

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2017

2017 TOU3051

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Loïc DISDIER

Le 16 Juin 2017

Les tracés de châssis : méthode traditionnelle versus méthode numérique

Directeur de thèse : Dr Jean CHAMPION

JURY

Président :	Pr Franck DIEMER
1er assesseur :	Dr Jean CHAMPION
2ème assesseur :	Dr Florent DESTRUHAUT
3ème assesseur :	Dr Bertrand CHAMPION



UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2017

2017 TOUTO3051

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

Par

Loïc DISDIER

Le 16 Juin 2017

Les tracés de châssis : méthode traditionnelle versus méthode numérique

Directeur de thèse : Dr Jean CHAMPION

JURY

Président :	Pr Franck DIEMER
1er assesseur :	Dr Jean CHAMPION
2ème assesseur :	Dr Florent DESTRUHAUT
3ème assesseur :	Dr Bertrand CHAMPION





Faculté de Chirurgie Dentaire

➔ DIRECTION

DOYEN

Mr Philippe POMAR

ASSESEUR DU DOYEN

Mme Sabine JONOT

CHARGÉS DE MISSION

Mr Karim NASR

Mme Emmanuelle NOIRRI-ESCLASSAN

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Anne-Marie GRIMOUD

RESPONSABLE ADMINISTRATIF

Mme Muriel VERDAGUER

➔ HONORARIAT

DOYENS HONORAIRES

Mr Jean LAGARRIGUE +

Mr Jean-Philippe LODTER

Mr Gérard PALOUDIER

Mr Michel SIXOU

Mr Henri SOULET

➔ ÉMÉRITAT

Mr Damien DURAN

Mme Geneviève GRÉGOIRE

Mr Gérard PALOUDIER

➔ PERSONNEL ENSEIGNANT

56.01 PÉDODONTIE

Chef de la sous-section :

Mme BAILLEUL-FORESTIER

Professeurs d'Université :

Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr VAYSSE

Maîtres de Conférences :

Mme NOIRRI-ESCLASSAN, Mme VALERA

Assistants :

Mme DARES, Mr MARTY,

Adjoint d'Enseignement :

Mr. DOMINE, Mme BROUTIN,

56.02 ORTHOPÉDIE DENTO-FACIALE

Chef de la sous-section :

Mr BARON

Maîtres de Conférences :

Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr ROTENBERG,

Assistants :

Mme GABAY-FARUCH, Mme YAN-VERGNES

56.03 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE

Chef de la sous-section :

Mr HAMEL

Professeurs d'Université :

Mme NABET, Mr SIXOU

Maîtres de Conférences :

Mr HAMEL, Mr VERGNES

Assistant:

Mlle. BARON,

Adjoints d'Enseignement :

Mr. DURAND, Mr. PARAYRE, Mr. ROSENZWEIG

57.01 PARODONTOLOGIE**Chef de la sous-section :** **Mr BARTHET**

Maîtres de Conférences : Mr BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN

Assistants : Mr RIMBERT, Mr. ANDUZE-ACHER

Adjoints d'Enseignement : Mr. CALVO, Mr. LAFFORGUE, Mr SANCIER, Mr BARRE, Mme KADDECH, Mme VINEL

57.02 CHIRURGIE BUCCALE, PATHOLOGIE ET THÉRAPEUTIQUE, ANESTHÉSIOLOGIE ET RÉANIMATION**Chef de la sous-section :** **Mr COURTOIS**

Maîtres de Conférences : Mr CAMPAN, Mr COURTOIS, Mme COUSTY

Assistants : Mme CROS, Mme COSTA-MENDES

Assistant Associé : Mr DAUZAT

Adjoints d'Enseignement : Mr FAUXPOINT, Mr L'HOMME, Mme LABADIE

57.03 SCIENCES BIOLOGIQUES (BIOCHIMIE, IMMUNOLOGIE, HISTOLOGIE, EMBRYOLOGIE, GÉNÉTIQUE, ANATOMIE PATHOLOGIQUE, BACTÉRIOLOGIE, PHARMACOLOGIE)**Chef de la sous-section :** **Mr POULET**

Professeur d'Université : Mr KEMOUN

Maîtres de Conférences : Mme GRIMOUD, Mr POULET, Mr BLASCO-BAQUE

Assistants : Mr BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mr LEMAITRE

Adjoints d'Enseignement : Mr SIGNAT, Mr PUISOCHET, Mr FRANC

58.01 ODONTOLOGIE CONSERVATRICE, ENDODONTIE**Chef de la sous-section :** **Mr DIEMER**

Professeur d'Université : Mr DIEMER

Maîtres de Conférences : Mr GUIGNES, Mme GURGEL-GEORGELIN, Mme MARET-COMTESSE

Assistants : Mr BONIN, Mr BUORO, Mme. RAPP, Mr. MOURLAN, Mme PECQUEUR, Mr DUCASSE

Adjoints d'Enseignement : Mr. BALQUERIE, Mr. ELBEZE, Mr. MALLET, Mr. FISSE

58.02 PROTHÈSES (PROTHÈSE CONJOINTE, PROTHÈSE ADJOINTE PARTIELLE, PROTHÈSE COMPLÈTE, PROTHÈSE MAXILLO-FACIALE)**Chef de la sous-section :** **Mr CHAMPION**

Professeurs d'Université : Mr ARMAND, Mr POMAR

Maîtres de Conférences : Mr CHAMPION, Mr ESCLASSAN, Mme VIGARIOS, Mr. DESTRUHAUT

Assistants : Mr. EMONET-DENAND, Mr. KNAFO, Mme. SELVA, Mme. ROSCA, Mr. LEMAGNER

Adjoints d'Enseignement : Mr. BOGHANIM, Mr. FLORENTIN, Mr. FOLCH, Mr. GHRENASSIA,

Mme. LACOSTE-FERRE, Mr. POGEANT, Mr. RAYNALDY, Mr. GINESTE, Mr. CHAMPION, Mr. LE GAC, Mr. GAYRARD, Mr. COMBADAZOU, Mr. HENNEQUIN

58.03 SCIENCES ANATOMIQUES ET PHYSIOLOGIQUES, OCCLUSODONTIQUES, BIOMATÉRIAUX, BIOPHYSIQUE, RADIOLOGIE**Chef de la sous-section :** **Mme JONJOT**

Maîtres de Conférences : Mme JONJOT, Mr NASR

Assistants : Mr. CANCEILL, Mme. GARNIER, Mr. OSTROWSKI

Adjoints d'Enseignement : Mr AHMED, Mme BAYLE-DELANNÉE, Mme MAGNE, Mr VERGÉ, Mme BOUSQUET, Mr MONSARRAT

Remerciements

A mes parents : je vous remercie de m'avoir soutenu pendant toutes ces années d'études, de m'avoir poussé à réussir, de m'en donner les moyens, et de croire en moi

Maman, merci d'avoir toujours été présente pour nous quatre, en toutes circonstances. Tu nous fais preuve de ton amour chaque jour, j'espère te le rendre de la meilleure manière.

Papa, tu m'as montré le chemin de la persévérance, de la rigueur et de la réussite professionnelle. J'espère te rendre fier.

Difficile de résumer en ces quelques lignes l'importance de votre rôle dans ma vie. Je suis ici aujourd'hui grâce à vous.

A ma petite sœur Camille qui a bien grandi, je te tire mon chapeau pour ton parcours « espagnol » et je serai toujours très fier de toi.

A mes grands-parents (Yvette et Claude), qui ont toujours été des modèles pour moi et qui malheureusement ne sont plus parmi nous aujourd'hui.

Je remercie aussi toute ma famille.

Vincent, je ne compte plus nos années d'amitié (on peut parler de fraternité). Il y'a beaucoup trop de choses à dire sur ces années, merci pour tout.

Au **Dr Patricia Jourdan** et au **Dr Philippe Jourdan**, merci pour vos conseils et votre aide, travailler à vos côtés a été très enrichissant et j'ai beaucoup appris grâce à vous. Merci aussi à toute l'équipe du cabinet Balma Dentaire (particulièrement une certaine « blondie »).

Clémence et **Guillaume**, mes deux potos castrais !

Tibo et **Lénaic** merci pour votre aide si précieuse en informatique.

A tous mes amis, ceux qui sont dentistes ou non !..

Au président du jury de thèse,

Mr le Professeur DIEMER Franck,

- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie
- Responsable de la sous-section d'Odontologie Conservatrice, Endodontie
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- D.E.A. de Pédagogie (Education, Formation et Insertion) Toulouse Le Mirail,
- Docteur de l'Université Paul Sabatier,
- Responsable du Diplôme Inter Universitaire d'Endodontie à Toulouse,
- Habilitation à diriger des recherches (H.D.R.),
- Vice- Président de la Société Française d'Endodontie
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

*Vous nous avez fait l'honneur de siéger dans ce jury
et c'est avec la plus grande sympathie à votre égard
que nous vous en remercions.*

*Veillez trouver ici l'expression de notre gratitude et
de notre sincère respect.*

*Nous vous remercions pour vos enseignements
pratiques et cliniques durant ces années, pour votre
bonne humeur et votre bienveillance à notre égard.*

Au directeur de thèse,

Mr le Docteur CHAMPION Jean,

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Responsable de la sous-section de Prothèses,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur d'Etat en Odontologie,
- DU Implantologie de la Faculté de Chirurgie dentaire de Marseille,
- Diplôme d'Implantologie Clinique de l'Institut Bränemark – Göteborg (Suède),
- Vice-Président du Conseil National des Universités (section : 58),
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

Vous nous avez fait l'honneur de diriger ce travail et c'est avec la plus grande affection que nous vous en remercions.

Nous vous exprimons nos plus profonds remerciements pour la direction de ce travail, vos enseignements durant ces années et les échanges toujours passionnants que nous avons partagés.

Veuillez recevoir ici le témoignage de mon sincère respect à votre égard.

A notre Jury de thèse,

Mr le Docteur DESTRUHAUT Florent,

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Expert près la Cour d'Appel de Toulouse,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Docteur de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales en Anthropologie sociale et historique,
- Certificat d'Études Supérieures en Prothèse Maxillo-Faciale,
- Certificat d'Études Supérieures en Prothèse Conjointe,
- Diplôme Universitaire de Prothèse Complète Clinique de Paris V,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier.

*Vous nous avez fait l'honneur de siéger dans ce jury
et c'est avec la plus grande sympathie à votre égard
que nous vous en remercions.*

*Veillez trouver ici l'expression de notre gratitude et
de notre sincère respect.*

*Nous vous remercions pour vos enseignements
pratiques et cliniques durant ces années, pour votre
bonne humeur et votre bienveillance à notre égard.*

A notre jury de thèse,

Mr le Docteur CHAMPION Bertrand

- Adjoint d'Enseignement à la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Certificat d'Etudes Supérieures Prothèse fixée
- Certificat d'Etudes Supérieures Maxillo-Faciale

*C'est avec la plus grande sympathie à votre égard
que nous vous remercions d'avoir accepté de siéger dans ce
jury.*

*Soyez assurée de tout notre respect et de notre
profonde gratitude pour votre aide et votre disponibilité.*

Table des matières

Introduction	13
I. Généralités sur la prothèse amovible coulée.....	14
1. Définition prothèse amovible.....	14
2. Quel avenir ?	14
3. Conditions d'équilibre d'une PPAC.....	14
3.1. Conditions d'équilibre prothétiques	14
3.1.1. Sustentation	14
3.1.2. Rétention.....	15
3.1.3. Stabilisation	15
3.2. Conditions d'équilibre tissulaire.....	15
3.2.1. Indices dentaires	15
3.2.2. Indices ostéo-muqueux	16
3.2.2.1. Indices communs aux deux maxillaires	16
3.2.2.2. Indices de la mandibule.....	16
3.2.2.3. Indices du maxillaire.....	16
II. Conception traditionnelle du châssis.....	17
1. Classification des édentements.....	17
1.1. Classification de Kennedy Applegate	17
2. Architecture du châssis	18
2.1. Armature	18
2.1.1. Au maxillaire.....	18
2.1.1.1. Entretoise palatine simple ou double	18
2.1.1.2. Plaque palatine large.....	20
2.1.1.3. Plaque étroite.....	21
2.1.1.4. Cadre palatin	22
2.1.1.5. Bandeau palatin	22
2.1.1.6. Plaque en fer à cheval	22
2.1.1.7. Plaque à recouvrement complet.....	23
2.1.2. A la mandibule.....	24
2.1.2.1. Barre linguale	24
2.1.2.2. Bandeau lingual.....	25
2.1.2.3. Bandeau cingulaire (ou entretoise cingulaire)	27
2.2. Selles	28
2.2.1. Selles métalliques	28
2.2.2. Selles en résine	30
2.3. Barres cingulo-coronaires	30
2.4. Connexions secondaires (taquets, potences).....	32

2.4.1.	Taquet d'occlusion et appui cingulaire	32
2.4.2.	Les potences	34
2.5.	Moyens d'ancrage	36
2.5.1.	Crochets d'usage courant	36
2.5.1.1.	Crochet Ackers	36
2.5.1.2.	Crochet anneau	38
2.5.1.3.	Crochet Nally martinet	38
2.5.1.4.	Crochet cavalier (ou Bonwill)	39
2.5.1.5.	Crochet équi poise	40
2.5.1.6.	Crochet « t » de roach	41
3.	Tracés : approche temps par temps	42
3.1.	Méthodologie du tracé	42
3.2.	Analyse au paralléliseur	42
3.2.1.	Rôle du paralléliseur	42
3.2.2.	Détermination de l'axe d'insertion	43
3.2.2.1.	Facteur numéro 1 : les zones de retrait	43
3.2.2.2.	Facteur numéro 2 : les surfaces de guidage	43
3.2.2.3.	Facteur numéro 3 : les interférences	44
3.2.2.4.	Facteur numéro 4 : l'esthétique	44
3.3.	Tracé au maxillaire	45
3.3.1.	Décolletage	45
3.3.2.	Mise en place des crochets, appuis et potences	46
3.3.3.	Mise en place des selles	46
3.3.4.	Tracé de l'armature	46
3.3.4.1.	Plaque palatine	46
3.3.4.2.	Entretoises	46
3.3.5.	Chronologie d'un tracé maxillaire en image	47
3.4.	Tracé à la mandibule	50
3.4.1.	Décolletage	50
3.4.2.	Mise en place des crochets, appuis et potences	50
3.4.3.	Mise en place des selles	50
3.4.4.	Tracé de l'armature	50
3.4.5.	Chronologie d'un tracé mandibulaire en image	51

III. Etat des lieux de la conception prothèses amovibles

partielles métalliques conçues de manière traditionnelle 54

1.	L'utilisation du paralléliseur au cabinet	54
2.	La transmission du tracé au prothésiste	54
3.	Etat des lieux sur l'apprentissage de cette conception	55

IV. Apport de la conception assistée par ordinateur dans les tracés du châssis.....	55
1. Historique / rappel	55
2. Logiciels de tracés prospectifs du châssis.....	56
2.1. Système RAPID	56
2.2. Digitracé PPA.....	57
2.3. Stelligraph	57
2.4. Métaciél	58
2.5. Bilan sur ces 4 logiciels	60
3. CAO et modélisation du châssis.	61
3.1. Matériel.....	61
3.1.1. Scanners	61
3.1.2. Spatule numérique	61
3.1.3. Logiciels	61
3.2. Méthode.....	62
3.2.1. Logiciel digistell®.....	62
3.2.2. Logiciel Dental Wings® d'euromax®.....	69
3.2.3. Logiciel Dental System® de 3Shape®.....	75
3.2.4. Caractéristiques de ces 3 logiciels	82
3.3. Discussion.....	82
CONCLUSION.....	84
Bibliographie	85
TABLE DES ILLUSTRATIONS	87

Introduction

La prothèse partielle amovible est toujours aujourd'hui un maillon indispensable en prothèse dentaire de nos jours et cela malgré l'essor grandissant de l'implantologie (avec la mise en place d'un plan de traitement fixe).

En effet, la mise en place d'implant n'est pas systématique notamment à cause de certaines contre-indications : locales, générales ou même personnelles (moyens financiers...). De plus, un travail comprenant de l'implantologie et de la prothèse amovible n'est pas contradictoire.

La population est touchée non seulement par la maladie carieuse mais aussi la maladie parodontale (perte prématurée des dents). On observe d'après l'INSEE à une augmentation de l'espérance de vie de 2,9 ans chez l'homme et 2 ans chez la femme entre 2000 et 2010. D'après l'INSEE toujours, la population de plus de 60 ans représentera 32,1% en 2060 contre 24,8 aujourd'hui.[1] Le CREDES constate un nombre moyen de dents non remplacées pour les personnes de 55 ans est de 2,62.[2] D'où la nécessité des traitements prothétiques de qualité pour tous selon les données acquises de la science avec une bonne qualité de tracé et une transmission correcte auprès des prothésistes.

Malheureusement, sur 1303 prothèses amovibles partielles métalliques portées, 65% ont au moins un défaut[3]. Le principal reproche est la présence de mobilité, instabilité de la prothèse en bouche. Ceci s'explique notamment par un problème de conception lié :

- Manque d'étude biomécanique
- Manque de préparation en bouche des surfaces d'appui
- Châssis instable avec perte de rétention.

Ce sont des facteurs dépendant du tracé du châssis qui doit normalement être réalisé par le praticien, or très peu le tracerait correctement.

Cette thèse permet de constater l'avènement du numérique et notamment son impact nouveau en prothèse partielle amovible. Pour ce faire nous avons dans un premier temps fait un rappel sur les tracés de châssis par méthode traditionnelle. Puis nous avons fait état des lieux sur la conception de ces prothèses amovibles réalisées avec une méthode traditionnelle. Et enfin nous regarderons l'apport du numérique dans notre domaine de la prothèse amovible.

I. Généralités sur la prothèse amovible coulée

1. Définition prothèse amovible

On distingue 4 grands types de prothèses amovibles :

- Prothèse amovible immédiate
- Prothèse amovible provisoire
- Prothèse amovible transitoire
- Prothèse amovible d'usage

Les 3 premières sont uniquement en résine.

La prothèse d'usage possède une structure métallique (châssis) composée d'un alliage cobalt chrome.[4]

2. Quel avenir ?

« La prothèse amovible partielle à infrastructure métallique est plus que jamais une discipline d'avenir » (Schittly J. Gouverner, c'est prévoir ! cah prothèse 2003 ; 123 :2-4).

Plusieurs raisons à cela :

- Vieillesse très importante de la population qui engendre une croissance du nombre d'édentés partiels.
- Réalité qui interdit à un grand nombre de patients l'accès aux réhabilitations implanto-portées. [5]

La prothèse partielle amovible métallique reste donc une thérapeutique indispensable pour une grande partie de la population, surtout pour des moyens financiers limités.[6], [7]

3. Conditions d'équilibre d'une PPAC

3.1. Conditions d'équilibre prothétiques

On associe ces conditions d'équilibre prothétique à la triade deHousset. En effet cette triade représente les impératifs à respecter pour la prothèse afin d'assurer un bon équilibre.

Il existe 3 impératifs :

- SUSTENTATION
- RETENTION
- STABILISATION[8], [9]

3.1.1. Sustentation

Elle représente l'ensemble des forces qui s'opposent à l'enfoncement de la prothèse.

On distingue deux types de sustentation :

- Sustentation muqueuse
- Sustentation dentaire et prothétique

Cette sustentation est très importante lors de la mastication en s'opposant aux forces verticales de direction occluso-cervical.[8], [9]

3.1.2. Rétention

Elle représente l'ensemble des forces qui s'opposent à la désinsertion de la prothèse.

On distingue deux types de rétention :

- Rétention muqueuse
- Rétention dento-prothétique

Cette rétention est aussi très importante lors de la mastication en s'opposant aux verticales mais cette fois ci de direction cervico-occlusale.[8], [9]

3.1.3. Stabilisation

Elle représente l'ensemble des forces qui s'opposent à la translation horizontale et à la rotation de la prothèse.

On distingue deux types de stabilisation :

- Stabilisation ostéo-muqueuse
- Stabilisation prothétique

Cette rétention est importante pour résister aux forces horizontales qui s'exercent sur la prothèse.[8], [9]

3.2. Conditions d'équilibre tissulaire

La prothèse amovible partielle repose sur des structures tissulaires (dentaire ou non) qui peuvent lui être favorable ou non. On parle alors d'indices positifs ou négatifs. Il est très important de les repérer et bien les analyser afin d'obtenir une prothèse en équilibre qui sera bien intégrée par le patient.

Il faut se servir des indices positifs pour équilibrer au mieux la prothèse et éviter les indices négatifs. Dans certains cas il est possible de les supprimer ou les diminuer.[8], [9]

3.2.1. Indices dentaires

Ces indices sont communs à la mandibule et au maxillaire.

