

UNIVERSITE TOULOUSE III – PAUL SABATIER
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

ANNEE 2017

2017 TOU3 3055

THESE

POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement

par

Mathieu BENICHO

le 19 Septembre 2017

Réhabilitation de l'édenté complet maxillaire sur implants
Spécificités des réglages occlusaux

Directeur de thèse : Dr Florent Destruhaut

Co-Directeur de thèse : Dr Antonin Hennequin

JURY

Président :	Professeur Philippe Pomar
1er assesseur :	Docteur Jean Champion
2ème assesseur :	Docteur Florent Destruhaut
3ème assesseur :	Docteur Antonin Hennequin
Invité :	Docteur Michel Knafo





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

Mr Franck DIEMER

PRÉSIDENTE DU COMITÉ SCIENTIFIQUE

Mme Cathy NABET

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

Section CNU 56 : Développement, Croissance et Prévention

56.01 ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE et ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE (Mme BAILLEUL- FORESTIER)

ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE

Professeurs d'Université : Mme BAILLEUL-FORESTIER, Mr. VAYSSE

Maîtres de Conférences : Mme NOIRRI-ESCLASSAN, Mme VALERA, Mr. MARTY

Assistants : Mme DARIES, Mme BROUTIN

Adjoint d'Enseignement : Mr. DOMINE,

ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Maîtres de Conférences : Mr BARON, Mme LODTER, Mme MARCHAL-SIXOU, Mr. ROTENBERG,

Assistants : Mme GABAY-FARUCH, Mme YAN-VERGNES

56.02 PRÉVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LÉGALE (Mr.HAMEL)

Professeurs d'Université : Mr. SIXOU, Mme NABET, Mr. HAMEL

Maître de Conférences : Mr. VERGNES

Assistant: Mlle. BARON,

Adjoints d'Enseignement : Mr. DURAND, Mr. ROSENZWEIG

Section CNU 57 : Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

57.01 CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE, BIOLOGIE ORALE (Mr. COURTOIS)

PARODONTOLOGIE

Maîtres de Conférences : Mr. BARTHET, Mme DALICIEUX-LAURENCIN

Maître de Conférences Associée : Mme VINEL

Assistants: Mr. RIMBERT, Mr. ANDUZE-ACHER

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

CHIRURGIE ORALE

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, Mr. RAYNALDI

BIOLOGIE ORALE

Professeur d'Université : Mr. KEMOUN
 Maîtres de Conférences : Mr. POULET, Mr. BLASCO-BAQUE
 Assistants : Mr. BARRAGUÉ, Mme DUBOSC, Mr. LEMAITRE, Mr. TRIGALOU
 Adjoints d'Enseignement : Mr. SIGNAT, Mr. PUISSOCHET, Mr. FRANC

Section CNU 58 : Réhabilitation Orale58.01 DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX (Mr ARMAND)DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE

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. BALGUERIE, Mr. MALLE, Mr. FISSE

PROTHÈSES

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. GINESTE, Mr. CHAMPION,
 Mr. LE GAC, Mr. GAYRARD, Mr. COMBADAZOU, Mr. HENNEQUIN

FONCTIONS-DYSFONCTIONS, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Maîtres de Conférences : Mme JONJOT, Mr. NASR, Mr. MONTSARRAT
 Assistants : Mr. CANCEILL, Mme. GARNIER, Mr. OSTROWSKI
 Adjoints d'Enseignement : Mr. AHMED, Mme MAGNE, Mr. VERGÉ, Mme BOUSQUET,

Remerciements

A mes Parents,

Pour leur soutien sans faille tout au long de mes études et dans ma vie personnelle. Je ne vous remercierai jamais assez de m'avoir donné la chance de pouvoir réussir. Vous êtes mon modèle.

Je vous aime.

A mes Frères,

Alexandre, pour ton esprit débrouillard et ton humour. J'espère que tes voyages ont été et seront formateurs. Je souhaite qu'ils te permettent d'être heureux et épanoui.

Paul, pour ta connaissance et ta gentillesse. J'espère que tu sauras rebondir positivement et que tu sauras exploiter tes capacités, tu es capable de grandes choses si tu t'en donnes la peine.

A mes Grand Parents, ma Tante Anne et mon Oncle Jérôme

Sans qui je n'aurais jamais réussi ma première année. Pour votre patience, votre capacité d'écoute, vos encouragements et votre présence.

A Martine et Robert, Mes Cousines et mon petit cousin Simon

Pour votre soutien et vos encouragements, mais aussi pour vos 14 juillet et 15 août à Biarritz. Vivement l'année prochaine !

Agathe,

Pour tes encouragements, ta douceur, ton intelligence, tes conseils et ta patience, merci de me soutenir chaque jour. J'espère que tu pourras m'accompagner encore longtemps!

A mes Amis, pour tous ces moments de rire partagés ensemble, pour votre présence à mes côtés, vous avez chacun avec vos qualités su m'accompagner positivement.

A mes compagnons de route, Hélène, Claire, Vincent, Anastasia

Laetitia, pour ta présence depuis tout ce temps

Lydie, pour ton enthousiasme, ton sens de la fête et pour nos soirées. Tu es super !

A tous mes Amis que je n'ai pas pu citer.

To Peter and Susan, to the kids Tim, Molly and Seamus,

For all those summers you made wonderful! For the knowledge you gave me by opening your heart and your house. You are my second family over the Ocean. You are terrific. Thank you very much !

Aux Docteurs Marie Darraidou, Yves-André Brien, Antonin Hennequin, Florent Destruhaut, Valérie Bounan, Philippe et Patricia Jourdan ; pour me donner, et m'avoir donné la chance de vous observer et travailler avec vous afin de m'inspirer de votre savoir faire.

Au Docteur Knafo et Angélique son assistante, merci de m'avoir offert l'opportunité d'apprendre de votre expérience et votre maîtrise. Merci de m'avoir fait confiance.

« On ne voit bien qu'avec le coeur. L'essentiel est invisible pour les yeux. »
Antoine de Saint Exupéry - Le Petit Prince - 1943

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE

Monsieur le Professeur Philippe Pomar

- Doyen de la Faculté de Chirurgie Dentaire de Toulouse,
- Professeur des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- Lauréat de L'institut de Stomatologie et Chirurgie Maxillo-Faciale de la Slapêtrière,
- Habilitation à Diriger des Recherches (H.D.R),
- Chevalier dans l'Ordre des Palmes Académiques

Nous vous remercions d'avoir accepté la présidence de cette thèse.

Nous vous remercions également pour vos enseignements, votre disponibilité,
vos conseils et votre écoute tout au long de nos études.

Veillez trouver ici le témoignage de notre profond respect et nos sentiments
les plus sincères.

A NOTRE JURY DE THÈSE

Monsieur le Docteur Jean Champion

- 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.

Nous sommes très reconnaissants de votre présence dans notre jury de thèse.

Nous vous sommes reconnaissants pour vos enseignements de grande qualité
ainsi que vos nombreux conseils cliniques prodigués tout au long de ces
années de formation

Vous trouverez ici l'expression de notre respect.

A NOTRE DIRECTEUR DE THÈSE

Monsieur le Docteur Florent Destruhaut

- Maître de Conférences des Universités, Praticien Hospitalier d'Odontologie,
- 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

Nous sommes très reconnaissants de votre présence dans notre jury de thèse.

Nous vous remercions pour votre implication, la passion que vous avez su nous transmettre au cours de vos enseignements.

Veillez trouver ici la preuve de notre plus grande gratitude.

A NOTRE JURY DE THÈSE, CO-DIRECTEUR DE THÈSE

Monsieur le Docteur Antonin Hennequin

- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- Lauréat de l'Université Paul Sabatier

Nous sommes très reconnaissants de votre présence dans notre jury de thèse.

Nous vous remercions pour votre perfectionnisme, pour les innombrables conseils que vous nous avez prodigué au sein de vos enseignements et pour l'implication sans faille dont vous avez fait preuve dans la co-direction de ce travail. Nous espérons que ce travail ne décevra pas vos espérances.

Veillez trouver ici l'expression de notre reconnaissance.

A NOTRE JURY DE THÈSE

Monsieur le Docteur Michel Knafo

- Assistant hospitalo-universitaire d'Odontologie,
- Docteur en Chirurgie Dentaire,
- CES d'Odontologie Prothétique, mention: Prothèse Conjointe
- CES d'Odontologie Prothétique, mention: Prothèse Maxillo-Faciale,
- DU de réhabilitation des Maxillaires

Nous sommes très reconnaissants de votre présence dans notre jury de thèse.

Nous vous sommes reconnaissants pour avoir su transmettre votre savoir,
pour la confiance que vous nous avez témoignée.

Nous vous exprimons nos plus sincères remerciements. Vous trouverez ici
l'expression de notre respect.

Table des matières

Introduction	15
I- La Prothèse Complète Amovible Maxillaire	17
A- La Prothèse Mucco-portée.....	17
1- Réhabilitation	17
2- Limites	18
B- La Prothèse Amovible Complète Supra-Implantaire	19
1- Indications	19
1.1- Réhabilitation des édentements totaux	19
2- Prothèse Totale Supra Implantaire Maxillaire	20
2.1. Indications	20
2.2. Situation et Nombre d'implants	21
2.3- Les Attachements supra-implantaires.....	23
2.4 - Choix de l'attachement	24
2.5 - Barre ou Attachement axial	30
II- La Prothèse Complète Fixée Maxillaire Supra Implantaire.....	31
A. La Prothèse Fixe Conventionnelle ou Bridge Complet Implanto-Porté.....	35
1. Indications et Nombre d'implants	36
B. La Prothèse Implanto Portée dite sur « pilotis »	38
1. Indications et Nombre d'implants	39
C. Mise en charge immédiate	40
D. La prothèse Hybride	41
1- Hybride Fixe.....	41
1.1 Indications et Nombre d'implants.....	41
2- Hybride Télésopique	42
E. Les Concepts « All-on-four ».....	43

1. Indications.....	44
2. Nombre d'implants, Positions et Concepts	45
3. Concept All on Four Standard.....	45
4. Implants Zygomatiques et Réhabilitations	46
4.1 Indications et Nombre d'implants.....	46
4.2 Mise en charge.....	48
4.2.1 Mise en charge Immédiate.....	48
4.2.2 Mise en charge Retardée.....	50
4.3 Taux de Survie et Succès.....	50
5. Concept All on Four Hybride	51
6. Le Concept All on 6 avec Implants Extra-Oraux.....	51
7. Concept All on Four Extra-Maxillaire	52

