial-dentures-kennedy-classification/>
56. Kaiser F. Prothèse Partielle Amovible [Internet]. 2012 [cité le 12 octobre 2017]. Disponible sur : [http://www.dentalstrategy.com/site/livros/ppr\\_fr.pdf](http://www.dentalstrategy.com/site/livros/ppr_fr.pdf)
57. Dental Wings. DWOS Prothèses partielles [Internet]. 2017 [cité le 12 octobre 2017]. Disponible sur : <http://www.dentalwings.com/fr/produits/logiciels/prothesespartielles/>
58. CNIFPD - UNPPD. Guide de la CFAO dentaire [Internet]. 2009 [cité le 12 octobre 2017]. Disponible sur : <http://www.cnifpd.fr/guidecfao/>
59. Bonnet G, Batisse C, Nicolas E, Bessadet M, Philippon C, Bongert P, et al. Empreinte optique et prothèse amovible partielle [Internet]. Trucs et Astuces en CFAO. 2016 [cité le 19 octobre 2017]. Disponible sur : [https://www.henryschein.fr/~media/FR/Cabinet/actualite/trucs%20astuces%20cfao/TrucsAstucesCFAO\\_DT052016\\_2\\_PDF.ashx?hssc=4](https://www.henryschein.fr/~media/FR/Cabinet/actualite/trucs%20astuces%20cfao/TrucsAstucesCFAO_DT052016_2_PDF.ashx?hssc=4)
60. Sireix C. Adjointe métallique en CFAO avec Dental Wings, l'imprimante Asigna Pro et la résine Detaxcast. Tech Dent. 2016 ; 357(199) : 36-45.  
Divers Tous les articles sont intéressants. International Journal of Computerized Dentistry, 1997 à 2010. 1 à 13.
61. Divers Des articles et des dossiers spéciaux intéressant sur la CFAO. Technologie dentaire, 2001 à 2010.
62. Duret F. Réponse d'expert : La prothèse de demain sera CFAO ou .... Clinic. 2010; 31(3): 128-133.
63. Duret F. www.francois-duret.com. 2010
64. Levi P. et Coll. La CFAO au Cabinet: Numéro Spécial. Le fil dentaire, 2010. 51(mars): 3-66.
65. Moermann W. CAD/CIM in Aesthetic Dentistry. QuintessenzVerlags-GmbH ed. 1996, pp 663.
66. Samama Y. Ollier J. Système Procera. Collection Réussir, Quintessence int. ed., Paris: 2002, pp 87.
67. 3- H. Comier, D : Berardan, Lgd, S. Villeneuve et col. Prothèse dentaire Source : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Prothese\\_dentaire?Oldid=106026870](http://fr.wikipedia.org/wiki/Prothese_dentaire?Oldid=106026870)
68. SANTONI P. Maitriser la Prothèse Adjointe Partielle. Paris : Editions CdP, 2004.
69. ROUCOULES L. Prothèse Adjointe (Tome I). Paris : Maloine éd., 1972.

## References bibliographiques

---

70. LEJOYEUX J. Restauration prothétique amovible de l'édentation partielle. Paris : Maloine éd., 1980
71. GRABER G. Atlas de médecine dentaire, Prothèse partielle. Paris : Flammarion, 1988.

## **Résumé :**

Malgré les avancées technologiques, la prothèse amovible à infrastructure métallique demeure une solution thérapeutique très répandue pour la restauration des édentements partiels. Cette approche traditionnelle a fait ses preuves au fil des années et continue d'être largement utilisée en raison de ses avantages et de sa longue expérience clinique, or que cela nécessite plusieurs séances et implique une chaîne d'élaboration longue.

Toutefois, l'émergence de laCFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur) a révolutionné cette pratique, enoffrant de nouvelles perspectives pour la réalisation des PPACM, et en réduisant et simplifiantle nombre d'étapes et le processus de réalisation.

Qu'il s'agisse de la CFAO ou la technique conventionnelle, les étapes clinique ne sont pas modifiées et l'objectif reste le même, c'est d'obtenir une PPACM stable, bien ajustée et parfaitement intégrée aux structures dentaires et muqueuses du patient

## **Abstract :**

Despite technological advances, removable partial dentures with metal frameworks remain a widely used therapeutic solution for the restoration of partial edentulism. This traditional approach has proven its effectiveness over the years and continues to be widely utilized due to its advantages and extensive clinical experience, even though it requires multiple appointments and involves a lengthy fabrication process. However, the emergence of CAD/CAM (Computer Aided Design and Computer-Aided Manufacturing) has revolutionized this practice by offering new perspectives for the fabrication of removable partial dentures, reducing and simplifying the number of steps and the manufacturing process.

Whether using CAD/CAM or the conventional technique, the clinical steps remain unchanged, and the objective remains the same: to achieve a stable, well-fitted removable partial denture that integrates perfectly with the patient's dental and mucosal structures.