Pour que l'on ait un indice positif il faut que :

- La ligne guide vestibulaire soit située à l'union du 1/3 cervical et du 1/3 moyen de la hauteur coronaire.
- La ligne guide linguale soit située à la moitié de la hauteur coronaire.
- Hauteur coronaire suffisante

Dans certains cas, il y a eu des migrations dentaires ou bien on retrouve des morphologies particulières qui donnent des positions non valables de cette ligne guide : on parle alors d'indice négatif.[8], [9]

3.2.2. Indices ostéo-muqueux

3.2.2.1. Indices communs aux deux maxillaires

- Insertions ligamentaires : ce sont principalement les freins latéraux et médians $\Rightarrow$ indices négatifs
- Insertions musculaires : principalement le buccinateur en postérieur $\Rightarrow$ indice négatif
- Crêtes : cela dépend de :
 - Forme : forme en U $\Rightarrow$ indice positif
forme en lame de couteau $\Rightarrow$ indice négatif
 - Morphologie des versants : épines, zone de contre dépouille $\Rightarrow$ indices négatifs
 - Texture : crêtes flottantes $\Rightarrow$ indice très négatif
 - Mensurations : haute et large $\Rightarrow$ indice positif [8], [9]

3.2.2.2. Indices de la mandibule

- Ligne mylo-hyoïdienne : il s'agit de l'insertion mandibulaire du mylo-hyoïdien sur la ligne oblique interne. Plus elle est basse plus la surface exploitable est importante donc plus c'est un indice positif.
- Tori mandibulaire : c'est une exostose de la table interne $\Rightarrow$ indice négatif à éviter ou à enlever.
- Frein de la langue : indice négatif surtout la partie antérieure lorsqu'il y a une insertion haute
- Eminences piriformes : se situent au niveau des dents de sagesse inférieures. Si elle est adhérente à l'os sous-jacent $\Rightarrow$ indice positif. Si non adhérent $\Rightarrow$ indice négatif. [8], [9]

3.2.2.3. Indices du maxillaire

- Raphé médian : c'est une zone de muqueuse située sagitalement sur la ligne médiane du palais.
 - Forme en « V creux » $\Rightarrow$ indice négatif
 - Forme en « V en relief » $\Rightarrow$ indice négatif
 - Forme plate $\Rightarrow$ indice positif
- Zones de Schroeder : il s'agit de tissu adipeux qui influence le degré de dépressibilité de la muqueuse et donc l'appui muqueux de la prothèse $\Rightarrow$ indice négatif
- Torus : la prothèse devra être déchargée si possible pour éviter un mouvement de bascule $\Rightarrow$ indice négatif
- Papilles bunoïdes $\Rightarrow$ indice négatif
- Voûte palatine $\Rightarrow$ indice très positif sauf lors d'un palais plat ou ogival. [8], [9]
- Jonction Vélo-palatine : c'est une limite postérieure que la prothèse ne doit pas atteindre.
- Papilles rétro incisives : il ne faut pas les comprimer car c'est un passage d'un paquet vasculo nerveux $\Rightarrow$ indice négatif

- Tubérosités $\Rightarrow$ indice très positif sauf si lors de la présence d'une contre dépouille.
- Fossettes palatines.[8], [9]

Pour conclure sur les conditions d'équilibre nous pouvons constater qu'il y a une dualité entre les appuis dento-prothétiques (0,1 à 0,2 mm de dépressibilité) et les appuis muqueux (1 à 2 mm de dépressibilité). Cette dualité est à prendre en compte pour éviter un effet scoliodontique.

II. Conception traditionnelle du châssis

1. Classification des édentements

1.1. Classification de Kennedy Applegate

Il existe un nombre extrêmement important de combinaisons d'édentements possibles. 113000 combinaisons selon une étude de Cummer.

De nombreuses classifications ont vu le jour. Seulement il apparaît nécessaire d'avoir une classification universellement reconnue par tous.

C'est la classification de Kennedy-Applegate qui est adoptée et utilisée de nos jours.

- Classe I : édentement bilatéral postérieur.
- Classe II : édentement unilatéral postérieur.
- Classe III : édentement intercalaire de tout type (sauf antérieur unique)
- Classe IV : édentement antérieur avec un seul segment édenté et traversant la ligne médiane. Pas de possibilité de modifications car c'est l'édentement postérieur qui prime.

Chacune de ces classes peut se voir affecter une « modification » : un segment édenté supplémentaire donnera « mod 1 » ; deux segments édentés supplémentaires donneront « mod 2 ». Les édentements terminaux priment toujours pour nommer la classe.

Puis deux nouvelles classes ont vu le jour afin de tenir compte de l'absence de la canine (rôle très important pour la rétention et l'occlusion) :

- Classe V : édentements de grande étendue unilatéraux ou bilatéraux, terminaux ou intercalaires, dans lesquels le segment édenté est limité du côté mésial par une incisive.
- Classe VI : édentements intercalaires unilatéraux. Sorte de classe III sans canine.

2. Architecture du châssis

Toute prothèse amovible a toujours la même base architecturale :

- Le châssis : structure globale de la prothèse. Il contient les éléments rétentifs.
- Les selles : reçoit les dents prothétiques.
- La liaison : fait la jonction entre selles et châssis. C'est cette liaison qui permet d'identifier le type de prothèse.

2.1. Armature

2.1.1. Au maxillaire

2.1.1.1. Entretoise palatine simple ou double

Dimensions :

- Barre de section semi ronde de 6 à 8 mm de large et de 2 mm d'épaisseur (rigidité et résistance mécanique)
- Le tracé doit éviter les indices négatifs.
- Entretoise simple : située en regard des premières ou deuxièmes molaires.
- Double entretoise : entretoise postérieure en regard des deuxièmes molaires et entretoise antérieure de forme convexe (symétrie par rapport à la courbe des collets des dents antérieures)[10], [11],[12], [13][14]



Figure 1: Double entretoise[14]



Figure 2: Simple entretoise[15]

Indications : Classe III ++ , IV mais aussi classe I et II avec des piliers très solides et de bonnes rétentions.[14]

La simple entretoise est beaucoup moins utilisée car très inconfortable pour le patient ou nocive.[12]

Contre-indication : palais étroit et profond[10]

2.1.1.2. Plaque palatine large

C'est la plus retrouvée.

Dimensions :

- Epaisseur de 3 à 10mm
- Etat de surface semblable aux tissus sous-jacents
- Limite postérieure : quelques millimètres avant la jonction vélo-palatine.
- Limite antérieure : environ au niveau des potences les plus antérieures.[10]–[14]



Figure 3: Plaque pleine[14]

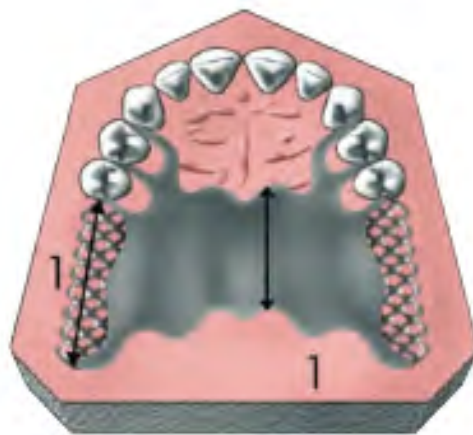


Figure 4: Autre exemple de plaque pleine[15]

Indications : classe I, II, IV (surtout avec crêtes résorbées), multiples édentements de faible étendue.

A utiliser pour un appui dento-ostéomuqueux recherché important[10]–[12][14]

2.1.1.3. Plaque étroite

Dimensions :

- Limite antérieure et postérieure qui relie les faces proximales des dents bordant l'édentement. [12][14]



Figure 5: Plaque étroite[14]

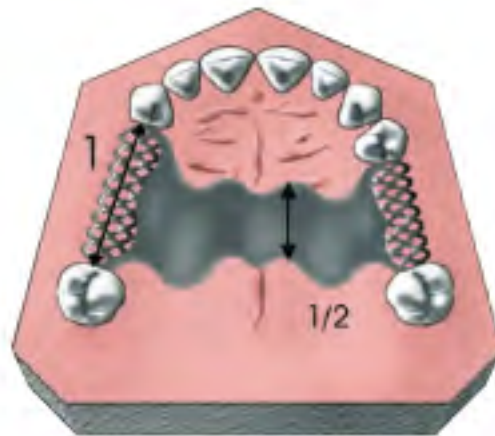


Figure 6: Autre exemple de plaque étroite[15]

Indication : classe III de moyenne étendue[10], [11]
Ici on recherche plus un appui dentaire[12][14]

2.1.1.4. Cadre palatin

Indications : -édentements en créneaux, classe IV de petite étendue
- classe I et II avec des crêtes volumineuses

Contre-indication : palais profond et étroit[10]

2.1.1.5. Bandeau palatin

Indication : classe III de faible étendue. [10]

2.1.1.6. Plaque en fer à cheval

Dimensions : vient s'ajuster au niveau des limites dentaires des dents restantes.



Figure 7: Plaque en fer à cheval[14]



Figure 8: Autre exemple de plaque en fer à cheval[15]

Indications : elle est très agressive sur le parodonte gingival donc elle n'est à utiliser que pour les voûtes palatines très profondes ou la présence de torii ce qui contre indique une plaque pleine.[13][14]

2.1.1.7. Plaque à recouvrement complet

Dimensions :

- Limite antérieure : repose sur le cingulum des dents restantes.
- Limite postérieure : à la limite du palais voile du palais presque comme une prothèse amovible complète.[12]



Figure 9: Plaque à recouvrement complet [14]

Indication : classe I de très grande étendue[10]

On cherche ici un bon appui ostéo-muqueux.[12]

	<u>Classe I</u>	<u>Classe II</u>	<u>Classe III</u>	<u>Classe IV</u>
<u>Plaque large</u>	×	×		×
<u>Plaque étroite</u>			× (Moyenne étendue)	
<u>Double entretoise</u>			×	×
<u>Entretoise</u>	A éviter d'utiliser si possible			
<u>Plaque à recouvrement complet</u>	× (Très grande étendue)			
<u>Bandeau palatin</u>			× (Faible étendue)	
<u>Cadre palatin</u>	×	×		
<u>Plaque en fer à cheval</u>	Pour les voûtes palatines profondes			

Figure 10: Tableau récapitulatif des armatures maxillaires à utiliser en fonction de la classe d'édentement.

2.1.2. A la mandibule

2.1.2.1. Barre linguale

C'est la plus utilisée

Dimensions :

- Forme de « demi poire » et suit la table interne. La partie plane est du côté de la muqueuse.
- Espacée de 5 à 10mm de la muqueuse car pas de décolletage.
- Hauteur (supérieure ou égale à 3mm) et Epaisseur (supérieure ou égale à 2mm) varient pour répondre aux critères de résistance mécanique et de rigidité.

- limite inférieure : généralement 1 mm au-dessus du frein lingual et du plancher buccal (mobile). Il est indispensable de déterminer la situation du frein et du plancher lors de l'examen clinique. Il ne faut pas se contenter de les déterminer avec une empreinte aussi bonne soit elle.
- limite supérieure : dépend des exigences mécaniques. Peut se projeter sur le parodonte marginal grâce à l'espacement (pas besoin de décolletage)
- fait le lien entre les potences les plus mésiales[10]–[13][14]

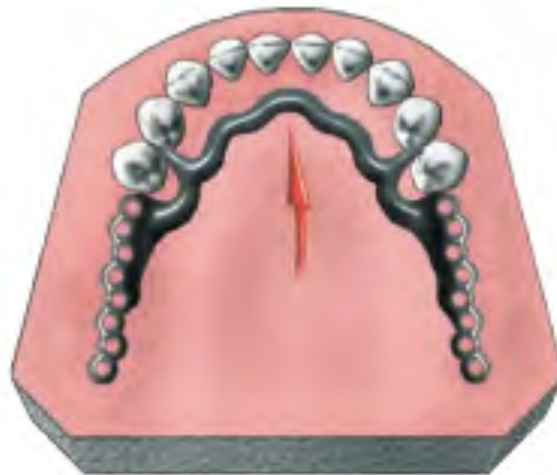


Figure 11: Barre linguale[15]

Indications :

- Lorsque la hauteur de la table interne le permet (distance entre plancher buccal et la gencive marginale). Cette hauteur doit être de 7mm environ.
- Cette table ne doit pas non plus être en contre dépouille.[10]–[13] [14]

2.1.2.2. Bandeau lingual

Dimensions :

- Espacé de 0,5mm de la gencive libre et de la table osseuse interne.
- Son intrados prend appui sur les dents et pénètre légèrement dans les embrasures.
- Partie inférieure : même section que pour une barre linguale (« demi poire ») et donc plus épais que dans sa partie supérieure.
- Limite supérieure : suit le feston cingulaire des dents antérieures.
- Limite inférieure : mêmes critères que pour la barre linguale à déterminer de façon clinique.[10]–[13][14]

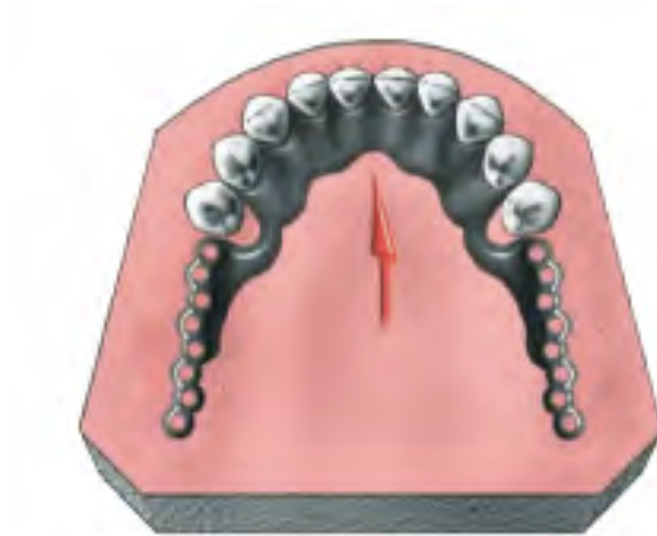


Figure 12: Bandeau lingual[15].



Figure 13: Photo prothèse avec bandeau lingual.[11]

Indications : lorsqu'il n'y a pas assez de table interne afin de mettre une barre linguale. Il a tendance à retenir plus la plaque bactérienne que la barre linguale.[10]–[13][14]

2.1.2.3. Bandeau cingulaire (ou entretoise cingulaire)

Dimensions :

- A distance de 0,5 mm de la gencive et du ciment
- Barre épaisse (1,5 à 2mm) afin de garantir une certaine rigidité.
- Prend appui uniquement sur l'émail des dents restantes (contact intime)
- Limite supérieure : proche du bord incisif
- Limite inférieure : à distance de la gencive libre d'environ 0,5mm
- Appuis indispensables sur des dents pluri-cuspidées associées afin d'assurer la stabilisation.[10]–[12][14]



Figure 14: *Bandeau cingulaire*[11].

Indications :

- Table interne réduite au minimum.
- Hauteur assez importante des dents antérieures.
- Présence de dents pluri-cuspidées des deux côtés de l'arcade.
- Une contre-indication de la barre et du bandeau[10]–[12][14]

	<u>Indications</u>	<u>Contre-indications</u>
<u>Barre linguale</u> <u>(Premier choix)</u>	- Hauteur table interne suffisante (moins 7mm)	- Pas de contre dépouille
<u>Bandeau lingual</u> <u>(Deuxième choix)</u>	- Contre-indication de la barre linguale	- Impossibilité d'appuis sur des dents pluri-cuspidées
<u>Bandeau cingulaire</u> <u>(Dernier choix)</u>	- Table interne réduite au minimum avec contre-indication de la barre linguale et du bandeau lingual.	- Hauteur insuffisante des dents antérieures restantes - Impossibilité d'appuis sur des dents pluri-cuspidées

Figure 15: Tableau récapitulatif des armatures mandibulaires à utiliser en fonction de la classe d'édentement.

2.2. Selles

Les selles permettent une répartition des forces masticatoires de façon atraumatique aux zones édentées.

Elles sont constituées de :

- Parties métalliques où se fixent ensuite fausse gencive et dents artificielles.
- Partie en résine en regard des crêtes.[10]–[13], [16], [17]

2.2.1. Selles métalliques

Leur jonction avec le reste du châssis permet de définir si l'on se trouve dans un :

- Concept rigide : liaison directe avec le châssis.
- Concept semi rigide : liaison indirecte avec le châssis. Pour les édentements terminaux.[4]

- Selles grillagées

Epaisseur : 1mm.

Limite vestibulaire : 3 mm de la ligne faîtière.

Limite palatine ou linguale : 5 mm de la ligne faîtière.

Espacement de 8/10 mm avec la muqueuse sous-jacente.

Se termine à 3mm du collet de la dent bordant l'édentement et en postérieur au niveau de l'insertion du ligament ptérygo-maxillaire lors d'un édentement terminal.
Il existe plusieurs formes de motifs pour le grillage des selles.

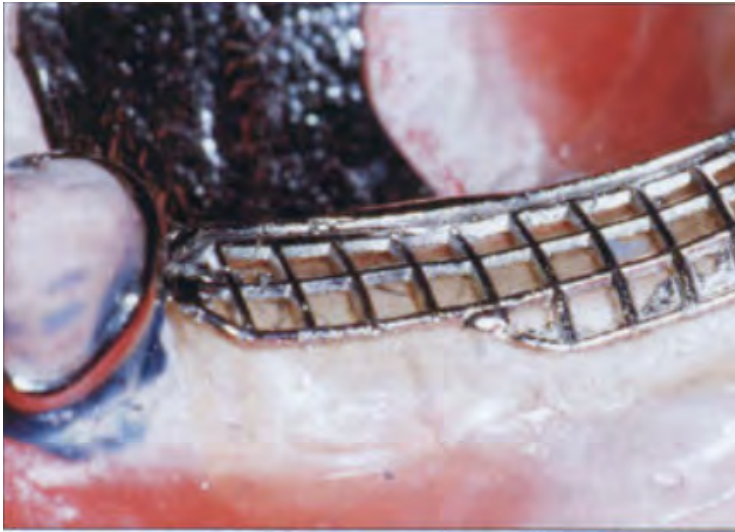


Figure 16: Exemple de selle grillagée[13].

Indications : édentement de plus d'une dent[10]–[13], [16], [17]

- Selles festonnées

Forme de travée de section 3mm avec des appendices (ou anneaux) de 2 à 3 mm de large. On retrouve les mêmes limites que pour les selles grillagées et le même espacement avec la muqueuse sous-jacente.

Se terminent en antérieur et postérieur par un épaulement.



Figure 17: Exemple de selle festonnée[13].

Indications : tous les édentements terminaux mandibulaires.[10]–[13], [16], [17]

- Selles pleines

Petites dimensions et directement en contact avec la muqueuse.

Modifications difficiles et rebasage impossible cependant il y a un meilleur contrôle de plaque et une bonne transmission des sollicitations fonctionnelles.

Indications : édentements intercalaires unitaires, manque de place entre les deux arcades...
[10]–[13], [16], [17]

2.2.2. Selles en résine

Elles sont au contact des crêtes et assurent :

- Maintien des dents prothétiques
- Une partie de la sustentation muqueuse
- Stabilisation muqueuse.

Limite vestibulaire : la plus loin possible sans interférer avec les insertions musculaires et ligamentaires.

Limite palatine au maxillaire : au niveau de l'épaule avec l'armature.

Limite linguale à la mandibule : ligne mylo-hyoïdienne.

Ces selles permettent de réaliser des réfections de base et des modifications.

La relation selles/piliers doit tenir compte de la compressibilité de la muqueuse d'où l'empreinte sous compression.[10]–[13], [16], [17]

2.3. Barres cingulo-coronaires

Elles représentent des éléments métalliques qui prennent appui sur le cingulum des dents antérieures (barres cingulaires) ou sur les surfaces verticales proximales et/ou linguales des dents pluri-cuspidées (barres coronaires)

Rôles :

- Barres cingulaires : s'opposer à la désinsertion dans le plan sagittal. Aide au guidage antérieur dans certains cas
- Barres coronaires : s'opposer aux mouvements dans le plan horizontal (STABILISATION). Permet la RECIPROCITÉ D'ACTION du bras rétentif de certains crochets
- SUSTENTATION
- Augmente la rigidité du châssis
- Favorise l'utilisation de la proprioception des dents restantes.[10]–[13]

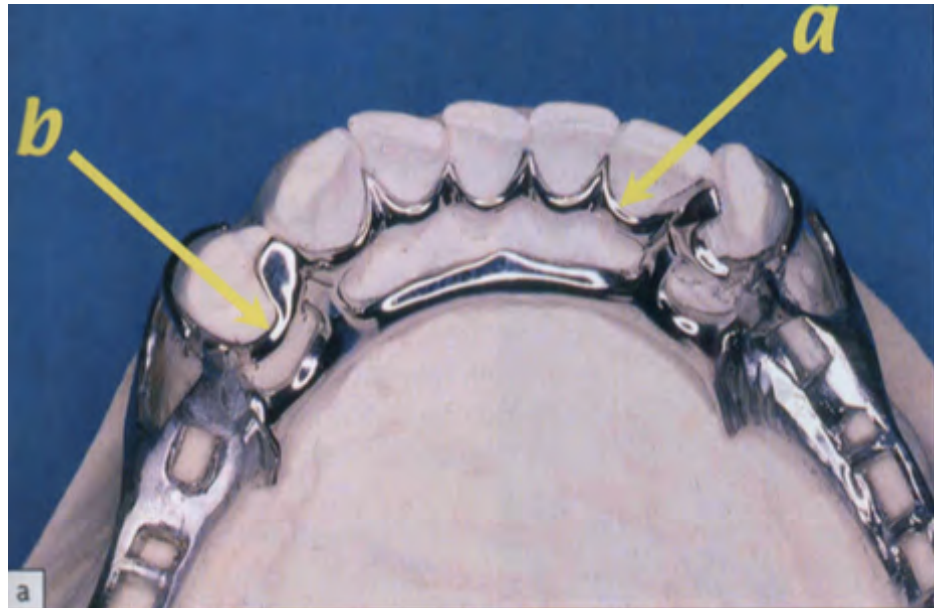


Figure 18: a : Barre cingulaire ; b : Barre coronaire.

Dimensions :

- Hauteur : 2,5mm
- Epaisseur : 1,5mm

Ces dimensions sont pour éviter tout risque de fracture. Elles peuvent être augmentées pour prendre en charge une partie du guidage antérieur (au maxillaire seulement)

- Barres cingulaires : forme festonnée qui suit le cingulum et occupe les embrasures sur environ 1,5mm.
- Barres coronaires : au niveau du tiers occlusal (au-dessus des lignes guides). Même forme que pour les barres cingulaires.
- Souvent il faut préparer les dents supports à accueillir ces barres ou bien adapter la morphologie des prothèses fixées.[10]–[13]

Indications :

- Classes I et II mandibulaires
- Classe IV avec une barre coronaire
- Dans certains cas de classes I et II maxillaires. Mais attention aux risques de supraclusion (en propulsion et diduction)[10]–[13]

2.4. Connexions secondaires (taquets, potences)

2.4.1. Taquet d'occlusion et appui cingulaire

Rôles :

- SUSTENTATION : opposition à l'enfoncement de la prothèse.
- STABILISATION
- RETENTION (pour un appui direct)
- Répartition des forces exercées sur les dents restantes
- Utilisation de la proprioception desmodontale en diffusant les forces selon un axe le plus proche possible de celui de la dent.
- Permet la pérennité de la prothèse dans le temps grâce à la protection des rapports dento-prothétiques et prothétiques.[10]–[12]

Dimensions :

- Forme d'une cuillère (hémisphérique) de profondeur inférieure ou égale à 8/10mm préparée dans l'émail.
- Doit ensuite rétablir la morphologie occlusale.
- Doit se projeter dans le polygone de sustentation alvéolaire de la dent support.
- Doit former un angle inférieur à 90° entre sa partie proximale verticale et son appui occlusal. C'est indispensable afin de diffuser les forces de manière axiale à la dent support. On évite ainsi de transmettre des forces qui dégraderaient la dent support.