III- Concepts Occlusaux55

A- Préalable	55
B- Recommandations	55
C- Principes de l'occlusion	57
1. La Position de Référence	57
2. Les Composantes de l'Occlusion	58
2.1 Enjeux Mécaniques.....	58
2.2 Enjeux Occlusaux	58
2.3 Cinétique Mandibulaire en fonction Masticatoire	59
2.3.1 Mouvements fondamentaux	59
2.3.2 Mouvements Fonctionnels.....	60
2.3.3 Enveloppes Fonctionnelles.....	61
2.4 Les Déterminants Postérieurs de l'Occlusion	62
2.4.1 L'angle de Bennett.....	62
2.4.1.1 Condyle Non Travaillant.....	63
2.4.1.2 Condyle Travaillant.....	64
2.4.2 La distance Inter-condylienne.....	64

2.4.3 La pente condylienne	65
2.5 Les Déterminants antérieurs de l'occlusion	66
2.5.1 Le Plan d'Occlusion	66
2.5.2 La Courbe de Spee	66
2.5.3 Les Courbes de Wilson	67
2.5.4 Le Guide Incisif.....	68
2.5.5 Le Guidage Canin.....	69
2.5.6 Hauteur Cuspidienne.....	70
2.6 Corrélation entre Pente incisive et Pente Condylienne.....	71
2.7 Une Dimension Verticale d'Occlusion	72
2.7.1 Définitions	72
2.7.2 Détermination d'une DVO.....	72
2.7.2.1 Augmentation Thérapeutique de la DVO.	73
2.7.2.2 Diminution thérapeutique de la DVO.	74
2.7.2.3 Critères de Décision.....	75
2.8 Le Guide anti-rétrusif	76
3. Le Schéma Occlusal	76
3.1 L'occlusion Mutuellement Protégée	77
3.2 L'occlusion intégralement équilibrée ou balancée	78
3.3 L'Occlusion Unilatéralement équilibrée	81
3.4 L'occlusion Fonctionnelle de Lauret et Le Gall	83
3.4.1 L'incision.....	83
3.4.2. Mouvements de Latéralité	83
3.4.2.1 Côté Triturant	83
3.4.2.1 Côté non triturant	84
3.4.3 Proposition Clinique	84
IV- Les Concepts Occlusaux face aux Situations Cliniques.....	85
A- Spécificités Implantaires	85
B- Recommandations Prothétiques	86

C- Adaptation des Concepts Occlusaux.....	87
1- Contacts prématurés et interférences	87
2- Surfaces d'appui et charges occlusales.....	89
3- Angle Cuspidien	90
4- Matériaux de Réhabilitation	90
5- Surcharge occlusale : Le système à l'épreuve du choix du schéma.....	91
5.1- Implant et dissipation des forces	91
5.2 - Système d'attachement et propagation des forces.....	96
5.3 Forces, Matériaux et Formes des dents.....	98
5.4 Analyse électromyographique	99
6- Occlusion lingualée	100
D- Recommandations Occlusales selon la réhabilitation	103
1- La PACSI	103
2- Bridge Complet Implanto-Porté	105
3- le Bridge sur Pilotis.....	106
4- Les Concepts All-on Four.....	108
Conclusion	110
Liste des Abréviations.....	112
Bibliographie.....	113

Introduction

L'espérance de vie de la population mondiale tend à s'élever de plus en plus, ainsi en 2050, elle sera de 90 ans pour les femmes et de 84 ans pour les hommes (1). Quelques deux milliards de personnes auront d'ici 2050 plus de 60 ans et 80% d'entre elles vivront dans un pays en voie de développement.

La prévalence élevée de l'édentement témoigne du recours ou non aux soins antérieurs. L'absence totale des dents a des répercussions physiologiques et psychologiques que les sujets soient appareillés ou non ; elle constitue aussi un handicap social. Généralement les patients édentés ne consultent plus de chirurgien dentiste, ce qui les rend à risque de pathologies neuro-musculo-articulaires, surtout si ils présentent des co-facteurs de risque (pathologies systémiques, consommation de tabac, prises médicamenteuses) qui retentissent sur l'environnement buccal.

Aux États-Unis d'Amérique, la prévalence des caries radiculaires est de 55,9% chez les plus de 75 ans, et la maladie parodontale (gingivite ou parodontite) serait retrouvée chez 55 à 85% des personnes âgées (1).

Les défis qui attendent les médecins bucco-dentaires dans les années à venir sont à la fois ceux d'une meilleure efficacité des thérapeutiques de sauvegarde des dents sur l'arcade, mais aussi une réhabilitation le cas échéant qui permette au patient de regagner une estime de soi de manière pérenne. Ainsi un patient édenté se considère souvent lui même comme anormal. Pourtant actuellement en France, un tiers des plus de 65 ans serait édenté complet (2). L'édentement complet maxillaire ne touche pas seulement les populations âgées et pauvres mais l'ensemble des couches sociales ; de nombreuses personnes jeunes sont également touchées.

Les réhabilitations réalisées devront remplir plusieurs rôles afin que le patient puisse accepter son traitement :

- Rôle Culturel : Vision globale de l'Homme, il est important de ne pas couper le patient de son environnement.
- Approche Centrée sur le Patient : Le patient est une entité bio-psycho-sociale
- Rôle Psycho-social :
 - Face à Face : Patient confronté à sa pathologie et l'image qu'il se renvoie.
 - Face à l'entourage : Patient confronté aux réactions de ses proches.

- Face aux autres : Patient face aux regards des inconnus.
- Rôle Fonctionnel : De nombreuses doléances sont exprimées par les patients porteurs de prothèses amovibles muco-portées (stabilité prothétique, absence de confort, esthétique, phonation, blessures...). Grâce à différents moyens techniques le praticien va chercher à répondre à l'ensemble des demandes et besoins de son patient.

Ce sont les choix du praticien, en amont de la réalisation de la réhabilitation, qui vont conditionner les doléances et les difficultés que le praticien aura à gérer.

Le concept occlusal est un élément essentiel dans la conception de la réhabilitation prothétique. Il sera choisi par le praticien architecte pour répondre aux questions de stabilité, de confort et de pérennité des réhabilitations implanto-portées ou muco-portées.

Différents concepts occlusaux sont aujourd'hui considérés comme réalisables sur les réhabilitations prothétiques. Chacun présentant des avantages et des inconvénients que le praticien devra prendre en compte afin de garantir au patient une réhabilitation pérenne, esthétiquement acceptable et neuro-musculairement intégrée.

L'objet de ce travail d'étude est de faire le point sur l'ensemble des techniques à la portée du praticien pour réhabiliter l'édenté complet maxillaire, et sur les pratiques de choix du concept occlusal confirmées par les données actuelles de la science.

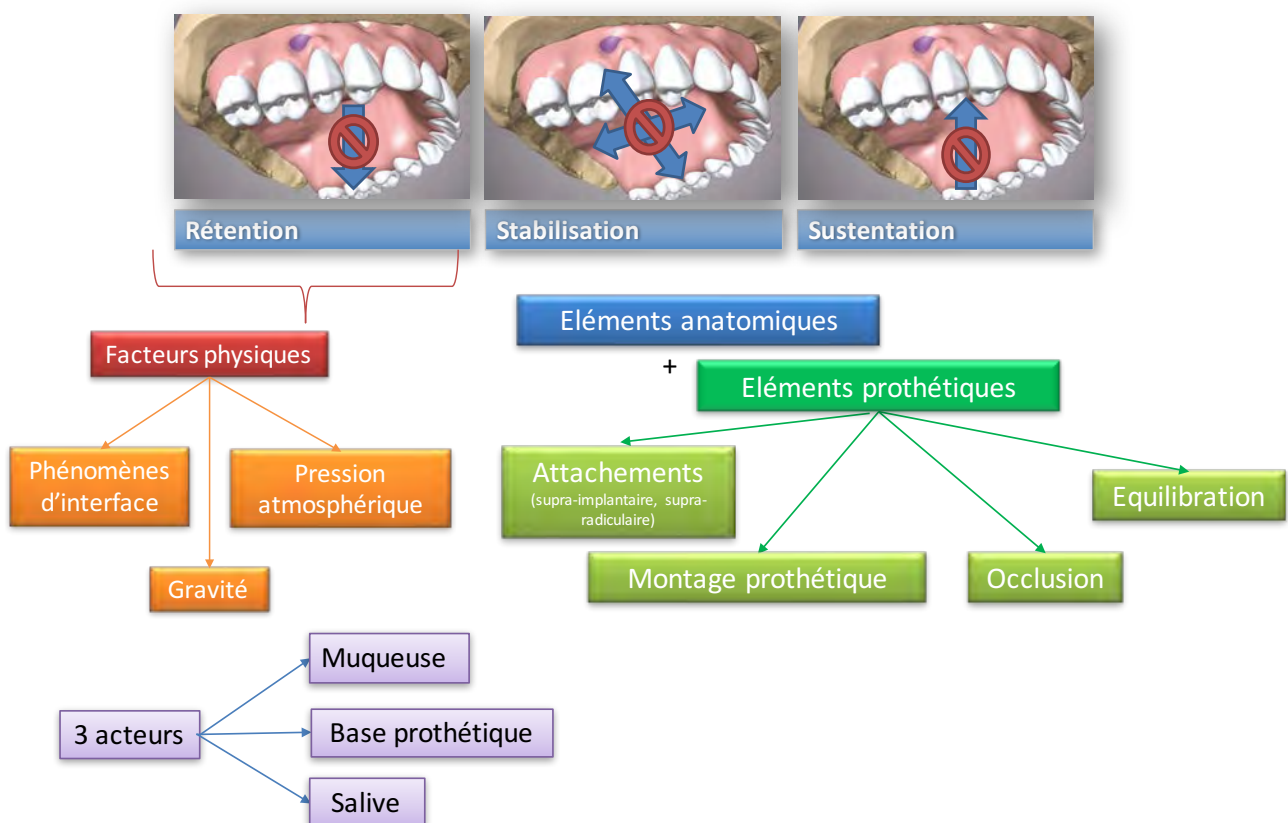
I- La Prothèse Complète Amovible Maxillaire

A- La Prothèse Mucco-portée

1- Réhabilitation

L'édentement complet est une réelle situation d'handicap pour les patients. La perte de l'organe dentaire peut conduire à des états de souffrance d'ordres psychologiques, musculaires et nutritionnels. La réalisation d'une prothèse mucco-portée conventionnelle est une réhabilitation souvent indiquée dans les situations d'édentement maxillaire total (3) (4). La réalisation de la prothèse amovible complète (PAC) devra respecter des impératifs de stabilité, de rétention et de sustentation auxquels viendront s'ajouter des impératifs majeurs d'occlusion et d'équilibration. La prothèse complète pour être parfaitement intégrée sur les plans fonctionnels (Figure1), esthétiques et psychologiques devra assurer l'équilibre tissulaire et prothétique.

Fig 1: Eléments de Maintien d'une Prothèse Amovible



Les objectifs en PAC sont : (5)

- rétablir l'esthétique et la fonction de l'appareil manducateur sans amener de pathologies.
- maintenir l'équilibre et la stabilité des prothèses pendant les différentes fonctions et en particulier la mastication.
- créer un équilibre avec des contacts généralisés simultanés en propulsion et en diduction à partir d'une position d'équilibre prothétique
- établir une Occlusion d'Inter-cuspidie Maximale(OIM) stable
- rétablir et conserver une Dimension Verticale d'Occlusion(DVO) fonctionnelle

Sato et al. (6) décrivent sept critères de qualité d'une PAC mucco portée : l'agencement des dents antérieures, le respect de l'espace libre d'inocclusion physiologique, la stabilité, l'occlusion, l'équilibration, la rétention et la qualité des bords .

2- Limites

A terme, la PAC tend vers une perte d'adaptation des prothèses qui peut entraîner des problèmes de rétention, de stabilité et d'occlusion (7) (8).

Ces derniers sur une prothèse complète mal-adaptée induisent une fonction masticatoire déficiente entraînant chez les populations traitées par prothèse conventionnelle un risque de mal-nutrition (9). Une malocclusion en PAC engendre également des phénomènes de résorption et l'apparition de crêtes flottantes.

Les édentements totaux pris tardivement en charge sont des situations difficiles à réhabiliter avec une prothèse conventionnelle. L'atrophie crestale ne permettant plus de respecter les éléments essentiels au port d'une prothèse mucco portée. Dans ce sens, les Consensus de Mac Gill (10) en 2002 et de York (11) en 2009, ont engagé des changements de thérapeutiques, privilégiant les thérapeutiques prothétiques implanto-portées qui tendent à augmenter la rétention des prothèses. Outre la solution amovible conventionnelle, au maxillaire, il est possible d'envisager une solution fixe, ou amovible implanto-portée.

B- La Prothèse Amovible Complète Supra-Implantaire

1- Indications

Les indications globales des traitements implantaires sont les suivantes :

- Manque de rétention d'une prothèse adjointe,
- Instabilité d'une prothèse adjointe,
- Inconfort fonctionnel avec les prothèses adjointes,
- Refus psychologique de port d'une prothèse adjointe,
- Habitudes para-fonctionnelles qui compromettent la stabilité d'une prothèse adjointe,
- Localisation et nombre inadéquats de piliers résiduels,
- Absence de pilier dentaire pour réaliser une prothèse fixée,
- Edentement unitaire avec des dents adjacentes saines,
- Agénésies dentaires,
- Demande d'une thérapeutique conservatrice (refus de mutilation des dents saines),
- Nécessité d'un ancrage orthodontique pour réaliser des mouvements au niveau d'une même arcade, des mouvements inter-arcades, des mouvements des bases osseuses

1.1- Réhabilitation des édentements totaux

Définition : Une prothèse amovible complète supra-implantaire (PACSI) est définie comme une prothèse complète qui recouvre des implants dentaires et les utilise pour améliorer la rétention, et la stabilisation (7).

2- Prothèse Totale Supra Implantaire Maxillaire

2.1. Indications

L'utilisation d'implants au maxillaire pour une prothèse complète peut-être considérée par certains comme une erreur (12).

En effet, leurs propos sont basés sur le fait que le maxillaire propose une surface d'appui fibromuqueuse suffisante pour que, lors de la conception de la prothèse, le praticien enregistre et tire profit de l'ensemble de la surface d'appui palatine et crestale afin de stabiliser et assurer la rétention de sa prothèse (13). Les implants nécessitent un espace prothétique important et le gradient de résorption centripète au maxillaire entraîne souvent une palatinisation des implants ne correspondant pas aux critères idéaux d'attachement des PACSI.

Pour d'autres auteurs, même réalisée à la perfection, il est possible d'avoir une mobilité dans les 3 sens de l'espace. L'utilisation d'implants permettrait aussi de diminuer la résorption osseuse et d'accroître l'efficacité masticatoire (13).

Pour Walton (14), le recours à la prothèse implanto-portée est le traitement de choix, avant toutes les autres options thérapeutiques et le recours à la prothèse traditionnelle ne se fait que lors de contre-indications à la prothèse implanto-portée.

Les indications de recours à la PACSI au maxillaire seraient les suivantes : (13)

- Pas de décalage important antéro-postérieur des bases osseuses.
- Quantité d'os insuffisante pour envisager un traitement par prothèse fixe supra-implantaire.
- Sourire gingival incompatible avec une prothèse fixe pour des raisons esthétiques.

INTÉRÊTS DE LA PACSI (Figure 2) :

Ce type de restauration possède de nombreux avantages.

Elle permet de :

- résoudre les problèmes de mobilité de la prothèse,
- retrouver des rapports occlusaux stables,
- répondre à la perte de la masse musculaire,
- prendre en compte les modifications squelettiques,
- satisfaire la demande des patients.



Fig 2: Illustration d'une PACSI Maxillaire

2.2. Situation et Nombre d'implants.

Pour Mariani (13), le minimum d'implants au maxillaire doit être de 4 implants reliés par une barre.

Ces implants sont placés en position d'incisives latérales et premières prémolaires selon Davarpanah (15). En effet le positionnement des implants doit tenir compte d'une éventuelle évolution vers un traitement par prothèse fixée (thérapeutique à long terme) comme le préconise Davies (16). Un positionnement des implants selon une organisation quadrangulaire ou pentagonale, permet d'atteindre l'objectif de stabilité tout en diminuant les contraintes associées aux implants (17).

Slot (18) mène en 2013 une étude comparative prospective sur 1 an afin de comparer la survie implantaire ainsi que la perte d'os marginale entre une réhabilitation supportée par 4 implants ou 6 implants dans le maxillaire antérieur. Sur les 50 patients inclus dans cette étude randomisée, il n'y a pas eu de différence significative entre les deux groupes.

Slot (19) propose la même étude pour 4 ou 6 implants dans le secteur maxillaire postérieur. A 5 an il n'apparaît pas de différence significative entre les deux groupes traités que ce soit au niveau de la perte osseuse (avec 0.50 ± 0.37 mm de perte osseuse pour les réhabilitation sur 4 implants et 0.52 ± 0.43 mm pour les réhabilitation sur 6 implants.), de la survie implantaire ou de la satisfaction du traitement.

Raghoobar (20) mène une étude sur la survie à court terme (1an) d'implants supportés par des barres. Il rapporte qu'au delà de quatre implants le taux de survie avoisine les 97% selon une revue de la littérature de 24 études respectant les critères d'inclusion. Ce taux de survie chute à 89% lorsque le nombre d'implant est inférieur à quatre. La conclusion de cette étude montre qu'un minimum de 4 implants répartis sur le maxillaire unis par une barre est nécessaire pour une pérennité et une très bonne survie implantaire.

Cependant, une étude publiée un an plus tôt par Rocuzzo (21) sur le même sujet n'avait pas permis de trouver d'étude remplissant les critères d'inclusion et concluait à une nécessité de plus haut niveau de preuves des études avant de réaliser des recommandations.

Tableau présentant les Avantages et les inconvénients d'une PACSI:

Avantages	Inconvénients
Amélioration de la stabilité et la rétention de la PAC.	maintenance contraignante en termes de temps et de coût pour le patient comme pour le praticien.
tolérance de la PAC acquise	différence de comportement des surfaces d'appui nécessitant une précision d'enregistrement accrue.
hygiène et entretien plus aisés qu'une prothèse fixée.	
augmentation de l'efficacité masticatoire par rapport à une PAC.	
diminution de la résorption des crêtes	
obtention d'un résultat esthétique satisfaisant en présence d'un sourire gingival.	
contrôle du profil et du soutien des lèvres aisé.	
décalage inter-arcade plus facile à gérer	

Les avantages du recours à une PACSI maxillaire sont énoncés dans le tableau ci-dessus, mais de manière générale le nombre de PACSI mandibulaires est beaucoup plus important que le nombre de PACSI maxillaires pour un rapport d'environ 1 pour 10 (22) (23).

Ceci s'explique par le nombre de 4 implants nécessaires au maxillaire ce qui augmente le coût et réduit la demande mais aussi par une moindre pérennité des implants au maxillaire due à la moins bonne qualité de l'os maxillaire par rapport à l'os mandibulaire. De plus l'indication d'implants à la mandibule est beaucoup plus importante que l'indication d'implants au maxillaire (22) (23).

2.3- Les Attachements supra-implantaires

Les attachements supra-implantaires permettent de relier une prothèse amovible (partielle ou totale) à son support implantaire (8). Les systèmes d'attachements peuvent être des barres de rétention ou des attachements axiaux à liaison articulée.

Le système d'attachement doit répondre à un cahier des charges précis (24)(25) :

- Fonctionnement simple,
- Simplicité de mise en oeuvre clinique,
- Simplicité de mise en oeuvre au laboratoire,
- Nombre d'instruments dévolus à l'attachement limité,
- Volume réduit,
- Biocompatibilité,
- Hygiène facile,
- Activation/Désactivation possible et aisée,
- Efficacité de rétention suffisante,
- Solidité,
- Maintenance et ré-interventions simples.

Les attachement axiaux (Figure 3) peuvent être (26) :

- une bague en caoutchouc : Système O-ring,
- Une bague en plastique : Système Locator - NOVALOC,
- Un système à ressort de type lame activante : Dalbo B,
- Une bague vissable à ressort type activante : Dalbo plus et Dalbo,



Figure 3 : A Gauche un Système D'attache Locator, Au centre un Système Dalbo B, A Droite un Système d'attachement O-ring.

2.4 - Choix de l'attachement

Le choix de la rétention d'une prothèse au maxillaire, si le choix du praticien est d'utiliser des attachements pour sa réhabilitation, peut se poser entre un Attachement Locator®, un attachement axial (ou O-ring) ou une barre de rétention.

On notera l'étude de Elsyiad de 2017 (27) qui compare l'utilisation in vitro de la rétention sur attachement Locator® à la rétention sur barre cavalier. L'insertion d'implants maxillaires en position de canines et de deuxièmes prémolaires sur crâne acrylique est réalisée.

Une réhabilitation prothétique est réalisée et des forces sont appliquées pour connaître le degré de désinsertion.

Lors de cette étude, l'auteur s'attache à comparer les valeurs de rétention des barres, et des Locator® de type Rose, Bleu et Transparent. Cette Comparaison se fait lors de la primo-insertion, puis après avoir inséré et désinséré la prothèse 540 fois.

Quatre types de désinsertion ont été mesurées, la force de désinsertion verticale, la force de désinsertion oblique antérieure, la force de désinsertion oblique postérieure, la force de désinsertion oblique latérale. La première force permet de connaître la rétention et les trois dernières mesures permettront de connaître la stabilité préférée par les attachements.