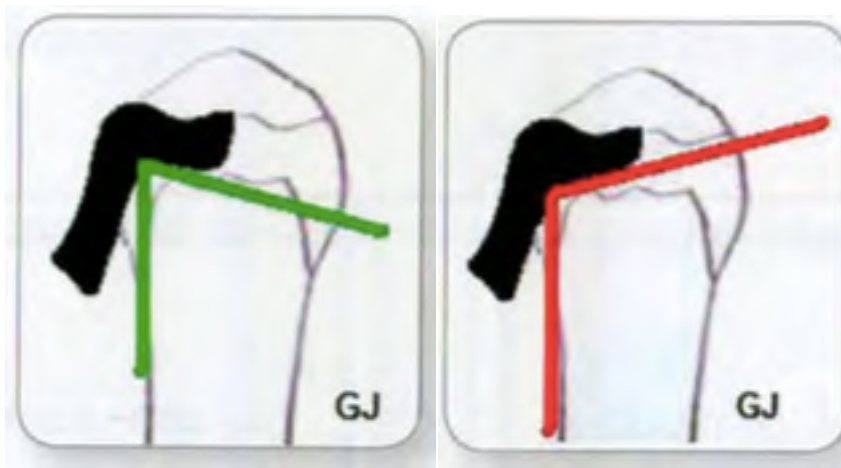


Figure 19: Bonne et mauvaise angulation de l'appui occlusal du taquet par rapport à sa partie proximale[4].

Il existe des taquets directs et des taquets indirects.[11]–[13]

- Appuis directs : directement à côté des espaces édentés afin de transmettre les forces masticatoires aux dents supports.
On retrouve ces appuis lors de segments édentés encastrés.[15]

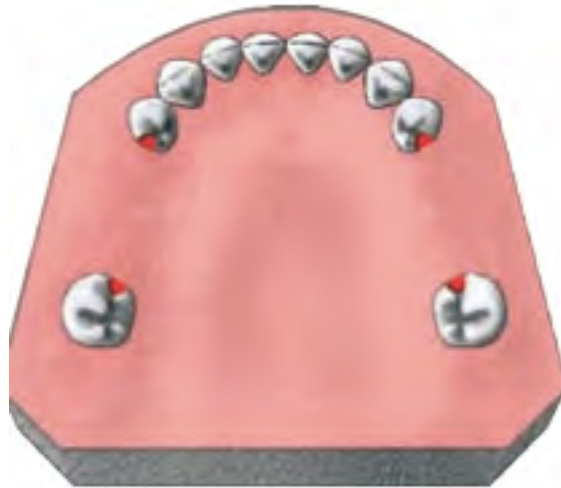


Figure 20: Schématisation des appuis directs[15]

- Appuis indirects : distants des espaces édentés afin de neutraliser les mouvements de rotation de la prothèse.
On retrouve ces appuis lors d'extrémités libres (classe I, II, encastrés de grande étendue).[15]



Figure 21: Schématisation des appuis indirects[15]

- Pour les dents unitaires, elles auront un double appui.[15]

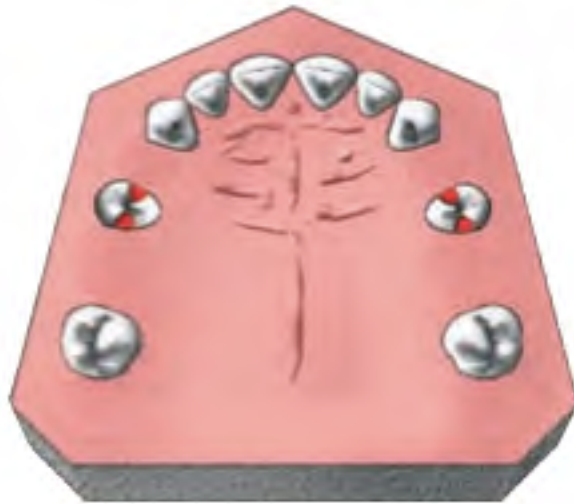


Figure 22: Schématisation des appuis sur dents unitaires[15]

2.4.2. Les potences

Rôles :

- Permet de relier l'armature (connexion principale) aux selles. Ce sont les connexions secondaires.
- Ceci permet la transmission des forces exercées sur les selles sur les dents supports de la prothèse.
- Augmentation de la rigidité de la prothèse.[10]–[12]

Dimensions :

- Section :
 - . Triangulaire dans les embrasures.
 - . Quadrilatère sur une face linguale ou proximale.
- Largeur : 2mm.
- Epaisseur : 1,5mm.
- Espacement avec la muqueuse nécessaire : pas de compression.[10]–[12]

On distingue :

- Potences directes : directement à côté des espaces édentés.[15]



Figure 23: Schéma d'une potence directe[15]

- Potences indirectes : à distance des espaces édentés.[15]



Figure 24: Schéma d'une potence indirecte[15]

2.5. Moyens d'ancrage

2.5.1. Crochets d'usage courant

Le plus souvent on retrouve des crochets coulés et beaucoup plus rarement des crochets façonnés.

Rôles :

- S'inscrit dans la triade classique
SUSTENTATION/STABILISATION/RETENTION

Dimensions :

- Bras de rétention : il s'agit d'une (ou deux) extrémités flexibles, situées sous la ligne de plus grand contour et donc dans la zone de contre dépouille. Se situe généralement sur la partie vestibulaire de la dent. Assure une partie de la RETENTION grâce à sa pointe active
- Bras de réciprocité (de calage) : il s'agit d'une partie rigide au-dessus de la ligne de plus grand contour et donc dans la zone de dépouille de la dent. Se situe généralement sur la partie linguale ou palatine de la dent. Assure une partie de la STABILISATION et de la SUSTENTATION.
- Une épaule
- Un taquet occlusal : SUSTENTATION (++) et RETENTION (cf. 3.3.1)
- Potence de raccordement (cf. 3.3.2)[10]–[13]

Nous allons maintenant détailler les principaux crochets retrouvés.

2.5.1.1. Crochet Ackers

C'est un crochet rigide, c'est-à-dire avec la potence qui relie directement le taquet occlusal à la selle.

Il possède deux bras :

- Bras rétenteur : passe sous la ligne guide dans son tiers terminal pour assurer sa fonction de RETENTION. Son extrémité est donc flexible. Il se situe en vestibulaire.
- Bras de réciprocité : se situe en lingual ou palatin et au-dessus de la ligne guide tout du long. Rôle de STABILISATION et SUSTENTATION. Il est très rigide.

Sa potence est courte et massive.

Le taquet d'occlusion borde l'édentement.

Sa réalisation nécessite la préparation de la dent concernée.[12], [13]



Figure 25: Schéma crochet de Ackers en vue occlusale[15]



Figure 26: Photo crochet Ackers sur modèle[17]

Indications : Pour un appui dentaire dominant : donc majoritairement pour les édentements encastrés.[12], [13]

2.5.1.2. Crochet anneau

Sur une dent isolée.

On retrouve le même système que pour le crochet Ackers mais avec un bras qui entoure la totalité de la couronne.[12], [13]



Figure 27: Schéma du crochet Anneau[17]

Indications : molaire isolée.

2.5.1.3. Crochet Nally-martinet

C'est un crochet semi rigide donc il n'est pas relié directement à l'armature.

Son bras rétentif est dans la continuité du bras de réciprocité, il est du coup beaucoup moins rigide que le crochet de Ackers par exemple et donc moins traumatisant.

Le taquet est toujours opposé à l'édentement.

La potence est longue afin de permettre le décolletage et ne pas blesser la gencive marginale.[12], [13]



Figure 28: Schéma du croche Nally-Martinet en vue occlusale[15]



Figure 29: Photo du crochet Nally-Martinet sur modèle[17]

Indications : surtout pour les édentements terminaux ou de très grande étendue.

2.5.1.4. Crochet cavalier (ou Bonwill)

Sa configuration est tel un double crochet de Ackers avec les deux taquets accolés.

Sur deux dents adjacentes on retrouve :

- Deux bras de rétention
- Deux bras de réciprocité
- Une seule potence

C'est un crochet très rigide qui nécessite beaucoup de préparation des dents concernées.

Sa mise en œuvre est plus simple lorsqu'on réalise des couronnes sur ces dernières.[12], [13]



Figure 30: Schéma du crochet Cavalier en vue occlusale[15]

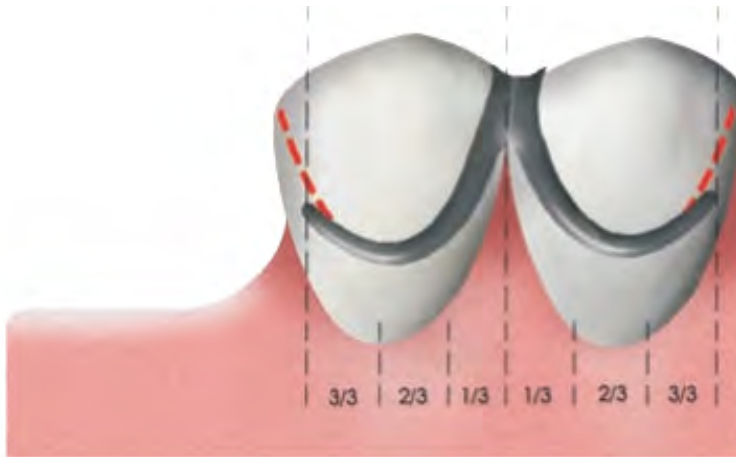


Figure 31: Schéma du crochet cavalier en vue vestibulaire[15]

Indications : il permet de contre balancer un édentement donc on l'utilise pour :

- Classe II pure : sur les dents opposées à l'édentement.
- Classe IV.[12], [13]

2.5.1.5. Crochet équipoise

Il a besoin d'une rétention distale suffisante avec un appui mésial.



Figure 32: Schéma du crochet équipoise en vue occlusale[15]



Figure 33: Schéma du crochet équipoise en vue distale[15]

Indications : classe III et IV sur canines et prémolaires. A ne pas indiquer sur une extrémité libre.[15]

2.5.1.6. Crochet « t » de roach

On retrouve plusieurs formes.

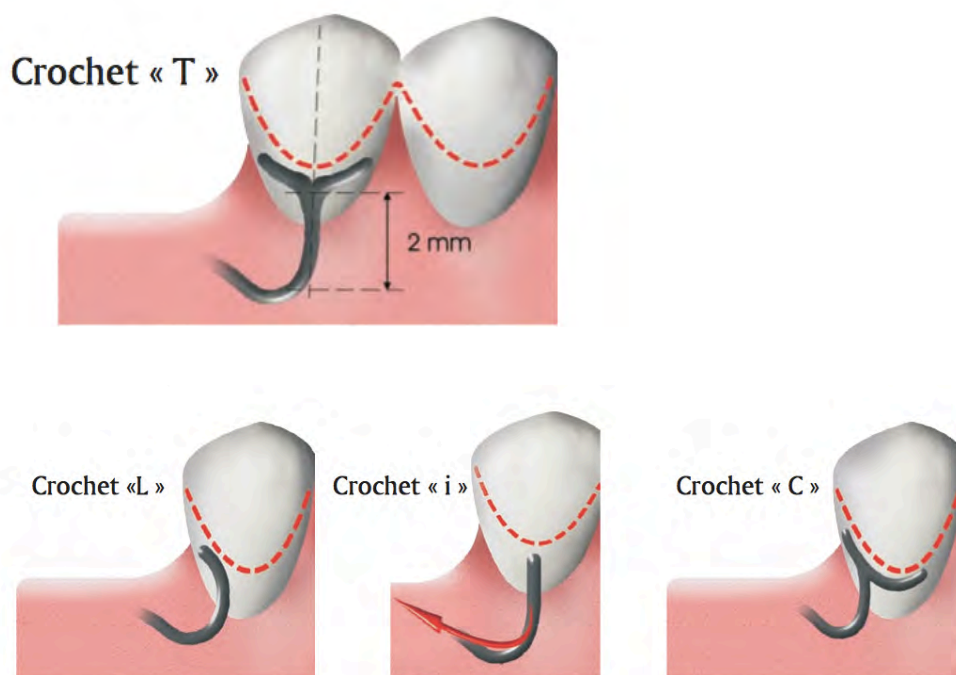


Figure 34: Schémas des différentes formes du crochet "T" de roach[15]

Indications : classe III sur prémolaires.[15]

3. Tracés : approche temps par temps

Le tracé va être utilisé à 2 moments bien distincts :

- Un premier tracé prospectif est réalisé sur un schéma dentaire puis sur les modèles d'études : il s'agit d'un (ou plusieurs) tracé(s) qui correspondent à différentes solutions thérapeutiques. Il permet de poser par la suite l'indication des interventions thérapeutiques, d'informer le patient et d'orienter la conception des prothèses fixées (éléments supports de rétention et stabilisation de la future prothèse). C'est donc un guide pour le praticien tout au long du traitement pré-prothétique.
- Le tracé définitif réalisé sur le modèle de travail : c'est le plan du châssis. Il se réalise en fonction des différents impératifs cliniques. Il permet ensuite la préparation en bouche ainsi que la mise en place des préformes sur la réplique.

Attention : il ne faut pas se contenter d'un tracé sur un simple moulage d'études. Il est indispensable d'intégrer les notions de contexte clinique, de données occlusales, parodontales et de souhaits du patient.

3.1. Méthodologie du tracé

Il faut réaliser le tracé selon une certaine chronologie de construction afin qu'il soit optimal :

- Analyse du cas : réflexion face à l'édentement à traiter (contexte clinique, doléances du patients...) et donc choix du concept.
- Analyse au paralléliseur
- Décolletage
- Sélection et mise en place des crochets + appuis + potences.
- Localisation des selles (limites postérieures ++)
- Limite postérieure de l'armature
- Limite antérieure de l'armature (concave ou convexe)
- Relier tous les éléments du tracé afin de finaliser le dessin du châssis

3.2. Analyse au paralléliseur

3.2.1. Rôle du paralléliseur

Il permet la recherche de l'axe d'insertion optimal de la prothèse. Une fois déterminé cet axe permet au praticien de définir les différentes séquences pré prothétiques à effectuer sur les surfaces d'appuis.

Cette étude intervient dans l'analyse du modèle d'étude.

3.2.2. Détermination de l'axe d'insertion

Quatre facteurs interviennent dans sa détermination. Cet axe aura une influence directe sur le tracé de la future prothèse.

3.2.2.1. Facteur numéro 1 : les zones de retrait

Ce facteur dépend de l'inclinaison du modèle dans le plan frontal. Cela nous permet de déterminer la position de la ligne guide sur les faces vestibulaires et linguales. Cette ligne guide met en évidence une zone de dépouille et de contre dépouille sur chaque dent ce qui permet un bon positionnement des éléments non rigides de la prothèse (crochets...) Il est important d'équilibrer ces zones de retrait de part et d'autre de l'arcade.[12] [11]

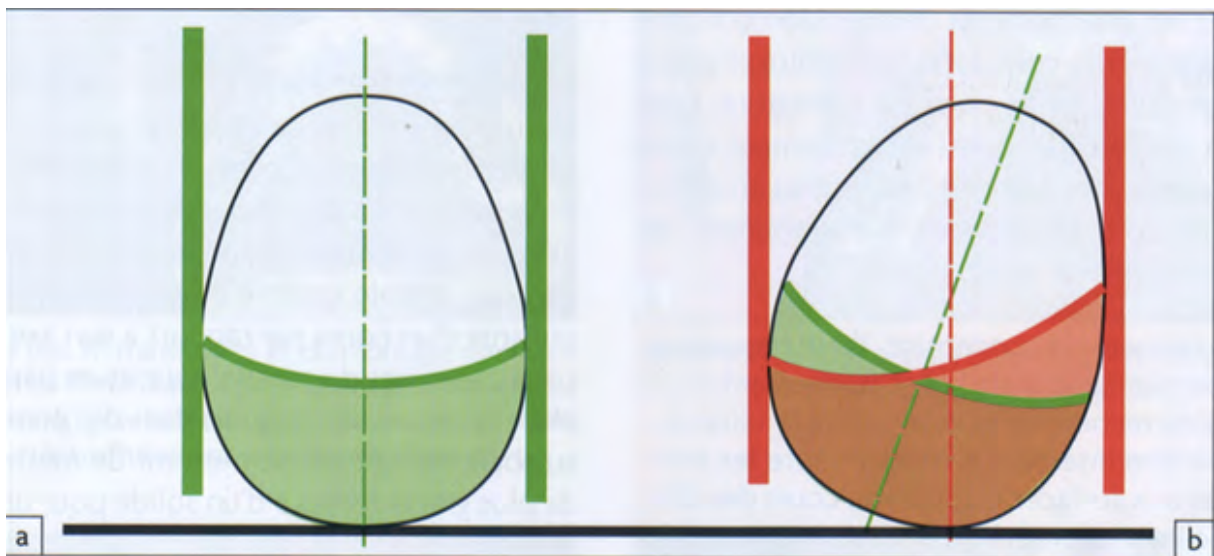


Figure 35: une ligne de plus grand contour selon un axe (en vert) et une autre ligne de plus grand contour selon un autre axe (en rouge).[11]

3.2.2.2. Facteur numéro 2 : les surfaces de guidage

Pour les faces latérales (plan frontal), le parallélisme approché permet aux éléments rigides de glisser selon l'axe choisi.

Pour les faces proximales (plan sagittal), une bonne surface de guidage sera indispensable afin de protéger la gencive marginale et éviter la rétention alimentaire. Pour sa détermination :

- Si la tige du paralléliseur entre en contact avec la gencive marginale : il faudra reconstruire la dent
- Si la tige est trop proche de la face occlusale : il faudra réaliser une coronoplastie. [11], [12]

3.2.2.3. Facteur numéro 3 : les interférences

Les deux facteurs précédents peuvent mettre en évidence des interférences à l'axe d'insertion choisi :

- Malposition dentaire
- Versants de crêtes comportant des exostoses
- Tubérosités ou trigones hypertrophiés.

Si elles ne peuvent pas être supprimées, elles deviennent prioritaires par rapport aux deux premiers facteurs.[11], [12]

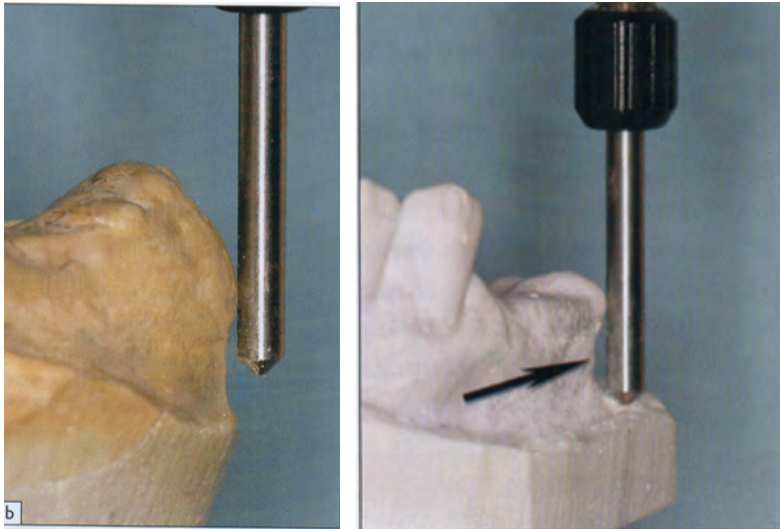


Figure 36: Exemples d'interférences de crêtes édentées

3.2.2.4. Facteur numéro 4 : l'esthétique

Il est important à prendre en compte surtout pour :

- Montage des dents (très important pour le secteur antérieur)
- Mise en place de fausse gencive
- Positionnement de crochets (surtout au niveau du secteur antérieur)[11], [12]

Bilan : Ce n'est qu'une fois la prise en compte de ces quatre facteurs que l'on peut déterminer l'axe d'insertion optimal pour la future prothèse partielle amovible. Cet axe sera indispensable pour la réalisation d'un tracé correct.

Il est impératif que ce soit le praticien qui se charge de la réalisation de ce travail.

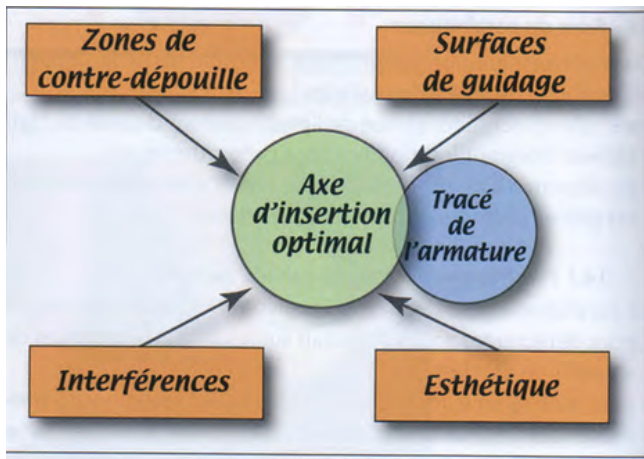


Figure 37: Le tracé du châssis se fait selon l'axe d'insertion optimal qui prend en compte les 4 facteurs indiqués précédemment.[11]

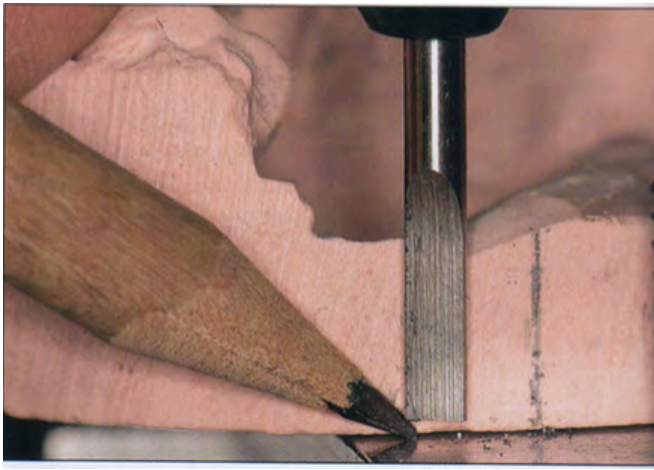


Figure 38: Bien penser à marquer l'axe d'insertion choisi.[18]

3.3. Tracé au maxillaire

- Tracé de quelques repères : axe sagittal médian (du sommet de la papille palatine au milieu des fossettes palatines) / la ligne faitière des crêtes/ deux axes guides (partant du sommet de la papille palatine et perpendiculaires à la ligne faitière et(ou) à l'axe mésio-distal des dents pluri cuspidées.