Les résultats mesurant la perte de rétention entre la force nécessaire à la désinsertion initiale et la force nécessaire à la désinsertion après les 540 cycles de fatigue de l'attachement sont présentés dans le tableau suivant :

Table 3 Percentage of retention loss (%) for all groups and dislodging forces

	Dolder Bar	Locator blue	Locator pink	Locator transparent	ANOVA (p value)
		Retention (Vertical dislodging)			
X ± SD	66.69 ± 4.29 A,a	38.47 ± 3.63 A,b	42.49 ± 1.61 A,b	53.61 ± 1.70 A,c	<0.001*
		Stability (Anterior dislodging)			
X ± SD	73.32 ± 5.40 A,a	29.47 ± 8.39 A,b	33.92 ± 3.54 A,b	43.06 ± 3.34 A,c	<0.001*
		Stability (Posterior dislodging)			
X ± SD	60.99 ± 3.62 A,a	22.25 ± 5.90 A,b	32.64 ± 1.40 A,b	45.60 ± 2.49 A,c	<0.001*
		Stability (Lateral dislodging)			
X ± SD	62.35 ± 6.53 A,a	35.52 ± 11.99 A,b	43.04 ± 28.42 A,b	42.73 ± 3.20 A,b	<0.001*
ANOVA (p value)	0.120	0.054	0.125	0.179	

X; mean, SD: standard deviation.

*p is significant at 5% level of significance. Different lowercase letters indicate a significant difference between groups, and different uppercase letters indicate a significant difference between dislodging forces (Bonferroni, $p < 0.05$).

Cette étude montre qu'il y a une perte de rétention significative entre les différents groupes d'attachements mis à l'épreuve. La plus grande perte de rétention atteint le groupe des barres cavalier suivi par les Locators® Transparents. Les Locators® Bleu résistent le mieux à la fatigue de l'ensemble des attachements étudiés.

Cependant les Locators® Transparents présentent malgré leur fatigabilité une force nécessaire pour la désinsertion la plus élevée de l'ensemble des attachements étudiés. Les valeurs en Newton sont répertoriées dans les deux tableaux suivants :

Table 1 Initial retention and stability forces of different groups and dislodging forces (N)

	Dolder Bar	Locator blue	Locator pink	Locator transparent	ANOVA (p value)
X ± SD	27.77 ± 1.79 Aa	33.53 ± 1.12 Aa	64.25 ± 1.51 Ab	94.15 ± 1.62 Ac	<0.001*
X ± SD	19.17 ± 1.80 Ba	21.84 ± 0.85 Bb	34.83 ± 0.86 Bc	54.59 ± 1.13 Bd	<0.001*
X ± SD	17.55 ± 1.25 Ba	20.17 ± 1.75 Bb	38.08 ± 1.58 Cc	67.47 ± 1.19 Cd	<0.001*
X ± SD	13.25 ± 0.76 Ca	13.39 ± 0.89 Cb	25.09 ± 0.55 Dc	46.44 ± 1.13 Dd	<0.001*
ANOVA (p value)	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	

Table 2 Final retention and stability forces (after wear simulation) of different groups and dislodging forces (N)

	Dolder Bar	Locator blue	Locator pink	Locator transparent	ANOVA (p value)
X ± SD	9.20 ± 0.81 Aa	20.62 ± 1.15 Ab	36.94 ± 0.94 Ac	43.66 ± 1.18 Ad	<0.001*
X ± SD	5.06 ± 0.79 Ba	15.35 ± 1.32 Bb	23.00 ± 0.79 Bc	31.07 ± 1.59 Bd	<0.001*
X ± SD	6.83 ± 0.53 Ba	15.63 ± 1.16 Bb	25.65 ± 1.16 Cc	36.68 ± 1.19 Cd	<0.001*
X ± SD	4.97 ± 0.79 Ca	8.57 ± 1.13 Cb	14.24 ± 7.04 Dc	26.58 ± 1.13 Dd	<0.001*
ANOVA (p value)	<0.001*	<0.001*	<0.001*	<0.001*	

X; mean, SD; standard deviation.

*p is significant at 5% level of significance. Different lowercase letters indicate a significant difference between groups, and different uppercase letters indicate a significant difference between dislodging forces (Bonferroni, $p < 0.05$).

Tableau 3 : Conversion de Newton en Kg

Newton	Kg
90	9
30	3
20	2

Pour des réhabilitations complètes sur 4 implants maxillaires, cette étude privilégierait l'utilisation d'attachements Locator® bleus par rapport à des barres cavalier. L'utilisation de Locator Transparent nécessite une force de désinsertion trop importante environ 9kg par attachement.

Elsyad de 2017 (28) mène la même étude en comparant cette fois la rétention obtenue in vitro sur des attachements Locator® et des attachements axiaux type O-ring. De la même manière que l'étude précédente, l'application de forces à une réhabilitation prothétique montre que la rétention à la fois axiale et non axiale des attachements Locator® rétention médium (transparent) est meilleure que la rétention avec locator® légère (rose) ou et rétention extra légère (bleue) ou bien qu'avec les attachements O-ring.

Des études rétrospectives sur l'utilisation d'attachements Locator® comme celle de Wang 2016 (29) montrent un taux de survie de 95% des implants à 46 mois. Cette étude porte sur 26 patients porteurs de 104 implants dont l'indice de plaque, l'indice de saignement et la profondeur de poche autour de l'implant ont été évalués. Lors de cette étude, un implant s'est révélé défaillant par absence d'ostéo-intégration. Les auteurs notent une plus grande perte d'os autour des implants placés dans les secteurs postérieurs qu'autour des implants placés dans les secteurs antérieurs sans qu'aucun lien de cause à effet ne soit mentionné. Ainsi dans les limites de cette études, la conclusion laisse penser que les attachements Locator® au maxillaire sembleraient être une solution thérapeutique fiable.

Zou (30) mène en 2013 une étude prospective de trois ans pour suivre trois groupes de 10 patients, le premier traité par barre/cavalier, le deuxième groupe par couronne télescopique et le dernier par attachement Locator®.

Cette étude porte à la fois sur l'apparition de péri-implantite à trois ans mais également sur l'indice de plaque, l'indice de saignement et l'index gingival. Les résultats ne montrent pas de différence significative quant à l'apparition de péri-implantite sur trois ans mais les auteurs mentionnent que le maintien de l'hygiène est plus facile, et réduit le nombre de séances de maintenance dans le groupe traité par attachement Locator®

Malgré la difficulté de conclure sur une étude prospective comme celle-ci, (notamment un échantillon de faible taille (n= 30 personnes) et peu d'informations sur les conditions de pose d'implants, les attachements Locator® sembleraient montrer de meilleurs résultats cliniques.

En 2014, la fondation FOR (Fundation for oral Rehabilitation) parvient à un consensus lors d'une conférence portant sur le nombre d'implants. Au maxillaire, il est préférable lors d'une réhabilitation complète d'avoir une rétention répartie sur 4 implants par attachement Locator® ou interconnectés par une barre.

L'augmentation des réhabilitations sur prothèse complète maxillaire implanto-retenue pose la question essentielle de la présence ou non de palais. Une étude menée en 2016 parue dans le Journal of Oral Maxilofacial Implants, menée par Takahashi (31), se propose d'examiner l'influence d'une présence de palais sur les déformations mécaniques des PACSI.

Dans cette étude une force de 98 newton est appliqué sur un articulateur via sa branche inférieure afin de simuler une occlusion.

Sept cas de figures sont étudiés, PACSI retenue par 2, 4 ou 6 implants. Les cas où la PACSI est retenue par 2 ou 4 implants ont été sous-divisés en groupes en fonction de la position des implants sur l'arcade ; antérieur, prémolaire (uniquement pour le groupe avec 4 implants) et molaire. Les résultats sont présentés dans le Graphique 1.

Graphique 1 : Comparaison des forces de cisaillement avec ou sans palais dans différentes positions des implants.

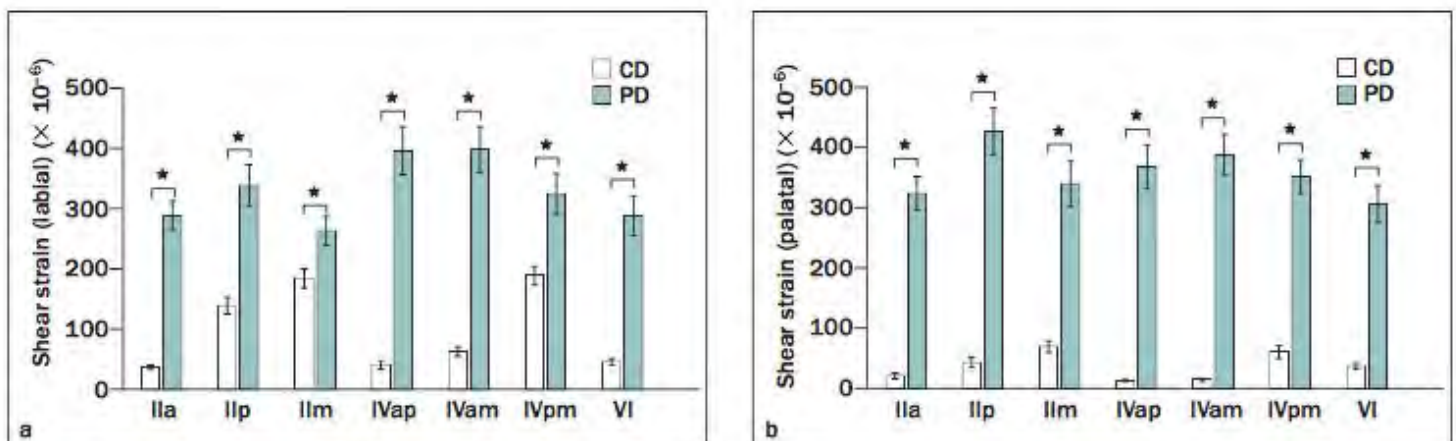


Fig 6 Graphs comparing the shear strains ($\pm$ standard deviation) with and without palatal coverage in different implant configurations. Differences in mean values were analyzed using a t test. *Denotes a significant difference ($P < .05$). (a) Shear strains of labial side; (b) shear strains of palatal side. CD = conventional denture; PD = palateless denture; IIa = supported by two anterior implants; IIp = supported by two premolar implants; IIm = supported by two molar implants; IVap = supported by two anterior and two premolar implants; IVam = supported by two anterior and two molar implants; IVpm = supported by two premolar and two molar implants.

Selon les auteurs, les forces de cisaillement dans les prothèses sans palais sont plus de deux fois plus importantes que les prothèses avec palais. Les résultats sont présentés sous forme de diagramme comparatif ci-dessus.