3.3.1. Décolletage

C'est un dégagement systématique des collets des dents d'au moins 5mm. Ce dégagement doit former une courbe régulière.

- Pour une dent isolée : le tracé peut former une boucle fermée
- Pour une zone édentée étroite : le dessin peut être modifié pour des raisons mécaniques
- Au niveau des molaires : un double décolletage peut être réalisé (boucle fermée) ou bien un décolletage mésial seulement.

3.3.2. Mise en place des crochets, appuis et potences

3.3.3. Mise en place des selles

- Limite postérieure : doivent englober les tubérosités (édentement terminal) afin d'assurer une bonne stabilité.
- Limite vestibulaire : se trouve grâce à l'empreinte secondaire (anatomofonctionnelle).
- Limite palatine : se rapproche de l'axe guide en le longeant tout en évitant l'insertion du ligament ptérygo-maxillaire.

3.3.4. Tracé de l'armature

3.3.4.1. Plaque palatine

- Limite postérieure : elle dépend de plusieurs facteurs : surface de la plaque souhaitée, forme du palais et crêtes, de la rigidité (alliage utilisé) et enfin de la valeur des dents supports restantes.
Il est important de déterminer cette limite lors de l'examen clinique.
- Limite antérieure : va permettre en concordance avec la limite postérieure de définir la surface d'appui.
2 formes possibles : forme convexe ou forme concave lorsque des appuis sont prévus sur les dents antérieures et que l'on souhaite libérer un espace pour la pointe de la langue.

3.3.4.2. Entretoises

- Limite postérieure : toujours au niveau de la face distale de la 2^{ème} molaire
- Limite antérieure : forme convexe
- Entre les deux : zone médiane est échancrée afin de former une double entretoise.

3.3.5. Chronologie d'un tracé maxillaire en image



Figure 39 : Recherche de l'axe d'insertion optimal.[18]

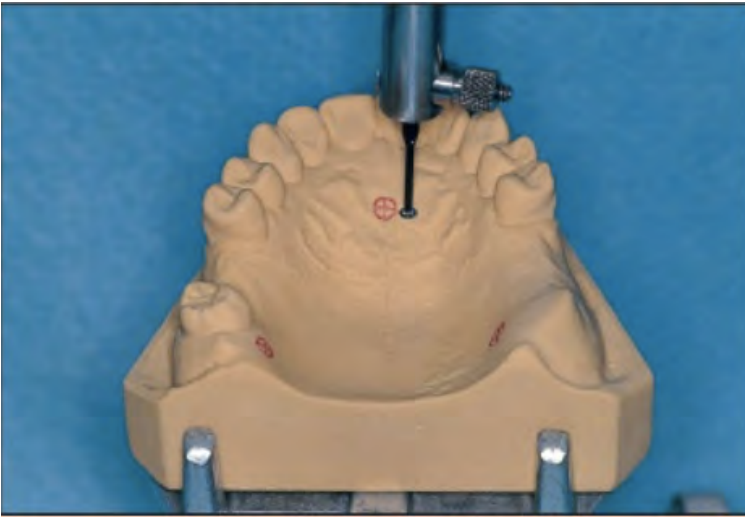


Figure 39 bis: Marquage de l'axe d'insertion optimal grâce à 3 points.[18]

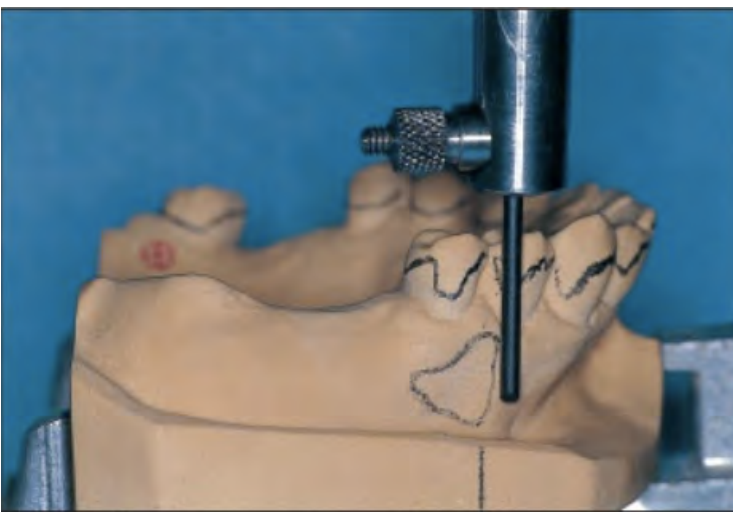


Figure 39: Détermination des zones de contre dépouilles.[18]

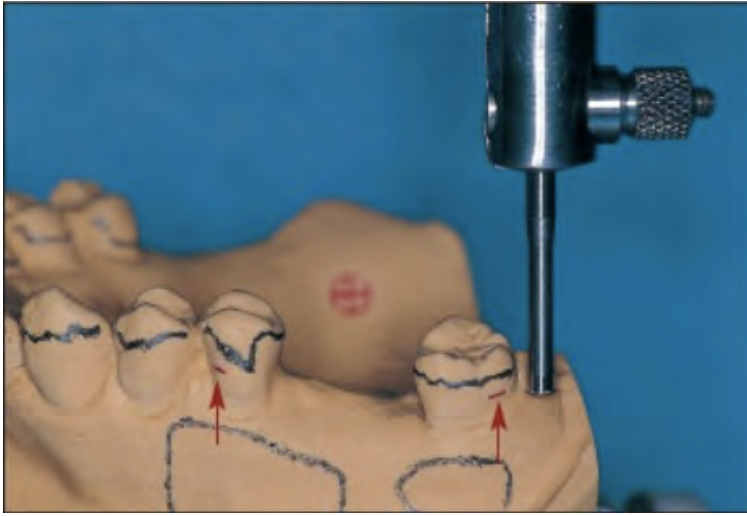


Figure 40: Détermination de la situation de la zone de rétention optimale des futurs crochets. [18]



Figure 41: Détermination en rouge des logettes pour les futurs taquets. [15modifié]



Figure 42: Détermination en bleu de la limite des futures selles. [15modifié]



Figure 43: En marron, dessin du bras rétentif en vestibulaire des crochets sur 15 et 17.[18]



Figure 44: En marron, dessin du bras de réciprocité en palatin des crochets sur 15 et 17.[18]

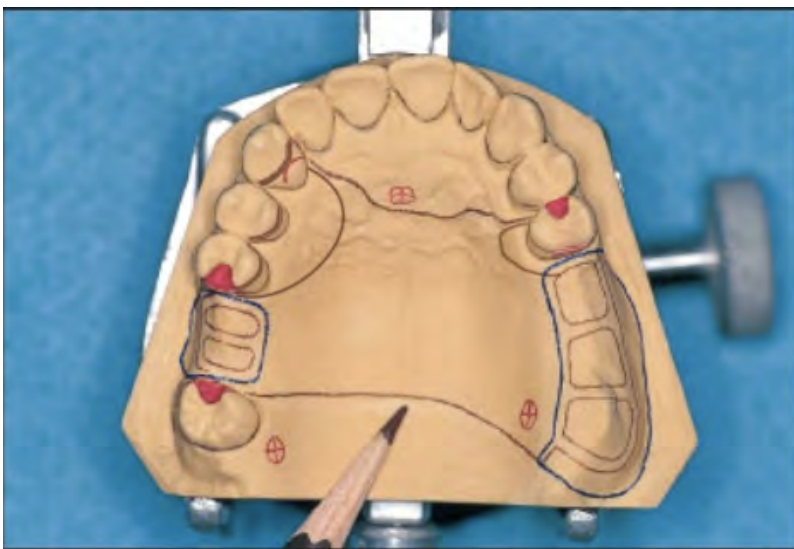


Figure 45: En marron, dessin des limites de la connexion principale avec le décolletage adéquat.[15modifié]

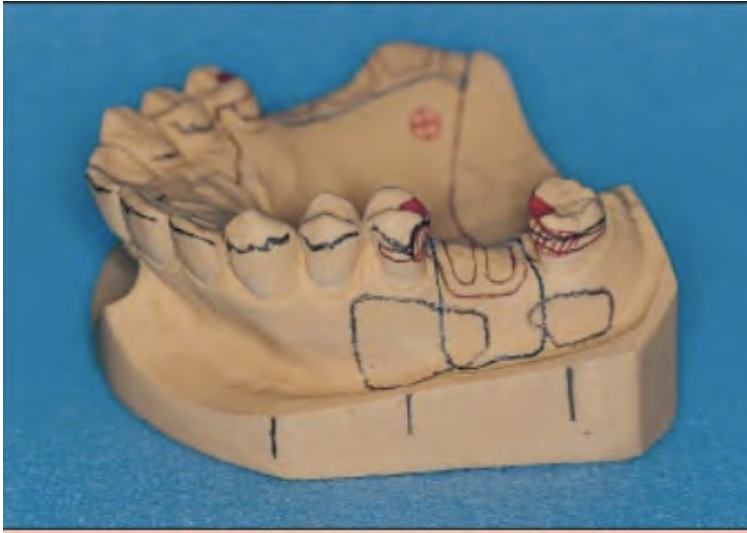


Figure 46: Vue latérale du tracé terminé.[18]

3.4. Tracé à la mandibule

3.4.1. Décolletage

On n'applique pas ici le décolletage comme pour le maxillaire. En effet il y a toujours un espacement de la barre et connexions avec la muqueuse sous-jacente.

La taille de cet espacement dépend du potentiel de rotation vertical distal de la prothèse et donc du type d'édentement. Il nous faudra le transmettre sur le bon de prothèse.

3.4.2. Mise en place des crochets, appuis et potences

3.4.3. Mise en place des selles

3.4.4. Tracé de l'armature

A la mandibule les crêtes représentent les seules surfaces d'appuis. Nous sommes dans une situation bien différente qu'au maxillaire.

L'armature n'est constituée que d'une barre ou d'un bandeau espacé de la muqueuse sous-jacente.

- Limite inférieure : elle est déterminée grâce à l'empreinte anatomo fonctionnelle et peut être vérifiée grâce aux maquettes d'occlusion. C'est elle qui a le plus d'importance et doit être située le plus bas possible sans se soulever lorsque le patient interfère avec langue et plancher buccal.

3.4.5. Chronologie d'un tracé mandibulaire en image

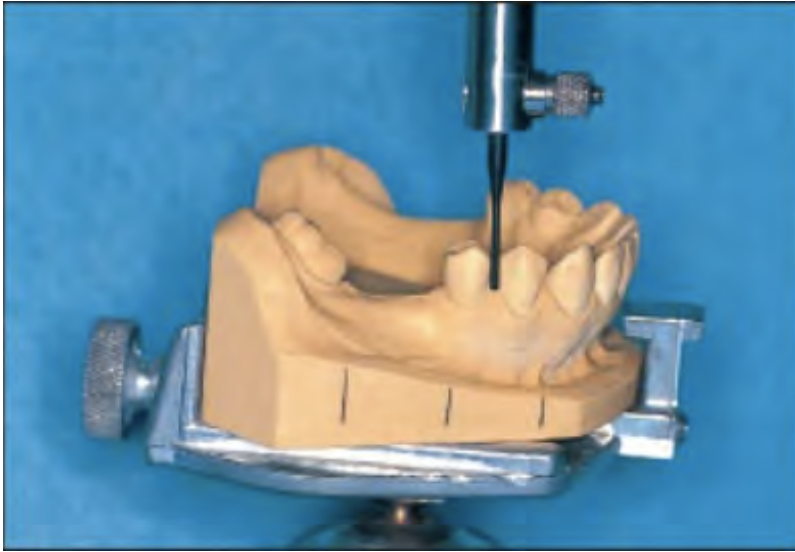


Figure 47: Détermination de l'axe d'insertion.[18]

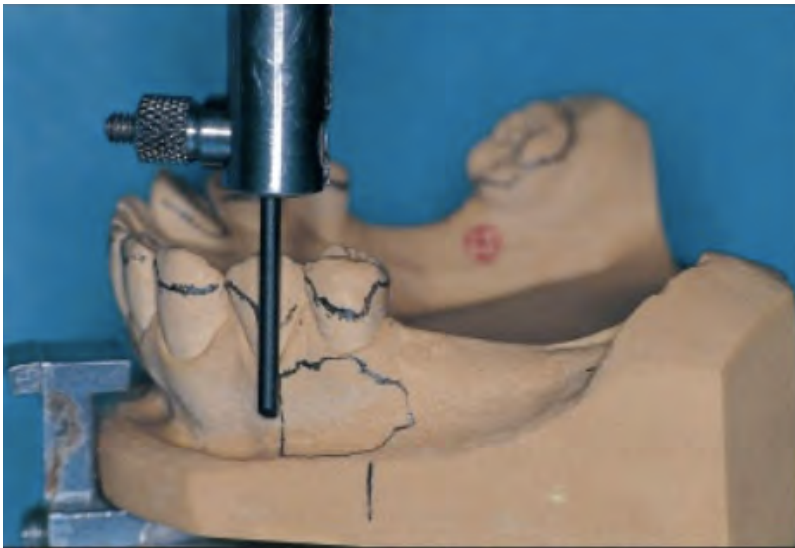


Figure 48: Détermination des contre dépouilles.[18]

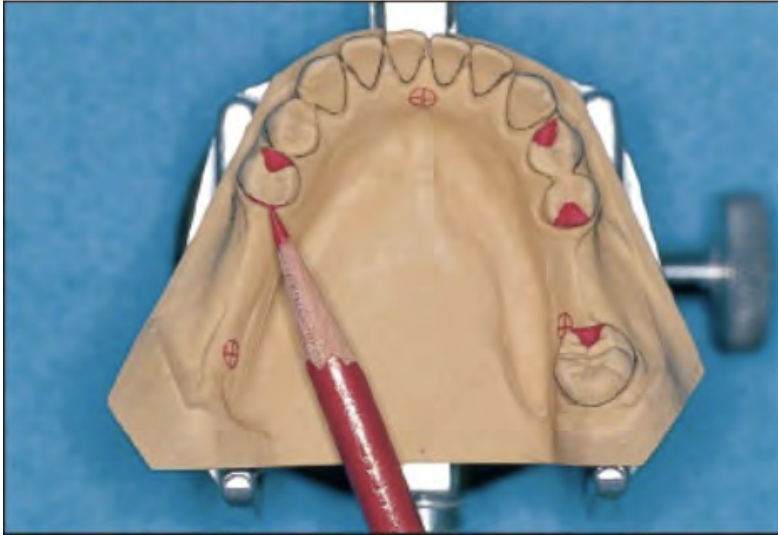


Figure 49: Détermination en rouge des logettes pour les taquets d'occlusion.[15modifié]

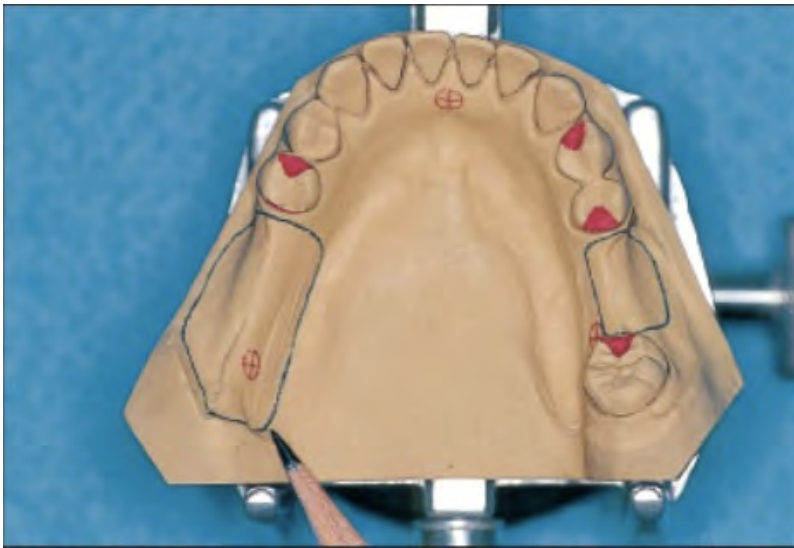


Figure 50: Détermination en bleu de la limite des futures selles.[15modifié]



Figure 51: Sur la 45 dessin en marron du bras rétentif du crochet. Sur la 47, dessin du bras de réciprocité en vestibulaire.[18]



Figure 52: Dessin en marron sur la 47 du bras rétentif en lingual.[18]

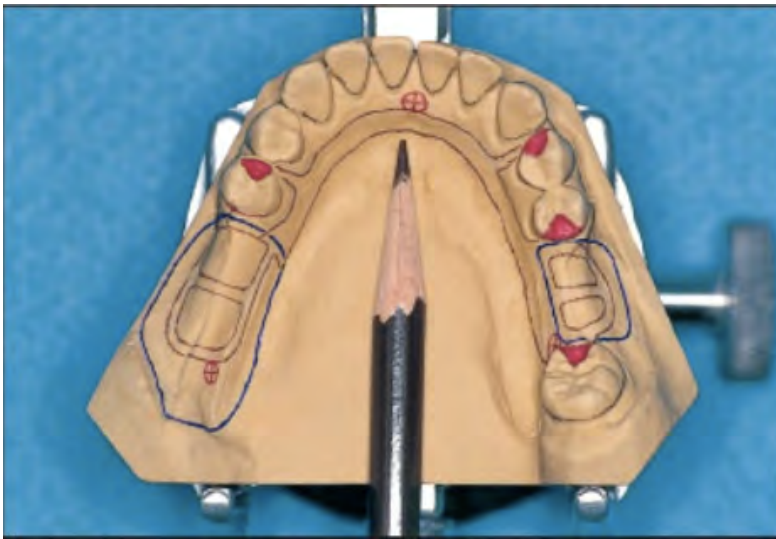


Figure 53: Dessin en marron des limites de la connexion principale avec le décolletage.[15modifié]

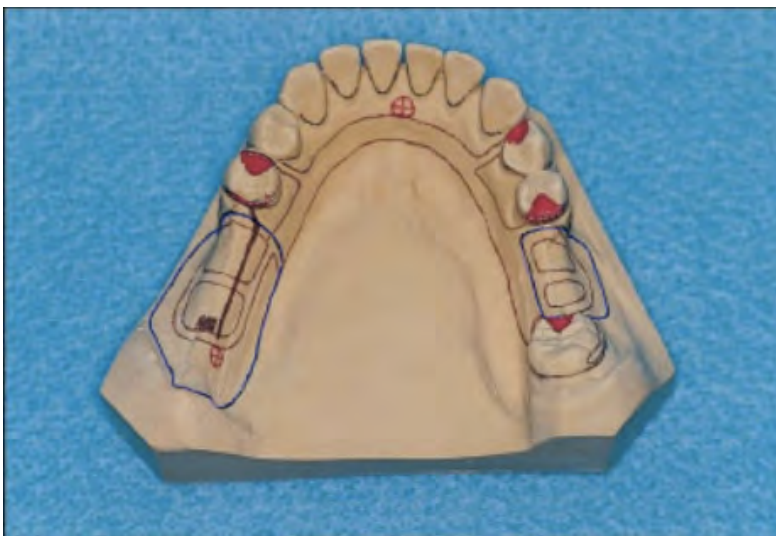


Figure 54: Vue d'ensemble du tracé terminé.[15modifié]

III. Etat des lieux de la conception prothèses amovibles partielles métalliques conçues de manière traditionnelle

On se rend compte que la conception des PPAC de nos patients est trop souvent de mauvaise qualité :

- Manque de préparation en bouche
- Taquets occlusaux absents, mal positionnés, en surocclusion
- Décolletage absent
- Châssis mal adapté
- ... [5]

On distingue plusieurs facteurs qui engendrent cette mauvaise qualité de conception

1. L'utilisation du paralléliseur au cabinet

Comme vu précédemment (3.2), l'utilisation du paralléliseur par le praticien est indispensable pour une conception correcte d'une prothèse partielle amovible.

Or, d'après une étude réalisée sur Toulouse, un grand nombre de praticiens ne possèdent même pas de paralléliseur au cabinet (environ 77%).

De plus, sur les 23% qui en possèdent un, seulement 13% affirment l'utiliser tout le temps contre 25% qui affirment ne jamais l'utiliser.[19]

2. La transmission du tracé au prothésiste

Selon la directive européenne sur les dispositifs médicaux (93/42/EEC 1997) qui stipule « qu'il est de la responsabilité des praticiens de transmettre des informations adéquates au prothésiste pour la réalisation d'une prothèse dentaire. Le Prothésiste doit quant à lui, fournir la prothèse répondant à ces critères ».

Malgré ces obligations, le praticien ne fournit que rarement le tracé à son laboratoire.[20], [21] Il est normal que certaines tâches soient reléguées au laboratoire mais le tracé quant à lui doit être impérativement réalisé par le praticien.

De plus lorsque ce tracé est transmis au laboratoire, on remarque que la communication praticien/prothésiste n'est pas de bonne qualité. En effet d'après l'étude toulousaine, 34% des praticiens se contentent de fournir seulement le dessin sur le modèle en plâtre sans ajouter aucune annotation sur le dessin, ni même discuter avec le prothésiste. Seul 3% des praticiens fournissent à la fois le tracé, un dessin sur papier et discutent directement avec le prothésiste.[19]

La question était déjà d'actualité en 1986 : « comment faire passer le message ? »[22]

3. Etat des lieux sur l'apprentissage de cette conception

L'enseignement en PPAC se fait majoritairement à partir de livres et séminaires afin d'apprendre à dissocier dans un premier temps les différents éléments du châssis. Puis apprendre à effectuer un tracé de châssis en fonction de lois biologiques et mécaniques.[5], [23]

De plus, Sebbah a amené l'enseignement interactif par l'intermédiaire de graphisme et Davenport a apporté pour sa part un code couleur pour faciliter l'apprentissage.

Cependant nous sommes forcés de constater que le tracé idéal et le dessin d'un objet à main levée reste un exercice difficile pour de nombreux chirurgiens-dentistes.