De plus il a été remarqué que les forces de cisaillements étaient plus importantes sur les réhabilitations supportées par des implants molaires ou prémolaires. Cette remarque permet aux auteurs de préconiser la mise d'implants antérieurs pour une réhabilitation maxillaire.

Les conclusions de cette étude tendraient à montrer que les réhabilitations sans palais souffrent de forces de déformations plus importantes que les réhabilitations avec palais et ce quelle que soit la distribution des implants.

Ainsi il est préconisé de réaliser des réhabilitations avec palais supporté par 4 implants placés antérieurement. Les implants n'amènent qu'un complément de rétention mais la prothèse conserve son appui ostéo-muqueux d'où la nécessité de conserver un appui au niveau du palais. De plus une selle résine rigide est obligatoirement réalisée pour éviter le phénomène de résorption et l'apparition de crêtes flottantes.

Kent (32) utilise la méthode d'analyse photo-élastique afin de déterminer la transmission de forces aux implants lors de réalisation de PACSI sur 4 implants maxillaires avec et sans palais. Ainsi avec une charge centrale (en arrière des incisives centrales au niveau de la papille incisive) l'étude montre une plus grande transmission des forces aux attachements puis aux implants quelque soit l'attachement testé. Lors d'une charge unilatérale qu'elle soit à droite ou à gauche de plus grandes forces sont observées sur les implants distaux lors du test de la réhabilitation sans palais (comparé à la réhabilitation avec palais). Les attachements Locator® propageraient moins les forces aux implants qu'un attachement barre.

En conclusion de cette étude, l'utilisation d'une réhabilitation avec palais au maxillaire permet une réduction des forces transmises quelque soit le type d'attachement utilisé.

Présentation d'un Cas Clinique réalisé par le Dr Antonin Hennequin d'une réhabilitation par barre pour une PACSI :



Présentation d'un Cas Clinique réalisé par le Dr Antonin Hennequin d'une réhabilitation par barre surmonté d'attachement Locator® pour une PACSI :



2.5 - Barre ou Attachement axial

Pour les barres une distance minimale de 8 à 10mm entre les faces proximales des implants est nécessaire. Un écartement de 20mm entre les piliers autorise la mise en place de deux cavaliers de rétention.

Une barre de rétention ne nécessite pas un axe rigoureusement parallèle entre les piliers. Cependant l'utilisation d'un attachement axial n'a qu'une faible tolérance à la divergence des axes implantaires.

Critères	Attachements Axiaux	Barres de Conjonction
Parallélisme des implants	Stricte (tolérance 5 à 15°)	Rattrapage d'axe possible
Volume prothétique	faible	important
Distance inter-implants	indifférente	Minimum 15mm pour deux cavaliers
Forme de l'arcade	Indifférente	Arcade antérieure rectiligne
Position implantaire	Incisives Latérales/Canines/ Premières Prémolaires Symétriques par rapport à l'axe médian	Incisives Latérales /Premières Prémolaires

Figure 4: Tableau récapitulatif des indications du choix d'un attachement axial ou par barre de conjonction.

Recommandation : Au maxillaire pour une réhabilitation complète amovible de type PACSI, il est actuellement recommandé de mettre au moins 4 implants avec des Attachements à résilience type Locator® (ou attachement inversé avec boule dans la selle prothétique), de mettre un palais et de réaliser des selles rigides en résine.

II- La Prothèse Complète Fixée Maxillaire Supra Implantaire

La réhabilitation maxillaire par prothèse fixée est un domaine beaucoup plus vaste qui regroupe de très nombreuses options thérapeutiques : la prothèse supra-implantaire fixe scellée, vissée, unitaire, plurale, la prothèse sur pilotis, la prothèse hybride, le concept de Prothèse dit « All on Four », « All on Six », avec des ancrages osseux maxillaires ou extra-maxillaires (implants zygomatiques ou ptérygoidiens).

Le choix d'un type de restauration dépendra de l'étendue de celle-ci ainsi que de la présence de volumes osseux corrects associés à une bonne stabilité primaire des implants.

Selon une revue de la littérature, menée par Bryant en 2007 (33), au maxillaire, il y a une légère différence entre taux de survie des implants supportant une prothèse amovible et une prothèse fixe, au bénéfice de cette dernière.

Cependant, la différence est à mettre en relation avec le faible niveau osseux souvent remarqué en pré-opératoire sur les patients réhabilités par prothèse amovible.

Ainsi un faible niveau osseux conditionne souvent la mise en place de prothèses amovibles mais ce faible niveau osseux conditionne aussi un taux de survie implantaire plus faible. C'est pour cela qu'on retrouve un taux de survie sur les prothèses amovibles implanto retenues plus faible.

Le type de prothèse conçue n'influençant pas la survie de l'implant.

Il appartient à l'équipe soignante de déterminer le nombre d'implants face au cas clinique en respectant des critères objectifs tels que :

- le volume osseux.
- la présence d'obstacles anatomiques.
- le décalage antéro-postérieur des arcades.
- la force masticatoire et la présence de parafunctions.
- la hauteur de la ligne du sourire.
- le type de prothèse.

C'est grâce à une analyse pré-implantaire rigoureuse que l'on choisira le concept prothétique le plus adapté à la situation clinique.

Une grande disparité du nombre d'implants apparaît lorsqu'on s'intéresse à la réhabilitation fixe du maxillaire. Le nombre d'implants dépendra de la réhabilitation prothétique envisagée, mais aussi de la possibilité d'implantation dans la zone.

Les praticiens choisissent souvent leurs réhabilitations en fonction du nombre d'implants qu'ils peuvent placer, en gardant souvent en tête qu'un plus grand nombre d'implants devront être placés pour une prothèse fixe que pour une prothèse amovible. Il n'existe pas de consensus scientifique clair sur le nombre d'implants et la position idéale qu'ils devraient avoir.

Cependant des suggestions peuvent être faites en fonction des revues de la littérature. Pour la réhabilitation de l'édenté maxillaire en plus du choix du nombre, de l'amovibilité et de la répartition des implants, il est très important de prendre en compte des critères fonctionnels et morphologiques (34) (35) (36) (37).

Une méta-analyse publiée en 2016 menée par Kern et al. (38), concernant les essais randomisés et analyses prospectives sur le nombre et la situation des implants, le type de prothèse (amovible vs. fixe) nous montre une grande disparité dans la qualité des études proposées afin de définir un standard du nombre d'implants.

La plupart des études sont rétrospectives, et les études prospectives incluent un trop faible nombre de patients pour être statistiquement significatives.

L'étude de Kern (38) utilise une Loi de Poisson (projection de probabilité) pour calculer le taux estimé de survie des implants à 3, 5 ou 10 ans.

En ce qui concerne la comparaison du taux de survie d'implants supportant une prothèse fixe ou amovible, le taux de perte d'implants est plus élevé dans les groupe des prothèses amovibles, en particulier si les prothèses sont supportées par moins de 4 implants.

Pour la prothèse fixe, le taux de perte d'implants est de 0,28 [95% CI 0.20; 0.39] pour 100 implants années. Au sein de ce groupe aucune comparaison n'est possible avec un nombre d'implants inférieur à 6 implants par manque d'études.

La surface des implants a également été examinée. Dans chaque sous groupe les implants usinés ont une plus grande tendance à être perdus que les implants avec une surface rugueuse. Cependant il n'y a pas de différence significative concernant la perte d'implants dans les restaurations fixes quelle que soit la manufacture de l'implant.

La mise en charge immédiate ou conventionnelle a également été comparée sans différence significative au maxillaire en ce qui concerne la survie de l'implant.

Comparison in the maxilla									
	Number of study populations	Number of patients	Number of implants	Number of post-loading implant losses	Total exposure time (implant years)	Estimated loss rate per 100 implant years [95% CI]	Estimated 3-year implant survival (%) [95% CI]	Estimated 5-year implant survival (%) [95% CI]	P-value
Fixed vs. removable prostheses (category <4 implants excluded)									
removable	6	84	334	25	1082.10	2.31 [1.56; 3.42]	93.30 [98.91; 99.41]	89.09 [84.28; 92.50]	<0.0001
fixed	14	363	2383	42	15060.08	0.28 [0.21; 0.38]	99.17 [98.87; 99.38]	98.62 [98.13; 98.97]	
Removable: <4 implants vs. 4 implants									
<4	5	49	133	46	636.90	7.22 [5.41; 9.64]	80.52 [74.88; 85.02]	69.70 [61.75; 76.30]	<0.0001
4	6	84	334	25	1082.10	2.31 [1.56; 3.42]	93.30 [90.25; 95.42]	89.09 [84.29; 92.50]	
Fixed: ≥6 (no comparison feasible)									
≥6	11	303	2057	37	13099.78	0.28 [0.20; 0.39]	99.16 [98.84; 99.39]	98.60 [98.07; 98.98]	

Machined implant surface vs. rough implant surface (category <4 implants excluded)									
	Number of study populations	Number of patients	Number of implants	Total number of post-loading implant losses	Total exposure time (implant years)	Estimated loss rate per 100 implant years [95% CI]	Estimated 3-year implant survival (%) [95% CI]	Estimated 5-year implant survival (%) [95% CI]	P-value
Overall comparison									
Machined	21	657	2888	87	21089.63	0.41 [0.33; 0.51]	98.77 [98.48; 99.00]	97.63 [97.09; 98.02]	<0.0001
Rough	53	1662	6246	57	29123.75	0.20 [0.15; 0.25]	99.41 [99.24; 99.55]	99.03 [98.74; 99.25]	
Fixed (maxilla and mandible)									
Machined	12	393	2240	49	17423.42	0.28 [0.21; 0.37]	99.16 [98.89; 99.36]	98.17 [97.67; 98.56]	0.1177
Rough	16	536	1714	23	12145.70	0.19 [0.13; 0.28]	99.43 [99.15; 99.62]	99.06 [98.59; 99.37]	
Removable (maxilla and mandible)									
Machined	9	264	648	38	3666.21	1.04 [0.75; 1.42]	96.94 [95.82; 97.76]	94.93 [93.15; 96.32]	<0.0001
Rough	37	1059	3180	34	16978.05	0.20 [0.14; 0.28]	99.40 [99.16; 99.57]	99.01 [98.61; 99.30]	
Maxilla (fixed and removable)									
Machined	7	163	1162	58	9377.40	0.62 [0.48; 0.80]	98.16 [97.63; 98.58]	96.95 [96.08; 97.64]	<0.0001
Rough	12	241	1385	9	5984.78	0.15 [0.08; 0.29]	99.55 [99.14; 99.77]	99.25 [98.57; 99.61]	
Mandible (fixed and removable)									
Machined	13	451	1556	29	11712.23	0.25 [0.17; 0.36]	99.26 [98.94; 99.49]	98.76 [98.22; 99.15]	0.4518
Rough	41	1395	4730	48	23138.97	0.21 [0.16; 0.27]	99.38 [99.17; 99.53]	98.96 [98.63; 99.22]	

Tableau 4 et 5 : Taux de survie des implants en fonction de leur nombre et du type de prothèse (Tableau 4) et taux de survie implantaire en fonction du type de surface des implants (Tableau 5).

Le choix du type de prothèse doit se faire en fonction de la quantité d'os disponible.

Misch propose une classification qui permet au praticien de guider son choix de prothèse en prenant en compte la hauteur de reconstruction dans le sens vertical en fonction de la perte osseuse. (FP = Fixed Prothesis, RP = Removable prothesis)

FP-1 : La prothèse fixée remplace uniquement les couronne dentaires. Le patient n'a pas ou peu de perte d'os alvéolaire. Il n'est pas nécessaire de mettre une fausse gencive.

FP-2 : Remplace la partie coronaire ainsi que la partie dénudée des racines. le patient a une perte alvéolaire modérée. Il faut parfois mettre une fausse gencive.

FP-3 : La prothèse remplace toute la hauteur des dents manquantes ainsi que des tissus mous. Tout l'os alvéolaire est perdu. il faut toujours mettre une fausse gencive.

RP- 4 :La prothèse amovible est entièrement supportée par des implants.

RP-5 : La Prothèse est amovible avec des appuis mixtes implantaires et muqueux.

Recommandations : La mise en place d'une prothèse fixe supportée par des implants doit être privilégiée lorsque l'ensemble des conditions sont réunies (Quantité d'os, capacité de maintenance, demande esthétique, possibilités financières...).

Il est préférable d'envisager des réhabilitation au minimum sur 6 implants dès lors que les conditions le permettent.

A. La Prothèse Fixe Conventionnelle ou Bridge Complet Implanto-Porté

La réalisation d'une thérapeutique fixe conventionnelle (figure 5) se rapproche beaucoup de ce que l'on voudrait réaliser sur dents naturelles. Elle permet un respect de l'anatomie dentaire mais aussi une répartition des forces sur les implants. Cette réhabilitation constitue le gold standard des restaurations.



Figure 5 : Armature pour bridge complet implanto-porté.

La structure prothétique supra-implantaire peut être scellée ou transvissée, et remplacera directement les dents manquantes sans ajout de fausse gencive.

Lors d'une faible résorption, la prothèse ne comporte pas de fausse gencive

La seule hauteur des dents prothétiques suffit à retrouver une situation esthétique et fonctionnelle

Ainsi on privilégiera la réalisation d'une prothèse fixe de type bridge complet dans les cas où la perte osseuse est minime, où le décalage des bases faibles et la ligne du sourire haute.

Il est également préconisé de réaliser ce type de restauration lorsque les désirs esthétiques du patients sont élevés (39)(40).

Il est important de préciser la différence que nous ferons au niveau des taux de succès et taux de survie des implants. Le taux de succès est, dans les études présentées, dépendant de 3 facteurs, pas de mobilité, pas de radio-transparence continue autour de l'implant et pas d'infection péri-implantaire. Le taux de survie sera quant à lui dépendant du seul fait que l'implant est encore présent sur l'arcade.

1. Indications et Nombre d'implants

Le nombre d'implants est généralement compris entre 4, 6, 8 (voire 10) pour permettre le support des 12 ou 14 dents de l'arcade maxillaire.

Une étude de Lambert en 2009 (41) montre que les matériaux utilisés tout comme le nombre de dents par arcade importent peu dans la survie prothétique, mais que la répartition du nombre d'implants sur arcade est un facteur majeur de survie du projet prothétique. Ainsi cette étude prospective sur 15 ans incluant plus de 1320 patients soit 8376 implants conclut sur le fait que les implants placés dans un os dit natif ont des plus grands taux de survie que ceux placés dans de l'os greffé et qu'une surface rugueuse de l'implant est également en faveur d'un meilleur taux de survie de l'implant à 15 ans.

Une revue de la littérature (34) concernant l'ensemble des essais qui avaient été réalisés concernant le nombre d'implants lors d'une réhabilitation maxillaire a permis de montrer que le nombre d'implants le plus fréquemment mis pour un édenté total était de 6. Ainsi sur 26 études soit un total de 4833 patients ayant reçus 31353 implants, le nombre moyen d'implants était de 5,6 pour le maxillaire.

Une étude menée par Brånemark en 1995 (42) permettant de comparer des cas avec 4 ou 6 implants (le nombre d'implants étant choisi en fonction de la limitation du volume osseux) ne montre pas de différence significative en ce qui concerne le taux de survie entre des réhabilitations fixes implanto portées sur 4 ou 6 implants.

Une étude menée sur des implants posés entre 1990 à 1995 montre que les réhabilitations par prothèses fixées « céramo-métal » supportées par des implants ont un résultat très satisfaisant tant au niveau du rendu esthétique que de la survie des implants et de la réhabilitation (43). Ainsi sur les 20 patients de cette étude, le nombre d'implants moyen au maxillaire était de 7,7 avec une longueur moyenne de 13,2mm et un diamètre moyen de 3,6mm.

Ferrigno en 2002 (44) revient sur le taux de survie d'implants à 10 ans lors d'un essai multicentrique sur une réhabilitation par bridge complet transvissé. Il place 8 implants au maxillaire avec un taux de survie à 10 ans de 92,1%.

La revue de la littérature menée par Mirescke (34) montre aussi que les raisons de la perte d'os ne sont pas claires, mais le tabac semble fortement rentrer en ligne de compte.

Plusieurs cas de figures peuvent être rencontrés (45) :

Cas très favorable : hauteur osseuse sous sinusienne importante : (46)

Mise en place de 8 implants en position 6-4-3-1 ou 7-5-3-1 pour des bridges de 12 ou 14 dents.

Dans le cas d'une faible résorption, il est possible de placer les implants distaux au niveau des 1ères molaires et donc d'envisager de remplacer les 2ème molaires par une extension distale dans les cas où l'antagoniste le permet.

Cas avec volume osseux moins favorable et nécessité de réaliser un bridge 14 dents :

Mise en place de 8 implants dont 2 au niveau ptérygoïdien avec la réalisation de 2 comblements de sinus.

Cas favorable avec au moins 8mm de hauteur au niveau des 2èmes prémolaires :

Mise en place de 6 implants pouvant supporter un bridge définitif de 12 dents avec une dent en extension.

Cas moins favorable avec une faible hauteur d'os au niveau des 2èmes prémolaires :

Mise en place de 6 implants dont 4 dans le prémaxillaire et 2 postérieurs dont 2 comblements de sinus supportant un bridge définitif de 12 dents.

Ou mise en place de 6 implants dont 4 dans le prémaxillaire et 2 postérieurs ptérygoïdiens pouvant supporter un bridge définitif de 14 dents selon le concept V-II-V (47).

Recommandations : Pour une prothèse fixe conventionnelle implanto-portée, il est recommandé de mettre au minimum 6 implants lorsque les conditions osseuses le permettent. Il est recommandé de transvisser l'armature métallique uniquement si une clef de passivation en plâtre de classe IV (test de Sheffield) a été réalisée au préalable pour vérifier la passivité des supra-structures.

B. La Prothèse Implanto Portée dite sur « pilotis »

Lorsque la résorption osseuse est importante il est nécessaire de la compenser autant dans le sens sagittal que dans le sens vertical. Du fait de la résorption osseuse centripète au maxillaire les cas de résorptions avancés sont difficiles à traiter avec une thérapeutique conventionnelle consécutivement à un décalage de base important (48) (49).

Ce décalage de base peut être rattrapé avec un bridge sur pilotis par l'utilisation de fausse gencive. Cette conception permet d'apporter un volume nécessaire en vestibulaire afin d'optimiser le soutien labial et de pouvoir connecter l'armature au reste de la prothèse.

La prothèse sur pilotis est une prothèse fixe complète sans palais qui reproduit dents et gencives.

Illustrations d'une prothèse sur Pilotis, Cas Clinique du Dr Antonin Hennequin :



1. Indications et Nombre d'implants

La prothèse implanto-portée sur pilotis intervient lors de résorptions osseuses importantes. Dans ces cas, il est parfois difficile d'avoir des positions implantaire idéales, celles ci pouvant être rattrapées par des piliers angulés.

Ainsi la prothèse sur pilotis trouve ses indications lorsque la résorption osseuse est importante, lorsque la ligne du sourire est basse mais aussi lorsque les conditions de réalisation d'un bridge implanto-porté conventionnel ne sont pas réunies pour une réalisation optimale.

Le nombre d'implants est variable, pouvant aller de 4 à 6 ou à 8 implants d'au moins 10mm de longueur.

Les prothèses réalisées sont souvent en arcade courte, s'arrêtant au niveau des 2èmes prémolaires voire des 1ères.

Figure 6 : Tableau présentant les avantages et les inconvénients d'un bridge sur Pilotis

Avantages	Inconvénients
Confort pour la patient	Contrôle de plaque difficile
Palais Dégagé	Problèmes phonétiques difficiles à anticiper
Compensation de la perte des tissus mous	Résultat esthétique peu satisfaisant si ligne de sourire haute

C. Mise en charge immédiate

La transition d'un cas terminal de conservation des dents à une réhabilitation fixe peut être solutionnée par la mise en charge immédiate des implants. Même si cette solution thérapeutique est encore discutée dans certaines publications, d'autres la mettent en place avec des prothèses provisoires immédiates permettant une fixation de l'ensemble de l'arcade. Le nombre d'implants varie de 4 à 10 implants en post-extractionnel selon les études avec une moyenne de 5,8 implants pour le maxillaire (50) (51) (52) (53).

D. La prothèse Hybride

1- Hybride Fixe

La prothèse hybride, est en réalité à mi chemin entre la prothèse fixe conventionnelle et la prothèse sur pilotis. Le but de cette prothèse est non seulement de remplacer les dents manquantes mais aussi de compenser la perte des tissus.

Le plus souvent, les parties cosmétiques sont fixées sur l'armature métallique, le tout étant transvissé sur les implants. La partie cosmétique comprend les dents mais aussi la fausse gencive (qui permet de rattraper les tissus manquants).

Utiliser ce type de prothèse permet de conserver une morphologie des rapports dentaires en harmonie avec le sourire du patient.

1.1 Indications et Nombre d'implants

Indications

- Résorption tissulaire moyenne ne permet pas la réalisation ni d'un bridge complet (du fait d'un espace disponible trop important pour s'abstenir de fausse gencive), ni d'une prothèse sur pilotis (du fait d'un espace prothétique trop faible).
- Exigences esthétiques particulières, notamment les situations où il est nécessaire de compenser un mauvais positionnement implantaire en présence d'axes trop vestibulés ou trop lingualés.