L'étudiant manque souvent de confiance dans ce domaine de la prothèse partielle amovible.[5]

IV. Apport de la conception assistée par ordinateur dans les tracés du châssis

1. Historique / rappel

Le sigle CFAO signifie « Conception et Fabrication assistées par Ordinateur ». Il s'agit de la condensation des 2 termes :

- CAO : Conception assistée par ordinateur
- FAO : Fabrication assistée par ordinateur

La CFAO est née dans les années 1970 dans le domaine aéronautique et automobile. Aujourd'hui on la retrouve dans de nombreux domaines. Elle permet la conception virtuelle de l'objet avant même que celui-ci n'existe.

Dans le domaine dentaire, la CFAO s'est essentiellement développée durant ces 20 dernières années. Aujourd'hui 3000 dentistes scannent et usinent leurs prothèses en CFAO. Cela permet d'usiner des inlays, onlays, facettes, prothèses fixes... mais aussi dans le domaine orthodontique, chirurgical et reconstruction maxillaire de grande étendue.

2. Logiciels de tracés prospectifs du châssis.

2.1. Système RAPID

Ce logiciel voit le jour grâce à JC Davenport et P Hammond.

Selon eux « le développement de tels systèmes informatisés introduit la possibilité de discussion en ligne entre le dentiste et le prothésiste via internet ».

Il est basé sur 125 règles approuvées et vérifiées par 10 experts et dix-sept facultés du Royaume-Unis.

Ce système permet de réaliser des tracés sous forme de graphiques et offre une certaine automatisation dans la conception des éléments constitutifs de la PPAC.

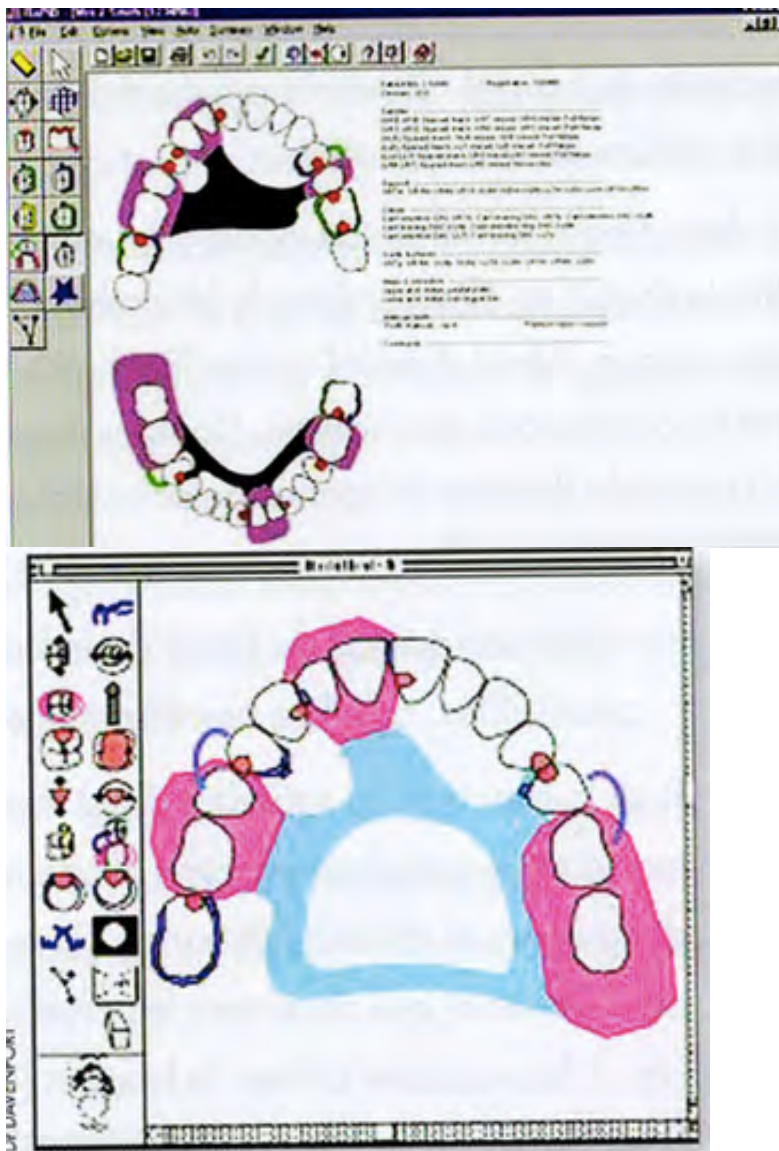


Figure 55: Deux exemples du logiciel RAPID[4]

2.2. Digitracé PPA

Crée par P. Santoni qui le définit comme une « aide logicielle aux tracés des châssis métalliques des prothèses amovibles ».

Ce logiciel marche selon trois modes différents :

- Mode manuel : agencement de la situation clinique en enlevant et remettant les dents sur une arcade réelle (pas en mode graphique). Puis on place les différents constituants (crochets, taquets, potences...) à partir d'une bibliothèque. Enfin on trace de l'armature (connexion principale) se fait manuellement (grâce à la souris) mais assisté par le logiciel (lissage).
- Mode semi-automatique : le logiciel met en place de part lui-même les différents constituants (crochets, selles, taquets, potences...). Puis le dessin de l'armature se fait en mode manuel assisté par le logiciel.
- Mode automatique : le logiciel met en place l'intégralité du châssis (crochets, taquets, selles, potences, armature...). Plus de 1600 cas d'armatures sont enregistrés. De nouveaux cas apparaissent au fur et à mesure selon les annotations des praticiens utilisant le logiciel.

Remarque : le logiciel ne traite pas les classes V de Kennedy Applegate.

2.3. Stelligraph

Développé par Apolline Productions, c'est le fruit de 12 ans de recherche clinique (le plus abouti en France).

On distingue 2 modes : le mode automatique et le mode manuel (à activer).

C'est un « système expert » et pas simplement un simple catalogue.

Il utilise une méthodologie rigoureuse en se servant :

- Valeur parodontale des dents restantes
- Axe des dents restantes
- Les différents types d'éléments fixes présents
- Les implants présents
- ...[4], [24]

Cela lui permet de fournir un tracé (ou plusieurs) adapté(s) au cas. Pour ce faire, le logiciel va aussi nous guider sur :

- Choix des piliers
- Les éléments rétentifs
- Taquets
- Type d'armature
- ...

Enfin, pour nous aider au maximum dans notre choix de tracé, il nous donne aussi les éléments à préparer en bouche (prothèse fixe, composite, implants...).[4], [24]

Nous pouvons considérer que ce logiciel a une influence positive pour :

- Le praticien : aide clinique à l'élaboration du plan de traitement grâce à des schémas clairs. Il aide aussi le praticien dans la mise à jour de ses connaissances.
- La communication Praticien/prothésiste : elle est facilitée notamment grâce à internet. Indispensable au succès de la prothèse.
- La communication Praticien/ Patient : comparaison des solutions prothétiques, devis en fonction du tracé, ...
- Enseignant/ Etudiant : intéressant dans l'apprentissage de la prothèse partielle amovible (tracés +++) mais aussi pour la formation continue des praticiens.[4], [24]

Utilisation

1. Pour chaque cas apparaissent les arcades dentaires : le praticien fait le schéma dentaire du patient (dents manquantes, orientation et version des dents piliers, éléments fixes, état parodontal des dents piliers...).
2. Choix du mode automatisé ou non. En non automatisé le praticien construit lui-même à l'aide des différents outils.
3. Edition du devis selon le tracé choisi et/ou archivage du document ce qui permet une traçabilité irréprochable.[4], [24]

2.4. Métaciel

Ce logiciel a été développé sur l'université d'Auvergne (Pr Emmanuel NICOLAS).

C'est un logiciel qui a pour objectif de faciliter l'apprentissage des tracés en prothèse amovible partielle. Il s'agit donc d'un logiciel pédagogique notamment destiné aux étudiants.

Il dispose de nombreux cas et permet à la fois :

- Réalisation de tracés en 3D et corrigés
- Réponse à des QCM ce qui permet une auto évaluation.

On retrouve 2 modes : débutant et expert.



Figure 56: Page d'accueil du logiciel Métaciel[25].

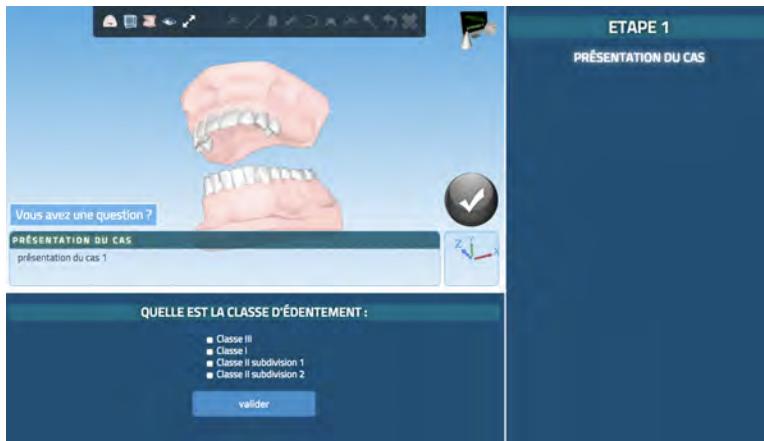


Figure 57: Détermination de la classe d'édentement de Kennedy-applegates avec le logiciel Métaciel[25].

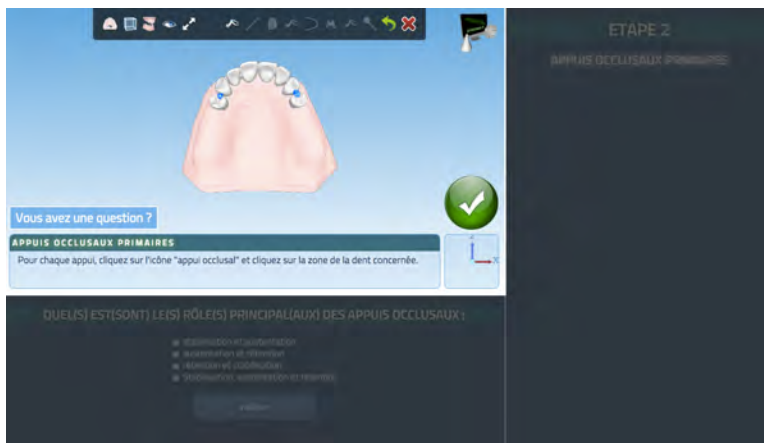


Figure 58: Mise en place des taquets d'occlusion avec le logiciel Métaciel[25].

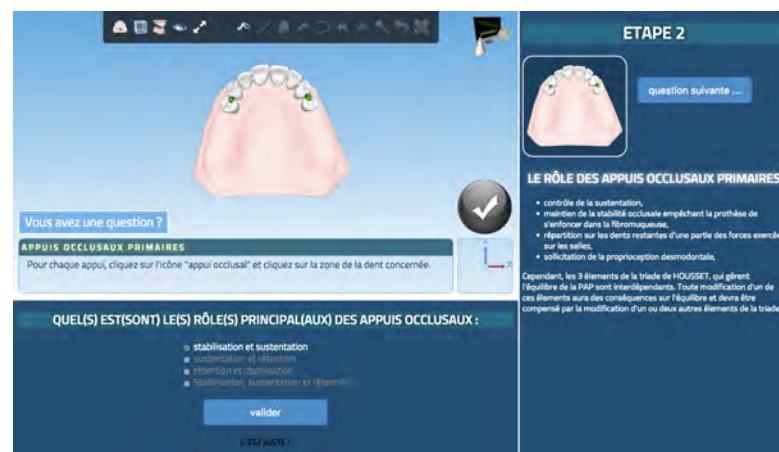


Figure 59: Questionnement sous forme de Qcms sur le rôle de ces taquets d'occlusion[25].

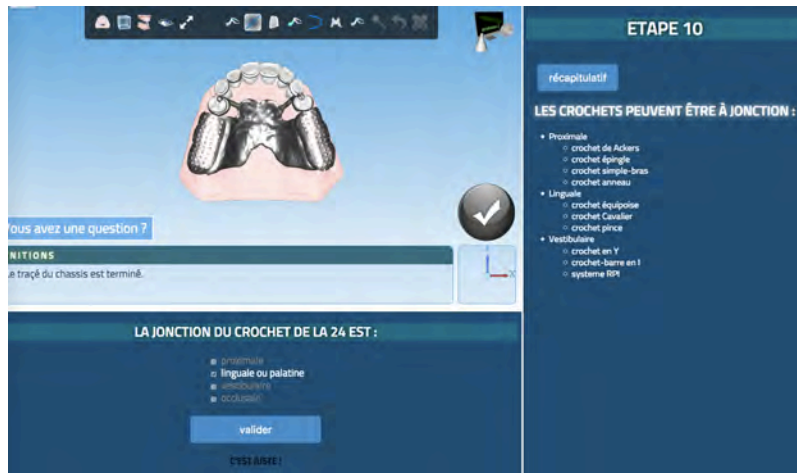


Figure 60: Visualisation du châssis modéliser grâce au logiciel Métaciel[25].

2.5. Bilan sur ces 4 logiciels

Tout d'abord, nous pouvons affirmer que ces logiciels sont très intéressants et utiles pour l'enseignement de la prothèse partielle amovible :

- De nombreux cas sont disponibles (Métaciel) ou de nombreux modèles à éditer (Digitracé)
- Apprentissage pas à pas adapté et clair.
- Accessibilité en ligne
- Possibilité de recommencer à l'infini
- Auto évaluation avec des corrections et explications
- Support ludique et adapté à la nouvelle génération
- Possibilité de déplacer dans les 3 dimensions et zoom.

Ces logiciels peuvent aussi être utiles pour la communication entre le praticien et son prothésiste. En effet, ils permettent de faciliter la réalisation de tracés afin de fournir des informations claires et précises au prothésiste. On aura au final des prothèses de meilleure qualité et plus adaptées à la situation clinique du patient.

Ils peuvent aussi aider la communication praticien/patient en facilitant la compréhension du ou des plans de traitements possibles pour le patient. Une meilleure compréhension entrainera forcément une intégration de la prothèse.

Pour finir, nous pouvons aussi utiliser ces logiciels afin de sauvegarder le ou les plans de traitements envisagés pour un patient.

3. CAO et modélisation du châssis.

De nos jours, l'odontologie se transforme énormément et se tourne vers le numérique. La conception et fabrication assistée par ordinateur (CFAO) est bien développée notamment dans le domaine de la prothèse fixée sur dents naturelles et implants.

En prothèse partielle c'est plus limité mais la conception assistée par ordinateur (CAO) s'est bien développée depuis quelques années et la fabrication assistée par ordinateur (FAO) voit le jour petit à petit dans certains laboratoires.

Nous allons nous concentrer sur la CAO et son apport dans la modélisation du châssis en prothèse amovible.[26]

La CAO permet la modélisation du châssis depuis très peu de temps.[27]–[29]

3.1. Matériel

3.1.1. Scanners

Il est indispensable de scanner le maître modèle en plâtre. Pour ce faire nous pouvons utiliser par exemple le scanner Ovascan de Cynovad.[30]

3.1.2. Spatule numérique

Elle permet de reproduire la sensation de toucher sur le modèle virtuel grâce à un bras à retour de force qui remplace la souris de l'ordinateur.

Il nous permet d'effectuer des gestes quasiment identiques à ceux que l'on effectue sur un modèle réel. On aura donc un modelage exact des pièces.

Cette spatule peut être utilisée sans aucune connaissance spécifique en matière de CAO ou FAO ce qui rend cet outil très intéressant.[30]

Cependant il faut un certain temps d'utilisation afin de le maîtriser de manière rapide et efficace.

3.1.3. Logiciels

Généralement on utilise des ordinateurs dédiés au système CFAO.[31]

Le logiciel le plus utilisé en France pour la CAO en prothèse amovible en France est le logiciel Digistell® développé par la société C4W/ Digiléa.

Ce logiciel a été conçu grâce à une collaboration entre prothésistes dentaires et professionnels de la CAO. [32]

On distingue aussi d'autres logiciels que nous allons découvrir en suivant.

3.2. Méthode

3.2.1. Logiciel Digistell®

1. Scannage.

L'insertion du modèle se fait au milieu de la chambre sur une rotule.[31]

Durée : 4 à 5 minutes

2. Importation de l'image.

Transformation du fichier en format STL puis importation dans le logiciel de CAO. Il correspond au maître modèle.

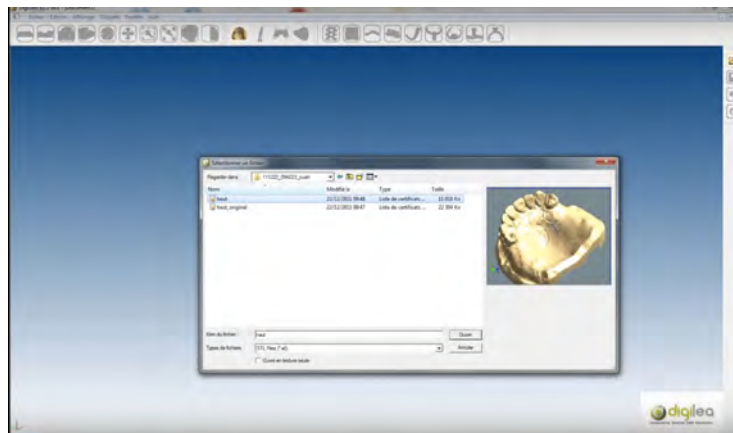


Figure 61: Importation format STL[33].

3. Détermination de l'axe d'insertion.

Durée : inférieure à 1min

On obtient cette rapidité grâce à l'utilisation d'un paralléliseur numérique. Ce dernier effectue une étude comparative immédiate et utilise un code couleur (visualisation facilitée).

C'est donc ici un très important avantage par rapport à un paralléliseur manuel qui nécessite un temps et une difficulté de mise en œuvre bien plus importante.

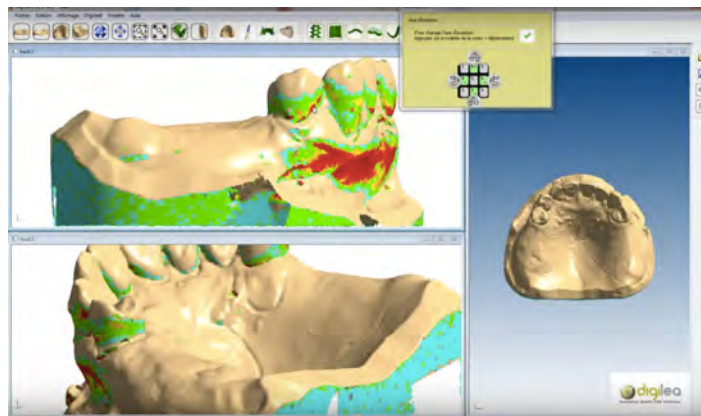


Figure 62: Détermination de l'axe d'insertion avec le logiciel Digistell[33].

4. Comblement des contre dépouilles.

Le logiciel calcule et comble automatiquement les contre dépouilles ce qui permet un ajustage parfait selon l'axe d'insertion retenu.

On peut choisir le degré de contre dépouille.

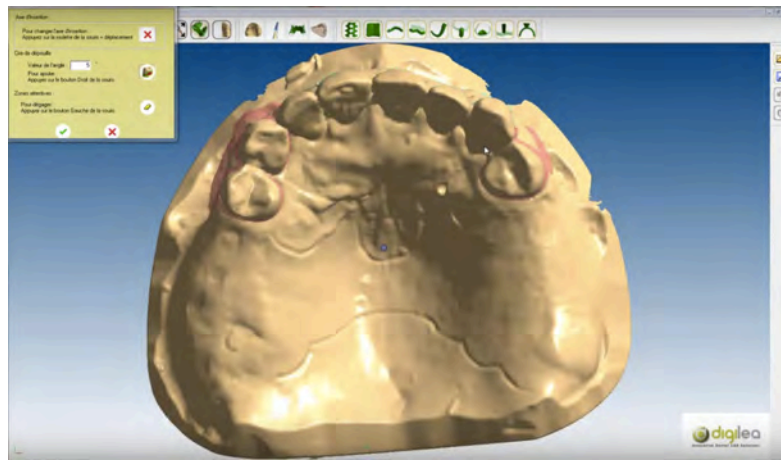


Figure 63: Visualisation des contre dépouilles avec le logiciel Digistell.[33]

5. Positionnement des zones d'espacement puis des grilles de rétention.

A ce stade nous avons le modèle de travail virtuel qui est conçu.

6. Tracé des crochets et potences.

C'est un remplacement des préformes en cire utilisées normalement sur les modèles en plâtre.

Cette technique est très personnalisable : aucune limite de dessin pour le dentiste ou le prothésiste.

Elle est aussi très rapide : il y a une prévisualisation puis un ajustement efficace.

Pour finir elle permet d'obtenir une très grande précision : au centième de millimètre.

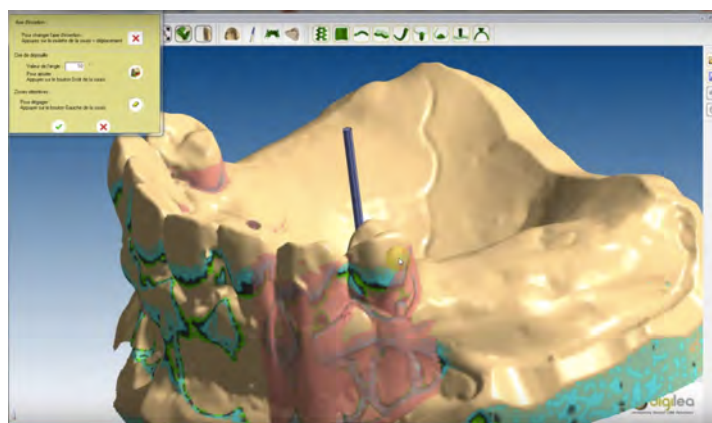


Figure 64: Visualisation des zones rétentives (logiciel Digistell).[33]

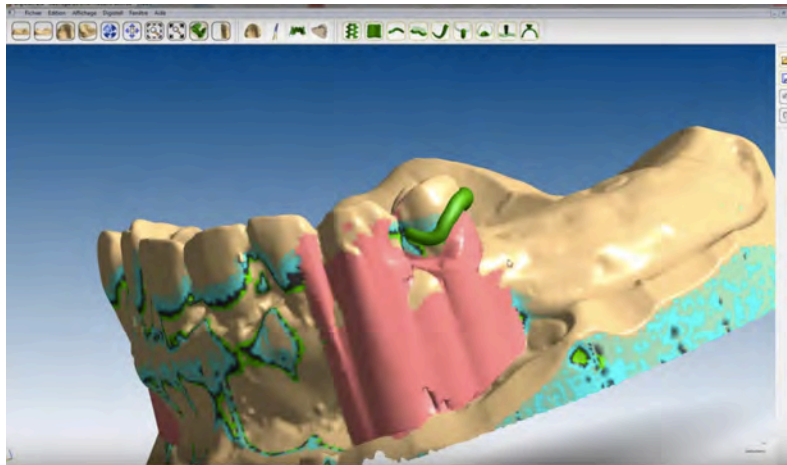


Figure 65: Mise en place du crochet (logiciel Digistell).[33]

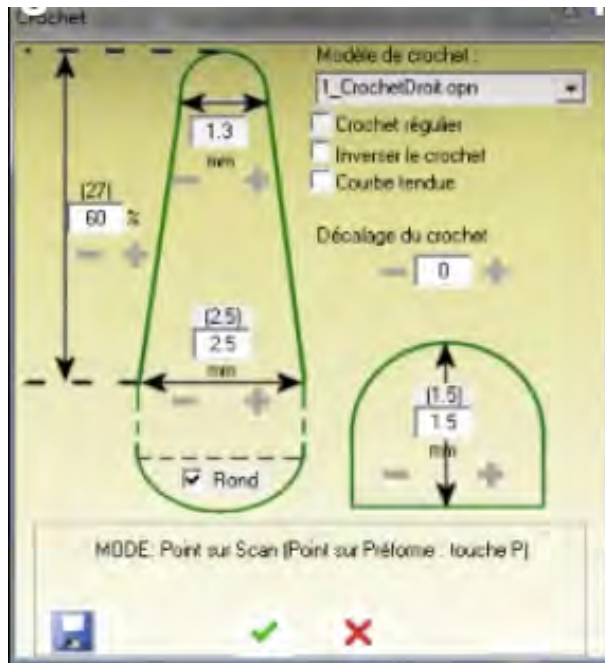


Figure 66: Paramétrage du crochet (logiciel Digistell).[33]

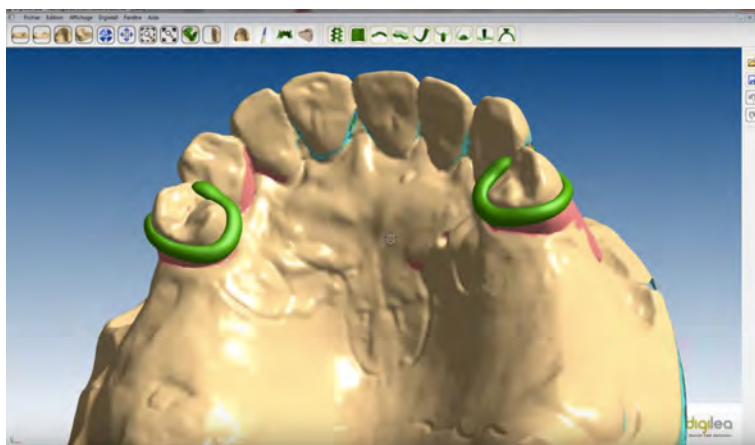


Figure 67: Modélisation de deux crochets terminés (logiciel Digistell).[33]

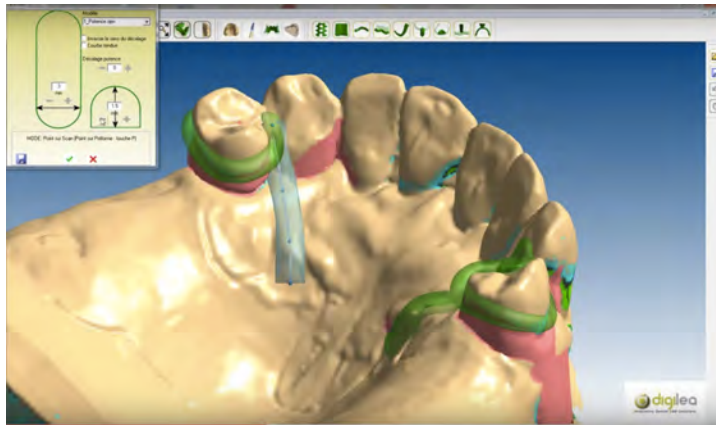


Figure 68: Mise en place des potences (logiciel Digistell).[33]

7. Tracé de la plaque.

La surface de la plaque est déterminée par une courbe fermée.

Puis on choisit l'épaisseur (précise au centième de millimètre) ainsi que le granité de l'extrados.

Les éléments sont ensuite reliés entre eux.

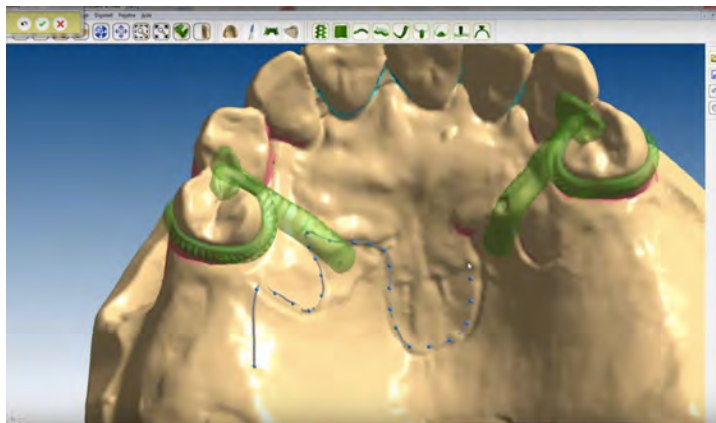


Figure 69: Tracé de la plaque point par point (logiciel digistell).[33]

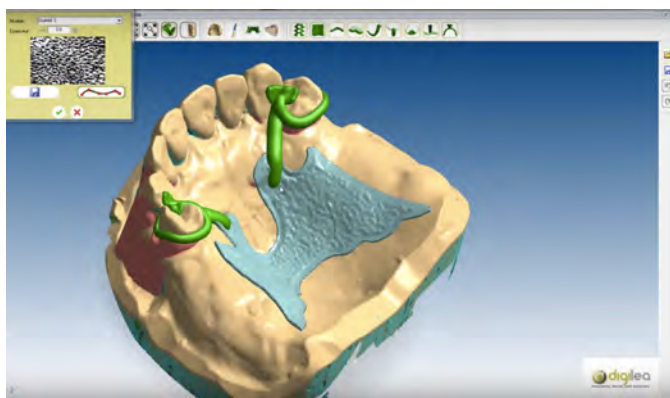


Figure 70: Visualisation de la plaque modélisée (logiciel Digistell).[33]

8. Détermination du profil des grilles de rétention.

Il y a 4 profils pré définis et possibilité de personnalisation sur demande à Digilea.

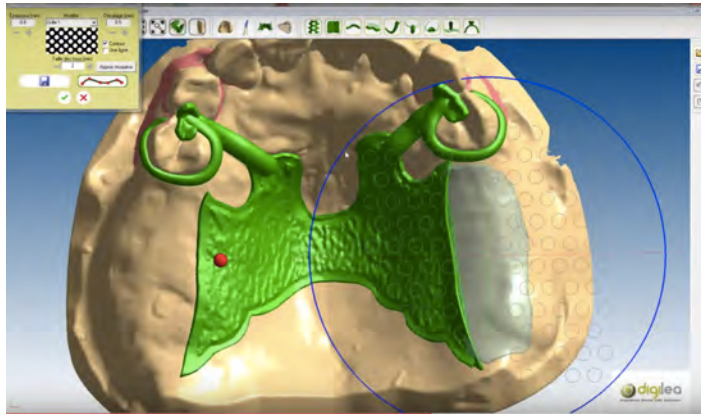


Figure 71:: choix du type de motif pour la grille de rétention et son orientation (logiciel Digistell).[33]

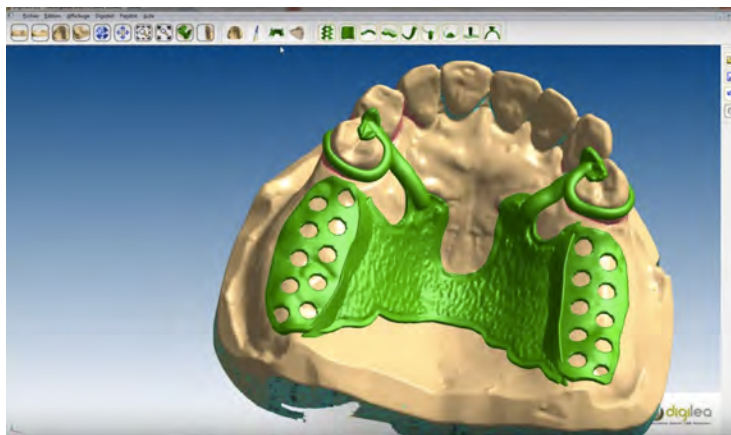


Figure 72: Visualisation de la modélisation du châssis (logiciel Digistell).[33]

9. Retouches.

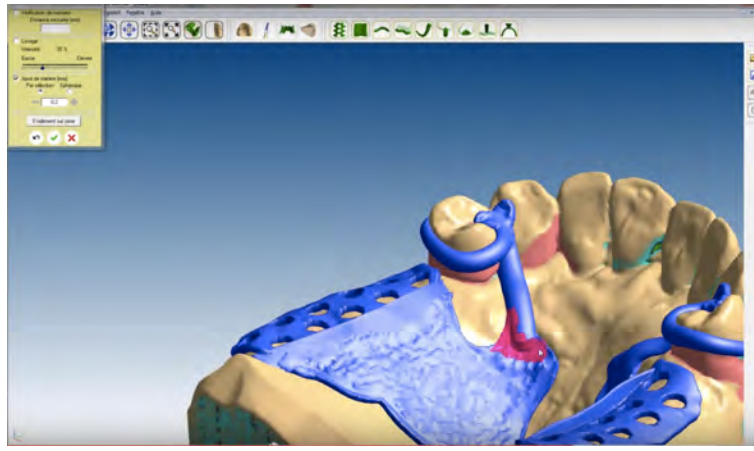


Figure 73: Ajout de matière au niveau de la jonction plaque/potence (logiciel digistell).[33]

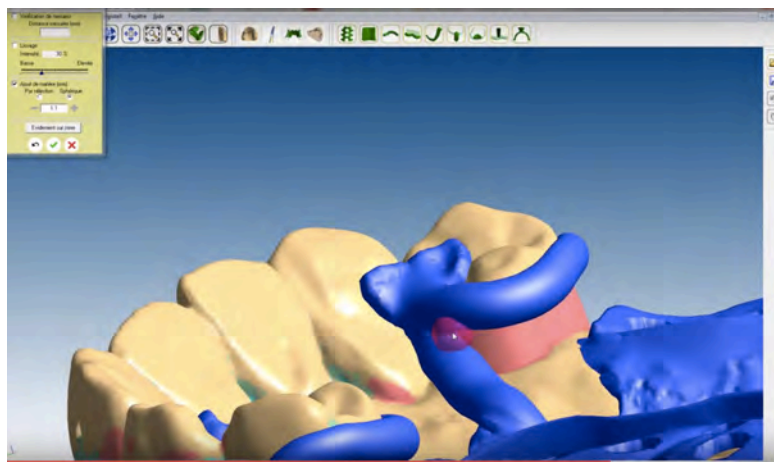


Figure 74: Taquet renforcé par ajout de matière (logiciel Digistell).[33]

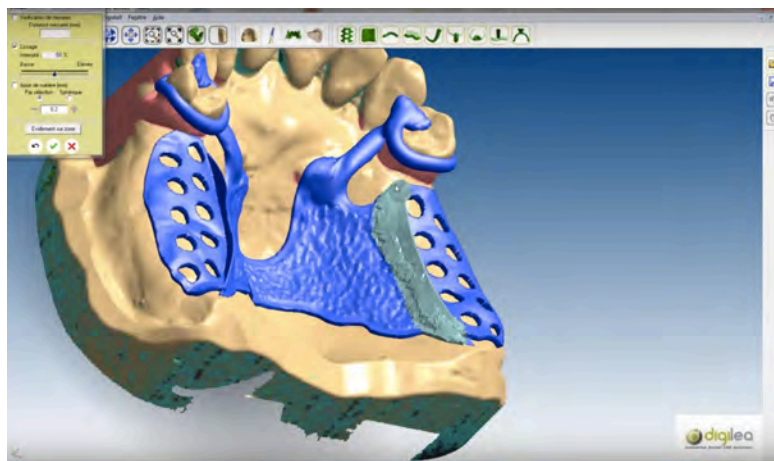


Figure 75: Polissage de la jonction plaque/selle (logiciel Digistell).[33]

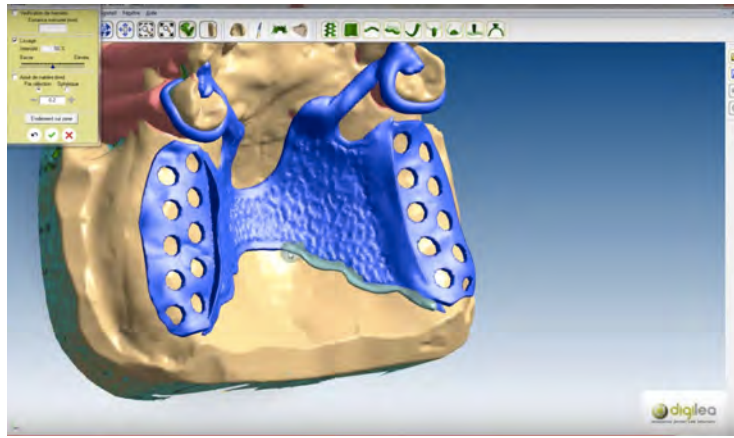


Figure 76: lissage des bords de la prothèse (logiciel Digistell).[33]

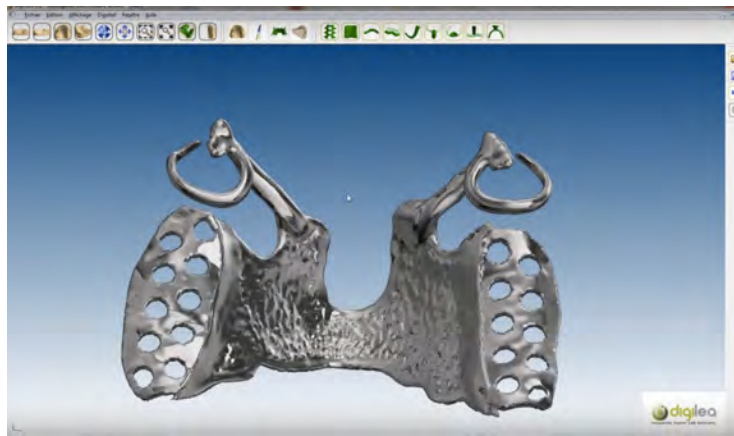


Figure 77: Visualisation du châssis terminé après retouches (logiciel Digistell).[33]

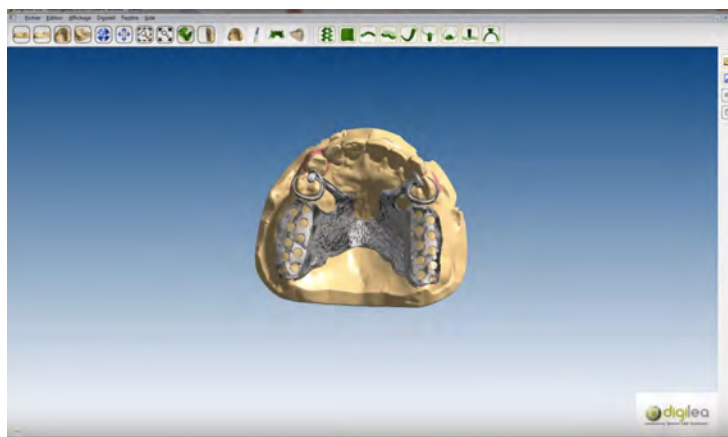


Figure 78: Visualisation du châssis terminé sur le modèle virtuel (logiciel Digistell).[33]

Le travail du scannage jusqu'à la finalisation de la conception du châssis ne dure que 15min. De plus par la suite si nous sommes face à un échec lors de la conception de la prothèse il est possible d'en relancer en effectuant des modifications ou non par rapport à la conception originale.

3.2.2. Logiciel Dental Wings® **d'euromax®**

Ce module de conception de sous-structures de partiels offre des outils intuitifs qui transposent aisément le savoir-faire manuel dans le monde numérique :

- À partir des données recueillies par tout scanneur 3D dit « ouvert », DWOS Prothèses partielles propose une approche virtuelle qui simplifie les étapes traditionnelles de la création de prothèses.
- Les crochets, les plaques platines et les grilles de rétention sont à la fois paramétrables et modifiables en temps réel à l'aide d'outils intuitifs.
- L'ajustement automatique de l'occlusion à l'antagoniste facilite la conception des connecteurs et de l'appui occlusal.
- Le blocage automatique des contre-dépouilles assure une meilleure rétention et insertion.
- Les applications Prothèses partielles et Couronnes et Bridges de DWOS sont complémentaires, ce qui permet au technicien ou au denturologiste de combiner aisément les restaurations fixes et amovibles.

Les prothèses partielles sont ainsi d'une précision inégalée et d'une qualité constante.
[34]

1. Scannage.
2. Importation de l'image.



Figure 79: Modèle virtuel après importation dans le logiciel au format STL (logiciel Dental Wings).[34]

3. Détermination de l'axe d'insertion.

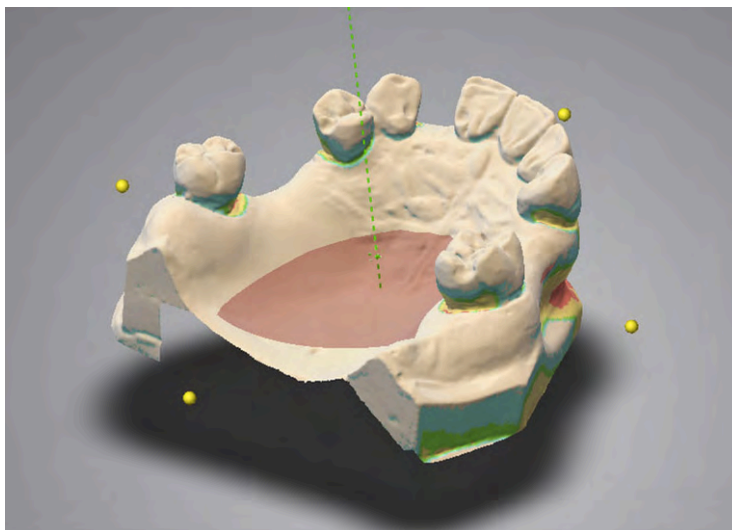


Figure 80: Détermination de l'axe d'insertion (logiciel Dental Wings).[34]

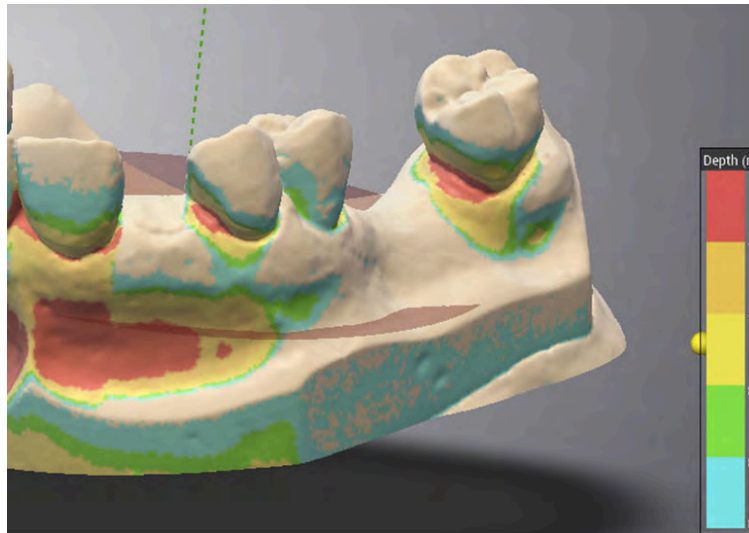


Figure 81: Visualisation des contres dépouilles en fonction de l'axe d'insertion choisi (logiciel Dental Wings).[34]

4. Positionnement et paramétrage des selles.

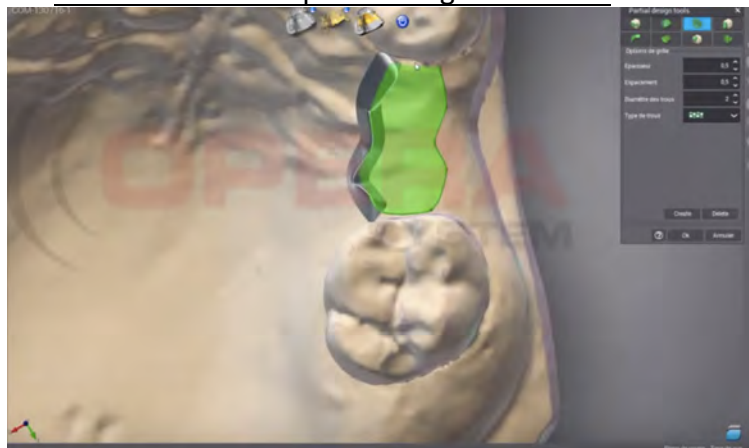


Figure 82: Détermination des limites des selles (logiciel Dental Wings).[34]

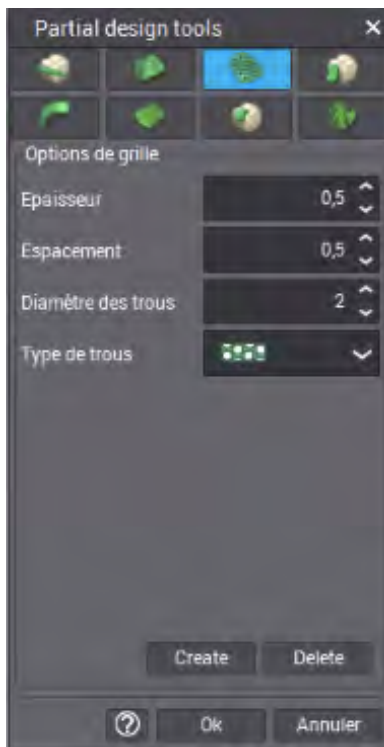


Figure 83: Paramétrage des selles (logiciel Dental Wings).[34]