Le nombre d'implants peut varier de 6 à 8 répartis sur l'arcade

Figure 7 : Tableau présentant les avantages et les inconvénients d'une prothèse hybride.

Avantages	Inconvénients
Démontage aisé	Difficulté de Nettoyage et de Maintenance

Avantages	Inconvénients
Transvissage sans de fusée de ciment autour de l'implant	Necessite un excellent dialogue avec le laboratoire de Prothèse
Compensation des axes implantaires	Résultat esthétique peu satisfaisant si ligne de sourire haute

2- Hybride Télésopique

Un nombre récent d'études a recommandé l'utilisation de prothèses amovibles avec attachements télescopiques sur dents naturelles ou sur restaurations implantaires. Zou (54), compare la survie implantaire, la fréquence des maintenances et le taux de plaque chez des patients porteurs de prothèses amovibles complètes sur implants avec attachement par barres (n=23) ou couronnes télescopiques (n=21). Les patients réhabilités par prothèses complète sur implant durant 3 ans sont suivi dans les 5 à 8 ans suivants. Les conclusions de son étude comparative montrent un taux de plaque et de tartre plus élevé dans le groupe porteur de barre, mais une nécessité de maintenance plus élevée dans le groupe porteur de couronnes télescopiques. Cependant les deux types d'attachement permettent aux patients d'avoir un bonne hygiène péri-implantaire dans les deux groupes.

Selon les auteurs les avantages seraient :

- distribution des forces sur le support implantaire
- possibilité d'exercer une hygiène parfaite sur la prothèse
- permission d'une maintenance parodontale.
- possibilité de s'affranchir également des chirurgies plastiques des tissus durs et mous en cas de perte importante.
- la structure ne repose que sur les supports et non sur la gencive.
- Possibilité de réparation avec une possibilité de démonter un attachement si il y a perte d'une dent ou d'un implant à n'importe quel moment.

Les Inconvénients de ce type de restauration seraient :

- Coût élevé et technicité de réalisation
- Nécessité pour le praticien de bien évaluer les différentes étapes de réalisation
- Barrière psychologique du patient à porter de l'amovible (55).

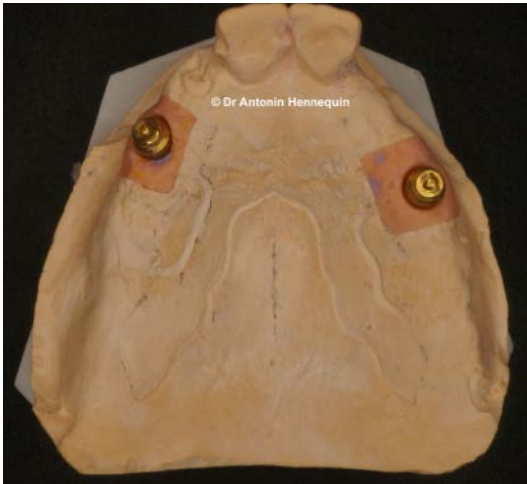


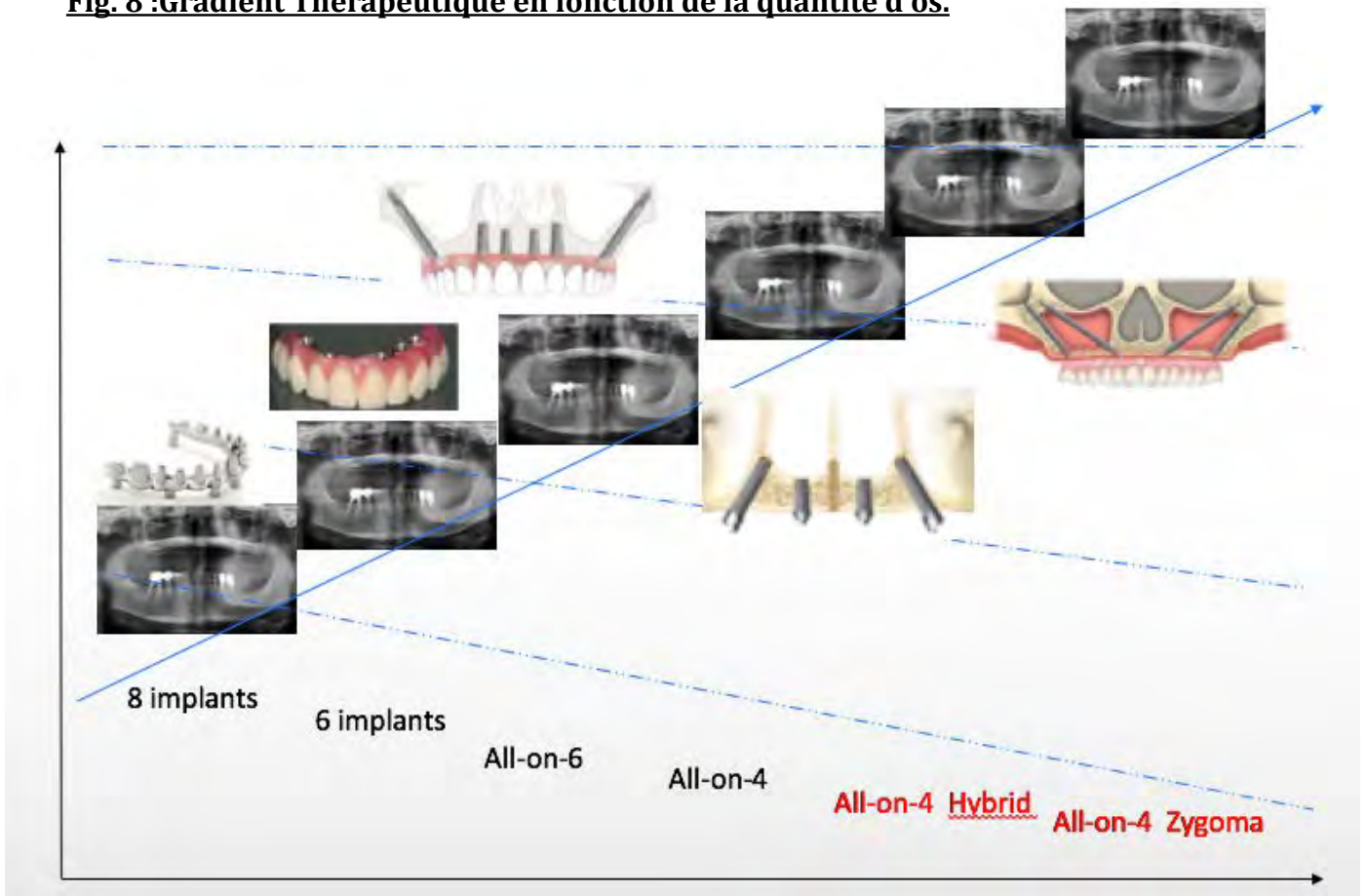
Illustration d'une prothèse hybride télescopique avec des cupules en or réalisé par le Dr Antonin Hennequin lors de la réalisation d'une prothèse amovible partielle hybride télescopique.

E. Les Concepts « All-on-four »

Le concept All on 4 est développé par Paulo Malo dans les années 1990. Le concept consiste à réhabiliter une arcade édentée par la mise en place de 4 implants. La subtilité de ce concept réside dans l'utilisation d'implants longs et angulés par rapport au plan d'occlusion pour s'affranchir des contraintes anatomiques notamment sinusiennes. Ainsi on s'abstient de reconstruction osseuse du maxillaire postérieur (56) (57) (58).

La pose d'implants doit suivre un gradient thérapeutique en fonction de la situation dans laquelle se trouve le patient. Ainsi l'utilisation des concepts All on Four, ou quad zygoma que

Fig. 8 :Gradient Thérapeutique en fonction de la quantité d'os.



l'on verra dans la suite de cet exposé, n'intervient que dans les limites de l'utilisation de méthodes plus classiques.

1. Indications

Le Concept All on 4 est mis en place pour des cas où la résorption osseuse est très avancée dans un secteur postérieur lorsque le patient ne souhaite pas (ou qu'il n'est pas possible) d'engager des lourdes régénérations osseuses par sinus lift ou reconstructions du maxillaire.

Cependant il est peu recommandé d'avoir recours à ce type de réhabilitation chez des patients avec une force masticatoire importante (59) (60).

2. Nombre d'implants, Positions et Concepts

Il existe 3 solutions dans la reconstitution « All on 4 ». Chaque réhabilitation tient ses indications en fonction de l'épaisseur de la crête osseuse résiduelle entre les parois antérieures des sinus maxillaires.

All On Four dit Standard : 4 implants conventionnels angulés.

All on Four dit Hybride : 2 implants conventionnels et 2 implants à ancrage transzygomatique

All On Four Extra Maxillaire également appelé « Quad Zygo » : 4 implants à ancrage zygomatique supportant la réhabilitation.

3. Concept All on Four Standard

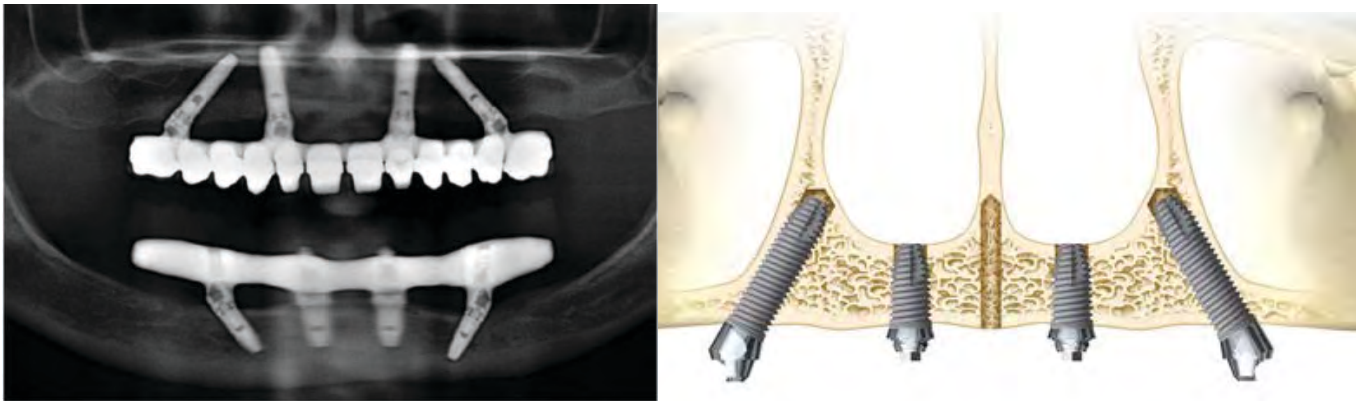


Figure 9 et 10 : Radiographie panoramique d'une réhabilitation prothétique par implants All on Four au maxillaire et à la mandibule. Illustration du concept All on Four.