5. Positionnement et paramétrage des crochets et potences.

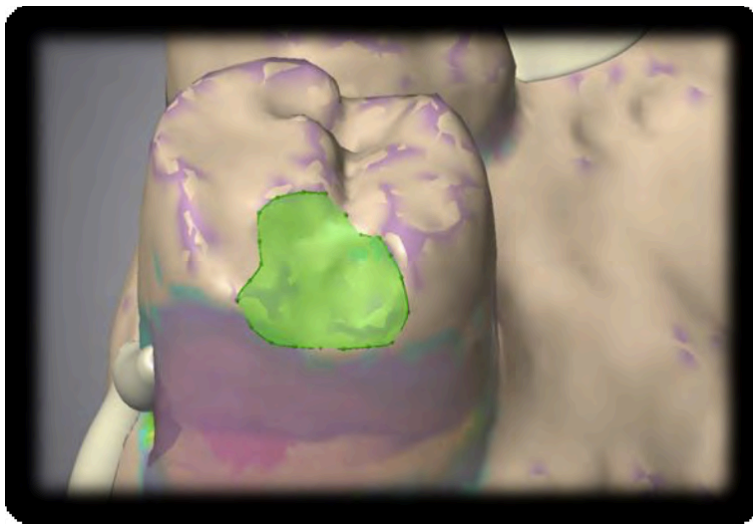


Figure 84: Délimitation point par point du taquet de crochet (logiciel Dental Wings).[34]

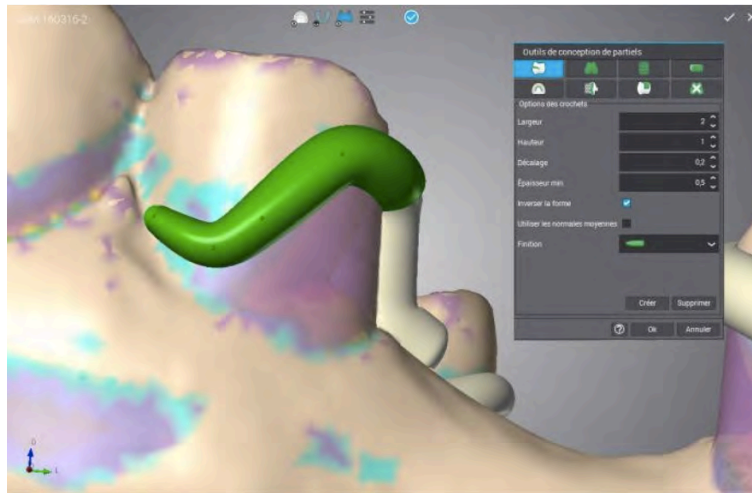


Figure 85: Mise en place du crochet (logiciel Dental Wings).[34]

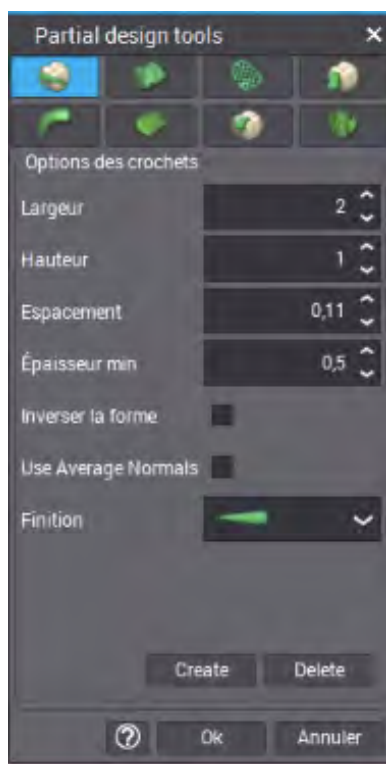


Figure 86: Paramétrage du crochet (logiciel Dental Wings).[34]

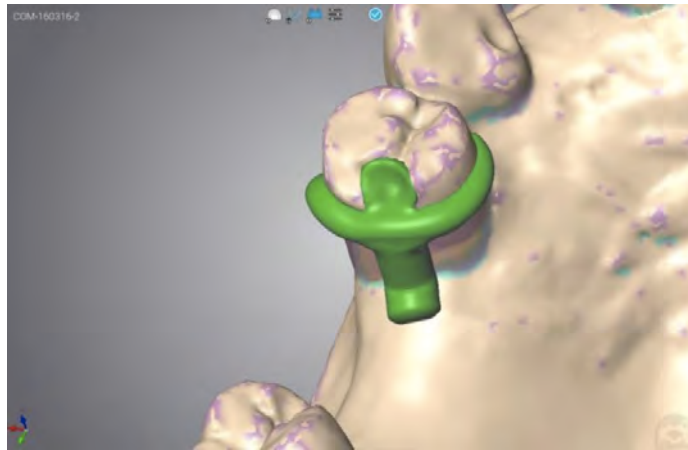


Figure 87: Mise en place de la potence (logiciel Dental Wings).[34]

6. Tracé de la plaque.



Figure 88: Délimitation point par point de la jonction principale (logiciel Dental Wings).[34]

7. Finitions.

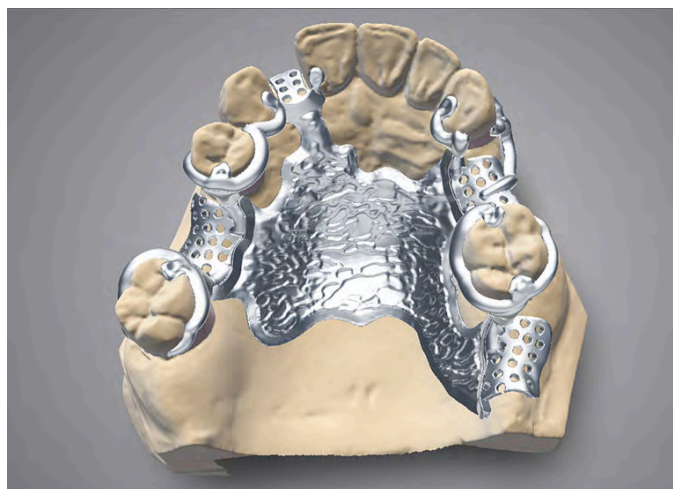


Figure 89: Visualisation du châssis après modélisation (logiciel Dental Wings).[34]

3.2.3. Logiciel Dental System® de 3Shape®

3Shape transforme la dentisterie ensemble avec les professionnels dentaires du monde entier en développant des innovations permettant d'offrir aux patients des soins dentaires de qualité supérieure.

Fondée en 2000 par deux étudiants de deuxième cycle, 3Shape est aujourd'hui une entreprise en pleine croissance, avec une équipe répartie dans 19 bureaux à travers le monde et desservant des clients dans plus de 100 pays

Avec le logiciel de conception de PPA, on peut :

- Placer des dents virtuelles pour guider et optimiser la conception du châssis tout en réduisant le temps de production de 60 à 70 %. Un prothésiste peut ainsi concevoir une prothèse partielle amovible en moins de 15 minutes.
- Placer des couronnes virtuelles pour guider votre conception de châssis et ainsi optimiser la stabilité et l'esthétique.
- Ajouter virtuellement des renforts pour protéger les crochets pendant la fabrication.
- Partager les paramètres de conception. On peut en quelques clics gérer les configurations des paramètres du châssis avec des dentistes ou d'autres laboratoires.
- Un large choix de types de connecteurs.
- Numériser les repères tracés au crayon sur le modèle. La numérisation des textures permet de transférer les repères tracés à la main dans le logiciel.[35]

1. Scannage.



Figure 90: Présentation du matériel (logiciel Dental System).[35]



Figure 91: Scannage du modèle (logiciel Dental System).[35]

2. Importation de l'image.

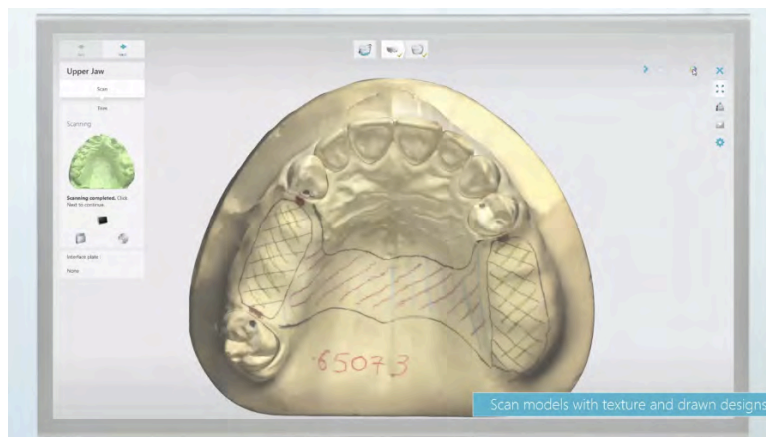


Figure 92: Modèle scanné avec textures et tracé prospectif comme sur le modèle réel (logiciel Dental System).[35]



Figure 93: Autre vue du modèle scanné (logiciel Dental System).[35]

3. Détermination de l'axe d'insertion et comblement des contre dépouilles.

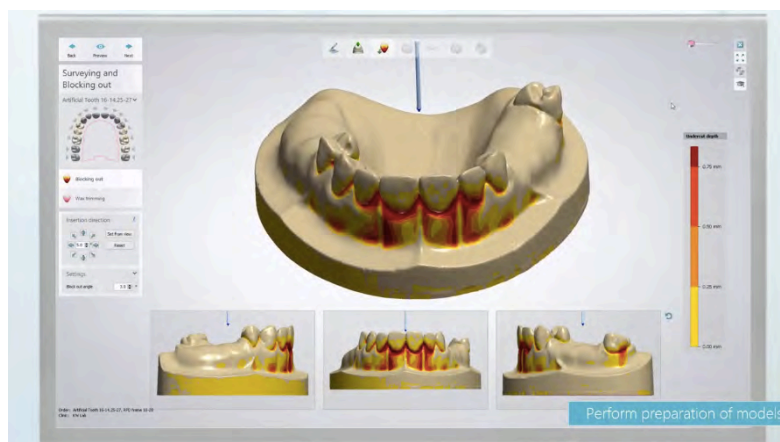


Figure 94: Visualisation des contre dépouilles selon l'axe d'insertion choisi (logiciel Dental System).[35]

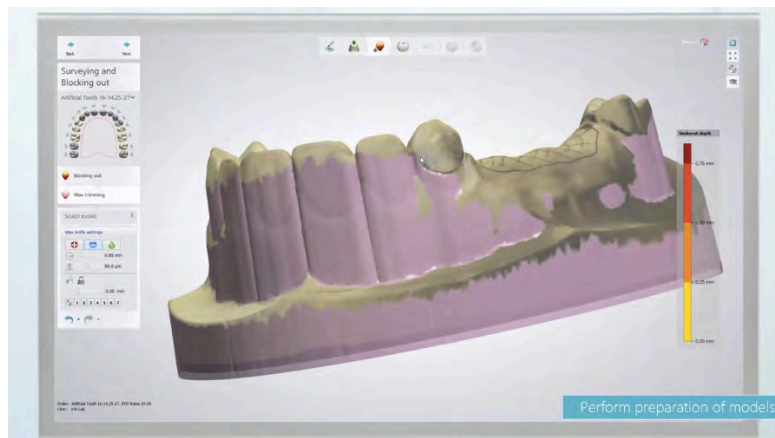


Figure 95: Visualisation des zones de rétention sur les dents supports de crochets (logiciel Dental System).[35]

4. Mise en place et paramétrage des selles.

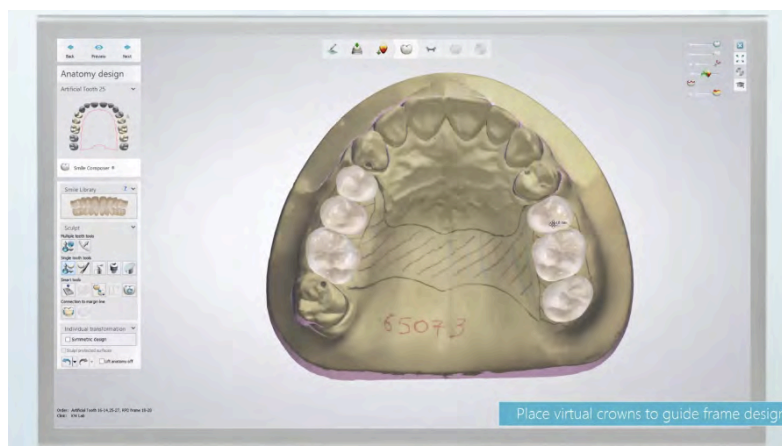


Figure 96: Positionnement virtuel des futures couronnes prothétiques (logiciel Dental System).[35]

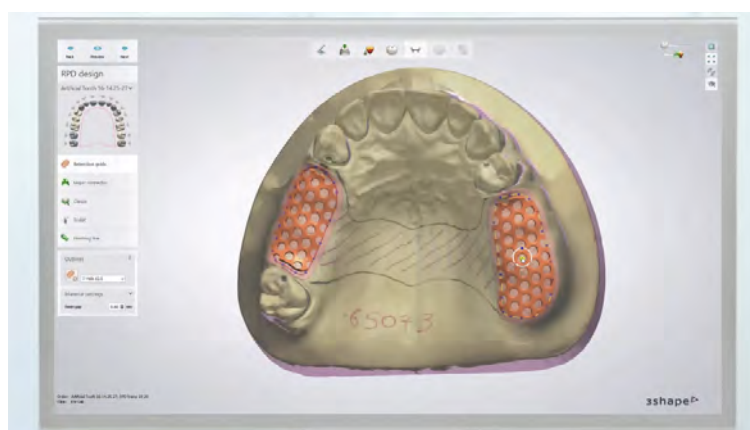


Figure 97: Positionnement des grilles de rétention (logiciel Dental System).[35]

5. Mise en place et paramétrage de de la jonction principale.

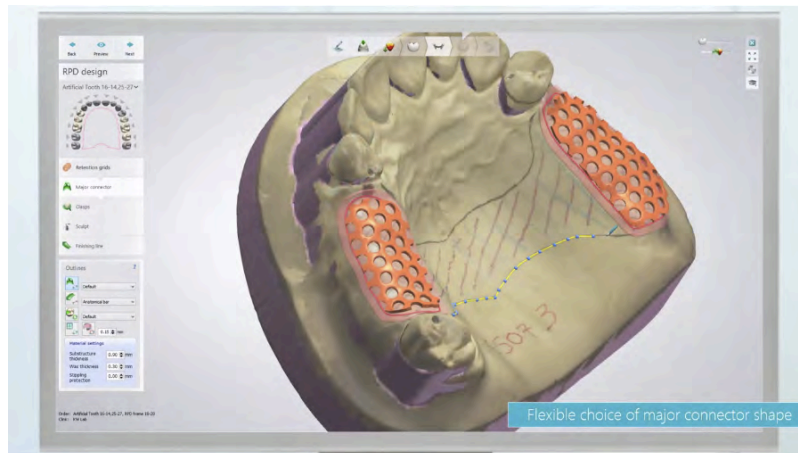


Figure 98: Délimitation de la jonction principale (logiciel Dental System).[35]

6. Mise en place et paramétrage des crochets et potences.

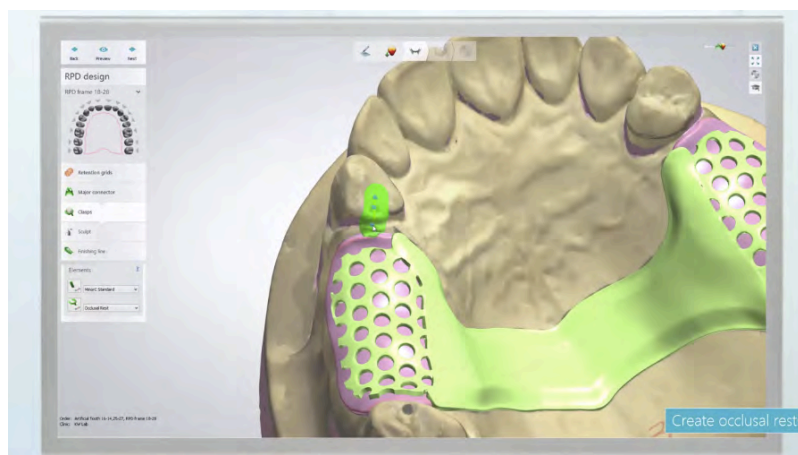


Figure 99: Création des taquets d'occlusion et potences (logiciel Dental System).[35]

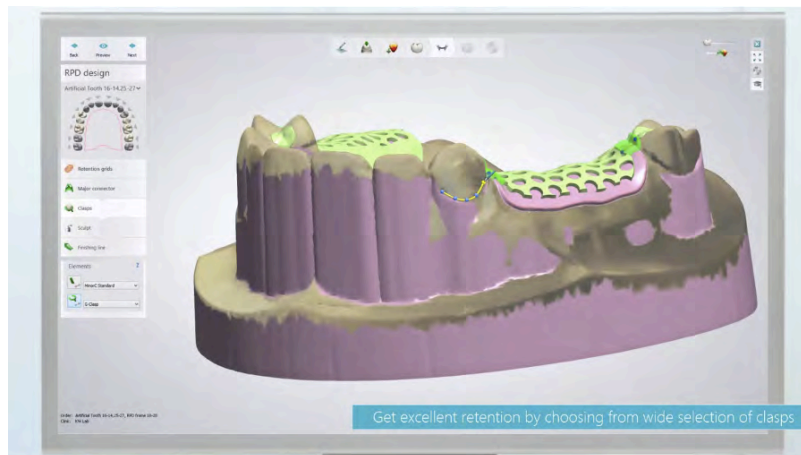


Figure 100: Mise en place du bras de rétention du crochet (logiciel Dental System).[35]

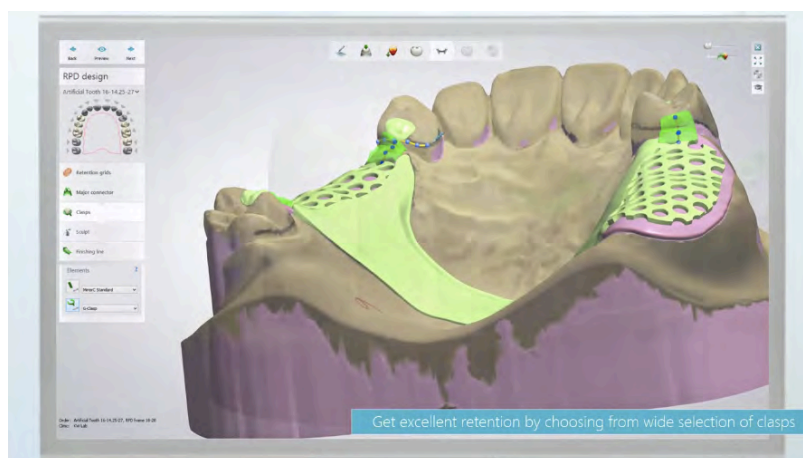


Figure 101: Mise en place du bras de réciprocité du crochet (logiciel Dental System).[35]

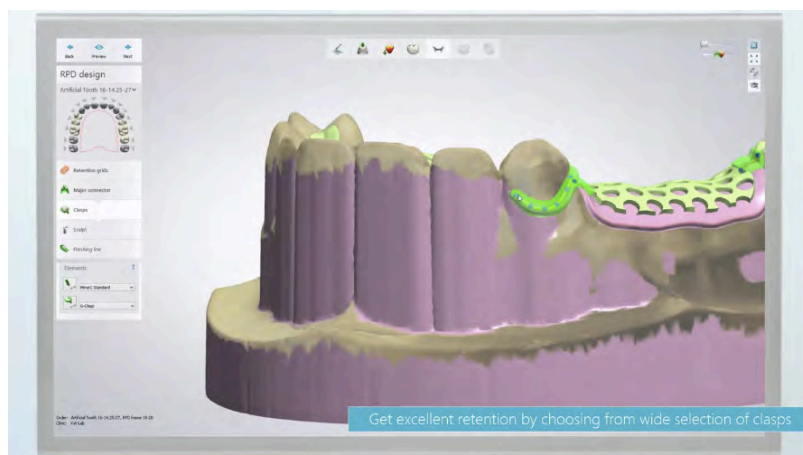


Figure 102: Visualisation du crochet (logiciel Dental System).[35]

7. Finitions.

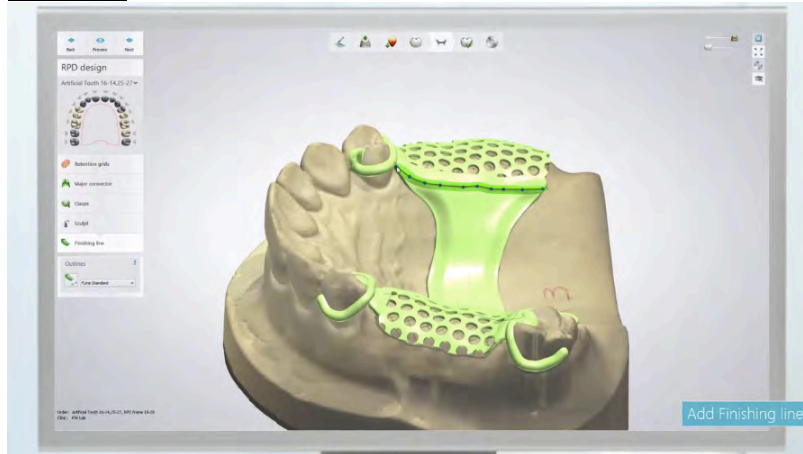


Figure 103: Mise en place des lignes de de finition à la jonction selle/armature (logiciel Dental System).[35]

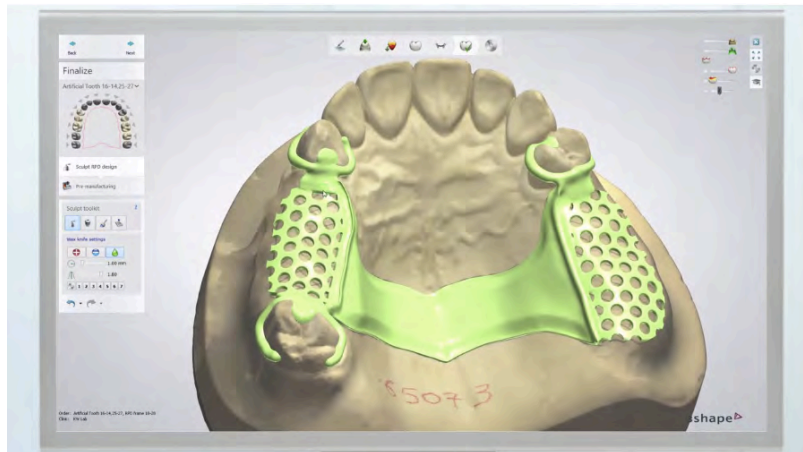


Figure 104: Lissage des jonctions (logiciel Dental System).[35]



Figure 105: Visualisation de la prothèse modélisée (logiciel Dental System).[35]

3.2.4. Caractéristiques de ces 3 logiciels

	Digistell®	Dental wings® d'Euromax®	Dental system® de 3shape®
Système ouvert : Compatible avec tous les scanners et moyen de fabrication qui utilisent le format STL.	Oui	Oui	Oui
Temps moyen pour la modélisation du châssis.	15 min en moyenne	15 min en moyenne	15 min en moyenne
Compatible avec d'autres activités que la réalisation de châssis métallique.	Seulement pour la conception de châssis.	Prothèse fixe, adjointe, implantologie, ODF et possibilité de réalisation de PEI.	Prothèse fixe et adjointe
Reconnaissance des limites du tracé sur le modèle.	Oui	Oui	Non
Présence d'un articulateur virtuel	Non	Oui	Oui

3.3. Discussion

L'utilisation de la modélisation de châssis par CAO est tout d'abord un outil pédagogique très intéressant :

- Outil ludique et interactif.
- Utilisation de la réalité virtuelle pour un meilleur enseignement : en effet on peut travailler sur de vrais cas cliniques en les scannant. Le modèle virtuel crée sera partageable et manipulable par tous contrairement au modèle en plâtre.
- Visualisation sous tous les angles et zoom très important.
- Utilisation de ces logiciels pour la préparation des cours par les enseignants.
- Démonstrations de réalisations de châssis par un enseignant ou un prothésiste.
- Utilisation du paralléliseur numérique : intéressant pour la recherche d'un axe d'insertion et la visualisation du comblement des contre dépouilles (code couleur facilitant la compréhension).
- Visualisation de la bonne forme des améloplasties et taquets réalisés en bouche (grâce à la visualisation dans les 3 sens de l'espace et le zoom important).
- Economie des dépenses en plâtre pour la faculté.

Cependant ces logiciels sont des logiciels professionnels à manipuler par des mains aguerries ou nécessitant un temps d'apprentissage assez long. Ils ne sont donc pas conseillés pour les étudiants en études pré clinique mais plutôt pour les enseignants et étudiants de 4^{ème}, 5^{ème}, 6^{ème} années.

Mais ces logiciels ont tout de même pour fonction première l'utilisation par les praticiens et prothésistes afin de concevoir puis fabriquer (frittage ou impressions 3D) des châssis de prothèses amovibles. L'utilisation de ces logiciels pour la conception de châssis est très intéressante pour le praticien et le prothésiste pour plusieurs raisons :

- Conception libre des différents éléments du châssis : formes, dimensions, épaisseur...
- Les scanners permettent d'obtenir aujourd'hui des modèles d'une très grande précision.
- Zoom très précis : permet assez rapidement de voir les erreurs aussi bien sur tracé que pour les préparations préalablement réalisées en bouche. Ce zoom permet aussi une grande précision dans la réalisation du tracé.
- Gain de temps important : en moyenne 15 min de travail effectif par stellite avant impression. On a donc un gain de rentabilité qui en découle.
- Toute erreur lors de la fabrication du châssis peut être rattrapée très rapidement puisque le tracé conçu sur le logiciel est bien entendu sauvegardé.
- Economie en matériaux ce qui diminue le coût de fabrication de manière significative.
- L'utilisation du format « . Stl » permet une communication rapide, simplifiée et donc efficace entre praticien et prothésiste. Ce qui en découlera la réalisation de prothèses de qualité.

Cependant il peut exister certains freins à l'utilisation de ces logiciels :

- L'investissement important pour obtenir le matériel. Scanner + Logiciel + Spatule revient en moyenne à 50000 euros. TTC.
- Coût de la maintenance du matériel.
- Ces logiciels nécessitent une période de prise en main assez longue afin de les exploiter de manière optimale. Il faut donc prendre en compte ce temps d'apprentissage avant investissement.
- Une organisation de travail différente devra être mise en place aussi bien par le praticien que par le prothésiste. Ce dernier critère peut démotiver certaines personnes à s'engager dans le projet préférant l'utilisation de techniques de tracés plus conventionnelles.

CONCLUSION

L'objectif de ce travail était l'étude de la prothèse partielle amovible à travers une comparaison entre la réalisation du tracé du châssis de manière traditionnelle et la réalisation de ce dernier de manière numérique.

Le tracé traditionnel a largement fait ses preuves et est universellement reconnu mais quelques améliorations sont peut-être à envisager notamment pour simplifier son apprentissage et sa réalisation.

C'est pourquoi le numérique semble représenter une bonne alternative pour le futur de la prothèse partielle amovible.

Tout d'abord, l'avènement de logiciels pédagogiques tels que Métaciel, Stelligraph, Digitracé permet une meilleure accessibilité pour l'apprentissage des bases du tracé d'une prothèse ce qui est indispensable pour la réalisation de prothèses de qualité.

Puis l'arrivée progressive de la Conception Assistée par Ordinateur (CAO) en prothèse amovible représente un nouvel atout majeur pour la discipline de nos jours non seulement pour l'enseignement mais aussi pour les chirurgiens-dentistes, prothésistes et les patients.

En effet, on constate grâce à la CAO un gain de temps important dans la réalisation des tracés, une amélioration de leur qualité et précision, une meilleure communication Praticien/Prothésiste et donc des prothèses de meilleure qualité.

Mais la CAO apporte aussi des perspectives d'enseignement interactifs, accessibles pour les nouvelles générations nées dans l'ère numérique afin de pérenniser la prothèse amovible partielle dans le futur de notre profession.

Le numérique a révolutionné notre profession et va sans nul doute apporter de nouvelles améliorations et innovations dans les années à venir.

C'est pourquoi il faut un engagement Chirurgiens-dentistes/Prothésistes dans cette voie du numérique en prothèse partielle amovible pour toujours améliorer la qualité des soins prodigués aux patients.

La révolution numérique participe de façon évidente, dans le cas de la prothèse partielle amovible, à une meilleure santé publique.

Vu le Directeur de Thèse

D^r Jean CHAMPION

le 18 Mai
2017



Vu le président du jury.

P. S. DIETLER



Bibliographie

- [1] « INSEE ». .
- [2] « IRDES ». .
- [3] « <https://www.google.com/search?num=10&hl=en&authuser=0&site=imghp&tbm> ». .
- [4] G. Jourda, *Prothèses partielles amovibles simples, combinées et sur implants. Tome 1*. EDP Sciences, 2016.
- [5] K. Joulie et M. Julia, « Prothèse amovible partielle à infrastructure métallique: conception du châssis par CAO », vol. 11, n° 1, janv. 2011.
- [6] R. Mercscke-Stern, « Removable partial dentures », *Int J Prosthodont*, vol. 22, n° 5, p. 508-11, oct. 2009.
- [7] C. Douglass et Watson AJ, « Future needs for fixed and removable partial dentures in United States. », *J Prosthet Dent*, vol. 87, n° 1, p. 9-14.
- [8] P. Santoni, « La prothèse partielle amovible en image ». .
- [9] cédrick Martin, « Les systèmes d'attaches en prothèse partielle amovible coulée. », Toulouse III Paul Sabatier, 2015.
- [10] M. Begin et I. Fouilloux, *La prothèse partielle amovible Conception et tracés des châssis*, QUINTESSENCE INTERNATIONAL. 2005.
- [11] J. Schittly et E. Schittly, *Prothèse amovible partielle. Clinique et laboratoire*, CdP Paris. 2005.
- [12] J.-C. Borel et J. Schittly, *Manuel de prothèse partielle amovible*, MASSON. 1994.
- [13] P. Santoni, *Maîtriser la prothèse amovible*, Editions Cdp. 2004.
- [14] A. B Carr et Davide T Brown, *McCracken's Removable Partial Prosthodontics*, Twelfth edition. ELSEVIER Mosby, 2011.
- [15] F. Kaiser, « Prothèse partielle amovible ». .
- [16] J. Davenport, R. Basker, J. Heath, et J. Ralph, *Atlas de prothèse adjointe partielle*, CDP. 1979.
- [17] G. Graber, *Atlas de médecine dentaire: prothèse partielle*. Lavoisier, 1992.
- [18] R. D. Phoenix, D. R. Cagna, et C. F. DeFreest, *Stewart's Clinical REMOVABLE PARTIAL PROSTHODONTICS.*, 4ème. Quintessence Publishing CO, 2008.
- [19] R. Esclassan et J. Gala, « Tracé des armatures et usage du paralléliseur en prothèse amovible partielle: le point de vue des praticiens et des prothésistes. », *Strat. Prothétique*, vol. 14, n° 4, p. 243-247, oct. 2014.
- [20] J. Davenport et P. Hammond, « The acquisition and validation of removable partial denture design knowledge Part I. Methodology and overview », *J Oral Rehabil.*, vol. 23, n° 3, p. 152-157, 1996.
- [21] J. Davenport et P. Hammond, « The acquisition and validation of removable partial denture design knowledge Part II. Design rules and expert reaction », *J Oral Rehabil.*, vol. 23, n° 12, p. 811-824, 1996.
- [22] F. Sebbah, « . Elaboration rationnelle et méthodique d'un tracé de plaque métallique amovible coulée, quel que soit le cas d'édentement », *Rev. Odontomatologie*, vol. 15, n° 1, p. 9-30, 1986.
- [23] S. Lechner et G. Thoma, « An interactive multimedia solution to learning removable partial denture design. », *J. Prostodontics*, vol. 7, n° 3, p. 177-82, 1998.
- [24] G. Jourda et J. Gaillard, « Système expert et logiciel de tracé de plaques », vol. 20,

n° 3, p. 223-229, 1991.

[25] Logiciel pédagogique METACIEL© UFR Clermont. Disponible sur: <http://metaciel.crocuca.fr/>. .

[26] F. Auger et Y. Leroux, « Protocole d'élaboration des prothèses amovibles partielles par CFAO avec frittage laser », *Cah. Prothèse*, vol. 168, n° 33, p. 55-63, 2014.

[27] R. Williams, R. Bibb, et T. Rafik, « A technique for fabricating patterns for removable partial denture frameworks using digitized casts and electronic surveying », *J Prosthet Dent*, n° 91, p. 85-88, 2004.

[28] R. Williams, R. Bibb, et D. Eggbeer, « CAD/CAM in the fabrication of removable partial denture frameworks: a virtual method of surveying 3D scanned dental casts. », *Quintessence J Dent Technol*, n° 2, p. 268-276, 2004.

[29] R. Williams, R. Bibb, et Eggbeer, « Use of CAD/CAM technology to fabricate a removable partial denture framework. », *J Prosthet Dent*, n° 96, p. 96-99, 2006.

[30] D. Négrel, « Stellite par cad/Cam », *Technol. Dent.*, n° 243, p. 33-38, 2007.

[31] O. Etienne, S. Baixe, et P. Kress, « CFAO et prothèse amovible partielle métallique. », *Fil Dent.*, n° 70, p. 22-25, février 2012.

[32] « digilea accueil ». [En ligne]. Disponible sur: <http://www.digilea.com/accueil.php>. [Consulté le: 08-mars-2017].

[33] Gilles Cuzin, *Logiciel CAO DIGISTELL pour la création de châssis squeletté pour prothésistes dentaires Part 2*. 2012.

[34] « Logiciel Dental wings », *Dental Wings*. .

[35] « Logiciel Dental System de 3Shape ». [En ligne]. Disponible sur: <http://www.3shape.com/knowledge-center/videos#myModal>. [Consulté le: 04-mai-2017].

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1: Double entretoise[14]	18
Figure 2: Simple entretoise[15]	19
Figure 3: Plaque pleine[14]	20
Figure 4: Autre exemple de plaque pleine[15]	20
Figure 5: Plaque étroite[14]	21
Figure 6: Autre exemple de plaque étroite[15]	21
Figure 7: Plaque en fer à cheval[14]	22
Figure 8: Autre exemple de plaque en fer à cheval[15]	22
Figure 9: Plaque à recouvrement complet [14]	23
Figure 10: Tableau récapitulatif des armatures maxillaires à utiliser en fonction de la classe d'édentement.	24
Figure 11: Barre linguale[15]	25
Figure 12: Bandeau lingual[15].	26
Figure 13: Photo prothèse avec bandeau lingual.[11]	26
Figure 14: Bandeau cingulaire[11].	27
Figure 15: Tableau récapitulatif des armatures mandibulaires à utiliser en fonction de la classe d'édentement.	28
Figure 16: Exemple de selle grillagée[13]	29
Figure 17: Exemple de selle festonnée[13].	29
Figure 18: a : Barre cingulaire ; b : Barre coronaire	31
Figure 19: Bonne et mauvaise angulation de l'appui occlusal du taquet par rapport à sa partie proximale[4]	32
Figure 20: Schématisation des appuis directs[15]	33
Figure 21: Schématisation des appuis indirects[15]	33
Figure 22: Schématisation des appuis sur dents unitaires[15]	34
Figure 23: Schéma d'une potence directe[15]	35
Figure 24: Schéma d'une potence indirecte[15]	35
Figure 25: Schéma crochet de Ackers en vue occlusale[15]	37
Figure 26: Photo crochet Ackers sur modèle[17]	37
Figure 27: Schéma du crochet Anneau[17]	38
Figure 28: Schéma du croche Nally-Martinet en vue occlusale[15]	38
Figure 29: Photo du crochet Nally-Martinet sur modèle[17]	39
Figure 30: Schéma du crochet Cavalier en vue occlusale[15]	39
Figure 31: Schéma du crochet cavalier en vue vestibulaire[15]	40
Figure 32: Schéma du crochet équipeoise en vue occlusale[15]	40
Figure 33: Schéma du crochet équipeoise en vue distale[15]	41
Figure 34: Schémas des différentes formes du crochet "T" de roach[15]	41
Figure 35: une ligne de plus grand contour selon un axe (en vert) et une autre ligne de plus grand contour selon un autre axe (en rouge).[11]	43
Figure 36: Exemples d'interférences de crêtes édentées	44
Figure 37: Le tracé du châssis se fait selon l'axe d'insertion optimal qui prend en compte les 4 facteurs indiqués précédemment.[11]	45
Figure 38: Bien penser à marquer l'axe d'insertion choisi.[18]	45
Figure 39: Détermination des zones de contre dépouilles.[18]	47

Figure 40: Détermination de la situation de la zone de rétention optimale des futurs crochets. [18]	48
Figure 41: Détermination en rouge des logettes pour les futurs taquets.[15modifié]	48
Figure 42: Détermination en bleu de la limite des futures selles.[15modifié]	48
Figure 43: En marron, dessin du bras rétentif en vestibulaire des crochets sur 15 et 17.[18]	49
Figure 44: En marron, dessin du bras de réciprocité en palatin des crochets sur 15 et 17.[18]	49
Figure 45: En marron, dessin des limites de la connexion principale avec le décolletage adéquat.[15modifié]	49
Figure 46: Vue latérale du tracé terminé.[18]	50
Figure 47: Détermination de l'axe d'insertion.[18]	51
Figure 48: Détermination des contre dépouilles.[18]	51
Figure 49: Détermination en rouge des logettes pour les taquets d'occlusion.[15modifié]	52
Figure 50: Détermination en bleu de la limite des futures selles.[15modifié]	52
Figure 51: Sur la 45 dessin en marron du bras rétentif du crochet. Sur la 47, dessin du bras de réciprocité en vestibulaire.[18]	52
Figure 52: Dessin en marron sur la 47 du bras rétentif en lingual.[18]	53
Figure 53: Dessin en marron des limites de la connexion principale avec le décolletage.[15modifié]	53
Figure 54: Vue d'ensemble du tracé terminé.[15modifié]	53
Figure 55: Deux exemples du logiciel RAPID[4]	56
Figure 56: Page d'accueil du logiciel Métaciél[25].	58
Figure 57: Détermination de la classe d'édentement de Kennedy-applegates avec le logiciel Métaciél[25].	59
Figure 58: Mise en place des taquets d'occlusion avec le logiciel Métaciél[25].	59
Figure 59: Questionnement sous forme de Qcms sur le rôle de ces taquets d'occlusion[25].	59
Figure 60: Visualisation du châssis modéliser grâce au logiciel Métaciél[25].	60
Figure 61: Importation format STL[33]	62
Figure 62: Détermination de l'axe d'insertion avec le logiciel Digistell[33].	62
Figure 63: Visualisation des contre dépouilles avec le logiciel Digistell.[33]	63
Figure 64: Visualisation des zones rétentives (logiciel Digistell).[33]	63
Figure 65: Mise en place du crochet (logiciel Digistell).[33]	64
Figure 66: Paramétrage du crochet (logiciel Digistell).[33]	64
Figure 67: Modélisation de deux crochets terminés (logiciel Digistell).[33]	64
Figure 68: Mise en place des potences (logiciel Digistell).[33]	65
Figure 69: Tracé de la plaque point par point (logiciel digistell).[33]	65
Figure 70: Visualisation de la plaque modélisée (logiciel Digistell).[33]	65
Figure 71:: choix du type de motif pour la grille de rétention et son orientation (logiciel Digistell).[33]	66
Figure 72: Visualisation de la modélisation du châssis (logiciel Digistell).[33]	66
Figure 73: Ajout de matière au niveau de la jonction plaque/potence (logiciel digistell).[33]	67
Figure 74: Taquet renforcé par ajout de matière (logiciel Digistell).[33]	67
Figure 75: Polissage de la jonction plaque/selle (logiciel Digistell).[33]	67

Figure 76: lissage des bords de la prothèse (logiciel Digistell).[33]	68
Figure 77: Visualisation du châssis terminé après retouches (logiciel Digistell).[33]	68
Figure 78: Visualisation du châssis terminé sur le modèle virtuel (logiciel Digistell).[33]..	68
Figure 79: Modèle virtuel après importation dans le logiciel au format STL (logiciel Dental Wings).[34]	70
Figure 80: Détermination de l'axe d'insertion (logiciel Dental Wings).[34]	70
Figure 81: Visualisation des contres dépouilles en fonction de l'axe d'insertion choisi (logiciel Dental Wings).[34]	71
Figure 82: Détermination des limites des selles (logiciel Dental Wings).[34]	71
Figure 83: Paramétrage des selles (logiciel Dental Wings).[34]	72
Figure 84: Délimitation point par point du taquet de crochet (logiciel Dental Wings).[34]	72
Figure 85: Mise en place du crochet (logiciel Dental Wings).[34]	73
Figure 86: Paramétrage du crochet (logiciel Dental Wings).[34]	73
Figure 87: Mise en place de la potence (logiciel Dental Wings).[34]	74
Figure 88: Délimitation point par point de la jonction principale (logiciel Dental Wings).[34]	74
Figure 89: Visualisation du châssis après modélisation (logiciel Dental Wings).[34]	74
Figure 90: Présentation du matériel (logiciel Dental System).[35]	76
Figure 91: Scannage du modèle (logiciel Dental System).[35]	76
Figure 92: Modèle scanné avec textures et tracé prospectif comme sur le modèle réel (logiciel Dental System).[35]	77
Figure 93: Autre vue du modèle scanné (logiciel Dental System).[35].....	77
Figure 94: Visualisation des contres dépouilles selon l'axe d'insertion choisi (logiciel Dental System).[35].....	77
Figure 95: Visualisation des zones de rétention sur les dents supports de crochets (logiciel Dental System).[35].....	78
Figure 96: Positionnement virtuel des futures couronnes prothétiques (logiciel Dental System).[35]	78
Figure 97: Positionnement des grilles de rétention (logiciel Dental System).[35]	78
Figure 98: Délimitation de la jonction principale (logiciel Dental System).[35]	79
Figure 99: Crétation des taquets d'occlusion et potences (logiciel Dental System).[35] ...	79
Figure 100: Mise en place du bras de rétention du crochet (logiciel Dental System).[35]	80
Figure 101: Mise en place du bras de réciprocité du crochet (logiciel Dental System).[35]	80
Figure 102: Visualisation du crochet (logiciel Dental System).[35]	80
Figure 103: Mise en place des lignes de de finition à la jonction selle/armature (logiciel Dental System).[35].....	81
Figure 104: Lissage des jonctions (logiciel Dental System).[35]	81
Figure 105: Visualisation de la prothèse modélisée (logiciel Dental System).[35]	81

DISDIER LOIC**2017 TOU3 3051****Les tracés de châssis : méthode traditionnelle versus méthode numérique**

RESUME EN FRANÇAIS :

La prothèse partielle amovible représente toujours une thérapeutique de choix pour traiter les édentements.

De plus, l'utilisation du numérique dans l'art dentaire est aujourd'hui incontournable. La prothèse amovible bien que très conservatrice n'échappe pas à l'ère informatique.

Dans ce travail nous regardons l'impact de l'utilisation de logiciels sur la réalisation des tracés en prothèse amovible sans perdre de vue les bases traditionnelles qui ont fait leur preuve tout au long de ces années.

Nous verrons les bénéfices que peut apporter le numérique sur l'enseignement en prothèse partielle mais aussi sur la communication prothésistes/praticiens et donc sur la qualité des prothèses.

TITRE EN ANGLAIS : Removable partial denture design : traditional method versus numerical method

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS-CLES :

- Prothèse partielle amovible coulée (PPAC)
 - CAO
 - Tracés de châssis
 - Formation CAO en PPAC
 - Communication prothésiste/ dentiste
-

INTITULE ET ADRESSE DE L'UFR OU DU LABORATOIRE :

Université Toulouse III-Paul Sabatier

Faculté de chirurgie dentaire 3 chemin des Maraîchers 31062 Toulouse Cedex

Directeur de thèse : JEAN CHAMPION