Il s'agit de deux implants conventionnels placés verticalement dans la région antérieure du maxillaire et de deux implants placés dans la région postérieure avec un angle de 30 à 45 degrés.

Les indications sont un minimum de 5mm de largeur d'os et un minimum de 10mm d'hauteur pour les restaurations au maxillaire.

Si les conditions ne sont pas remplies, d'autres concepts peuvent alors être envisagés (61).

Les bénéfices de cette thérapeutique de restauration sont :

- la reconstitution de l'arcade entière avec seulement 4 implants
- la mise en charge immédiate le jour de la pose

- l'absence de phase préalable de greffe osseuse
- une solution fixe pour le patient

La technique de mise en charge immédiate dépend de deux facteurs essentiels pour un succès thérapeutique :

- La stabilisation en arcade croisée (Cross Arch) des implants à l'aide d'un provisoire de laboratoire rigide en acrylique
- Un niveau de torque suffisant pour les implants : 35 Newtons (62).

Une méta-analyse de la littérature (38) sur le nombre d'implants minimum à mettre lors d'une réhabilitation maxillaire, déconseille l'utilisation de moins de 4 implants au maxillaire.

Une étude de 2012 (63) sur la mise en charge immédiate d'implants « All on four » montre un taux de survie de 100% à 3 ans sur 36 patients. Aucune différence significative dans la survie de la prothèse n'a été notée entre le groupe traité par prothèse acrylique transvissée et le groupe traité par prothèse renforcée par métal.

4. Implants Zygomatiques et Réhabilitations

4.1 Indications et Nombre d'implants

Historiquement la fonction des implants zygomatiques étaient de reconstruire les défauts maxillaires créés après une résection maligne ou bénigne, un défaut d'ordre congénital ou des fentes labio-palatines ou des dysplasies ectodermiques comme le décrit Balshi en 2001 (64).

Les indications se sont ensuite élargies aux patients avec un défaut osseux important (contre indiquant la pose d'implants crestaux).

Lorsque la hauteur osseuse est inférieure à 10mm et la largeur de crête inférieure à 4mm alors l'implant zygomatique trouve toute son indication.

L'indication peut également être posée lorsque le patient souhaite une mise en charge immédiate.

Les contre-indications des implants zygomatiques sont celles de la contre indication à la chirurgie, c'est à dire:

- l'irradiation des maxillaires.
- la prise de biphosphonates par voie intra-veineuse pour des cancers.
- un processus malin non contrôlé des maxillaires.
- une pathologie sinusienne.

Lors de la réflexion autour d'un cas clinique de réhabilitation, le maxillaire est divisé en trois parties, permettant de décider du concept implantaire que le praticien va choisir.

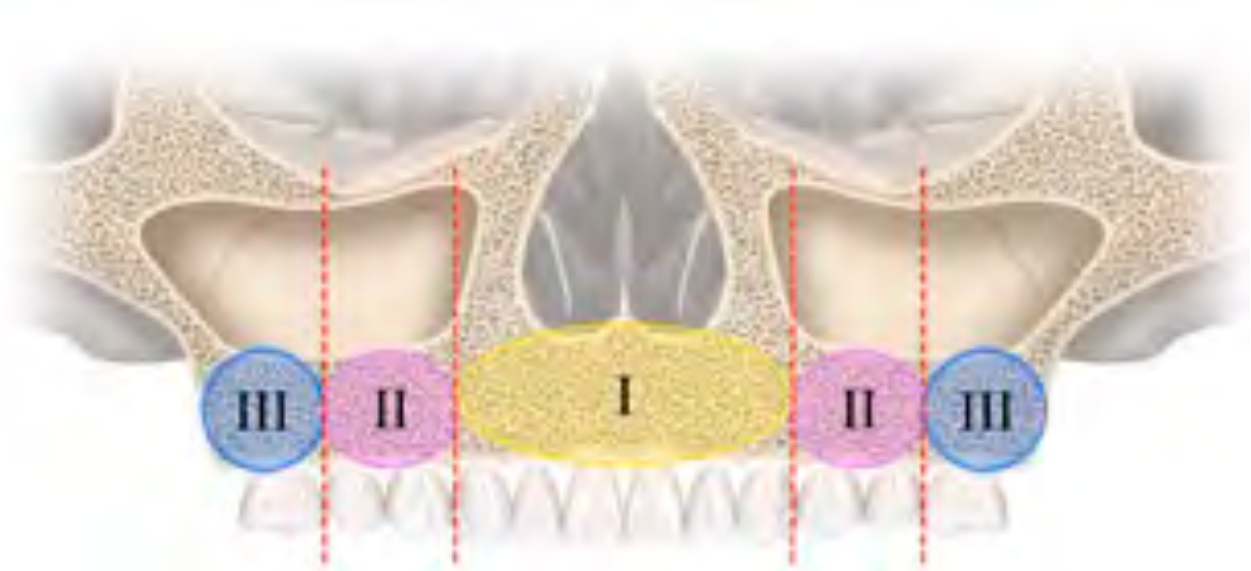


Figure 11: Zones du maxillaire permettant le choix de l'implantation

La zone du prémaxillaire : Zone I.

La zone des prémolaires: Zone II.

La zone des molaires : Zone III.

Voici les situations face auxquelles on peut se retrouver :

- Assez d'os dans la zone I pour 2 ou 4 implants crestaux et manque d'os bilatéral dans les zones II et III.

On place 2 ou 4 implants en antérieur et un implant zygomatique bilatéralement dans le secteur prémolo-molaire.

- Assez d'os dans la zone I et manque d'os unilatéralement dans la Zone II et III.
On place des implants conventionnels dans les zones où la quantité d'os est suffisante et un implant zygomatique dans la zone maxillaire atrophiée.
- Manque d'os dans la zone I et assez d'os dans les régions postérieures II et III.
On place un implant zygomatique dans la zone I et les autres zones sont réhabilitées par des implants conventionnels.
- Manque d'os dans les zones I, II et III.
On passe par la solution de Quad Zygoma avec deux implants zygomatiques de chaque côté.

4.2 Mise en charge

On distingue trois périodes de mise en charge en fonction du temps mis entre la pose des implants et la mise en charge prothétique.

- Immédiate entre 0 et 48 heures
- Précoce entre 2 jours et 3 mois
- Retardée entre 3 et 6 mois

4.2.1 Mise en charge Immédiate

La mise en charge immédiate peut se faire à l'aide des anciennes prothèses complètes du patient.

Pour cela il suffit que la prothèse réponde à plusieurs paramètres:

- La fonction doit être correcte.
- La stabilité en bouche.
- L'adaptation sinon la conversion en bridge est d'autant plus compliquée.
- L'occlusion.
- L'esthétique.

Si cela n'est pas le cas, il faut réaliser une nouvelle prothèse avant la mise en place des implants.

Lors de la chirurgie, il faut positionner les coiffes de cicatrisation et réaliser les sutures pour pouvoir mettre en place le bridge provisoire. Les piliers seront positionnés après le repérage des têtes d'implants dans l'intrados de la prothèse.

On vérifie avec la prothèse qu'il n'y a pas d'interférence avec les coiffes de cicatrisation sinon on réalise une décharge.

On met la prothèse en place et on demande au patient de serrer les dents le temps que le matériau durcisse. La difficulté réside dans la réalisation de cette étape lors de l'anesthésie générale (Représentation 1). Il est préférable de réaliser cette étape 24h après l'intervention pour avoir une coopération convenable du patient.



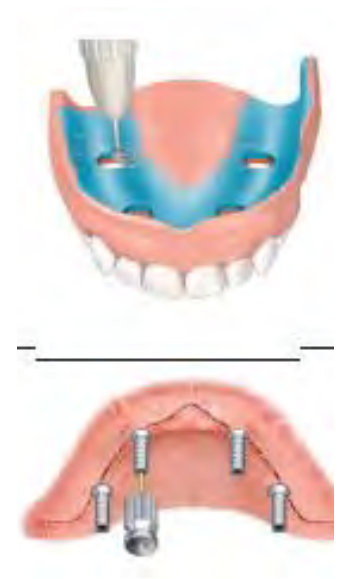
Représentation 1: Préfiguration de la position des têtes d'implants dans le but de placer les piliers implantaires.

On fait ensuite des trous au niveau des coiffes et en bouche on remplace les coiffes par des piliers provisoires qu'on va visser manuellement.

On essaye la prothèse et les piliers doivent passer dans les trous réalisés.

On met une digue ou autre matériau pour protéger le site chirurgical, on injecte de la résine acrylique autour des piliers provisoires en bouche (Représentation 2). Une fois la résine prise, on dévisse les piliers et on termine le travail hors de la bouche du patient.

Représentation 2: La prothèse est évidée au niveau des coiffes. Les Piliers doivent passer dans les trous réalisés.



On sectionne les piliers provisoires au niveau de l'extrados de la prothèse, on enlève toute la partie palatine de la prothèse et le bord vestibulaire. On élimine aussi la portion distale de la prothèse. La prothèse s'arrête au niveau des deuxième prémolaires.

4.2.2 Mise en charge Retardée

Le patient garde une prothèse conventionnelle le temps de l'ostéointégration des implants et de la cicatrisation du site implantaire. Cela nécessite un deuxième temps chirurgical. Cependant l'indication majeure des implants zygomatiques reste la mise en charge immédiate par impossibilité d'avoir un autre type de prothèse.

4.3 Taux de Survie et Succès

Les taux de survie varient selon les études et les temps de mise en charge.

Une revue de la littérature (65) a permis de retrouver :

24 études avec une mise en charge immédiate avec un taux de survie moyen de 97,58%
 3 études avec une mise en charge précoce avec un taux de survie moyen de 100%
 35 études avec une mise en charge retardée avec un taux de survie mode de 95,99%

Nous avons également :

2 études qui associent mise en charge immédiate et précoce.
 4 études qui associent mise en charge immédiate et retardée.
 1 étude qui associe mise en charge précoce et retardée.
 3 études ne rapportant pas de mise en charge prothétique

Il n'existe pas de différence significative dans le taux de survie implantaire que la mise en charge prothétique soit immédiate, précoce ou retardée lorsque les patients sont en bon état général.

Nous pouvons donc en déduire que la mise en charge prothétique n'est pas un facteur de risque pour la survie implantaire du moment que la stabilité implantaire est correcte lors de la mise en charge.

De ce fait, la mise en charge immédiate ou précoce permet une réhabilitation fiable et reproductible avec un taux de succès important.

5. Concept All on Four Hybride

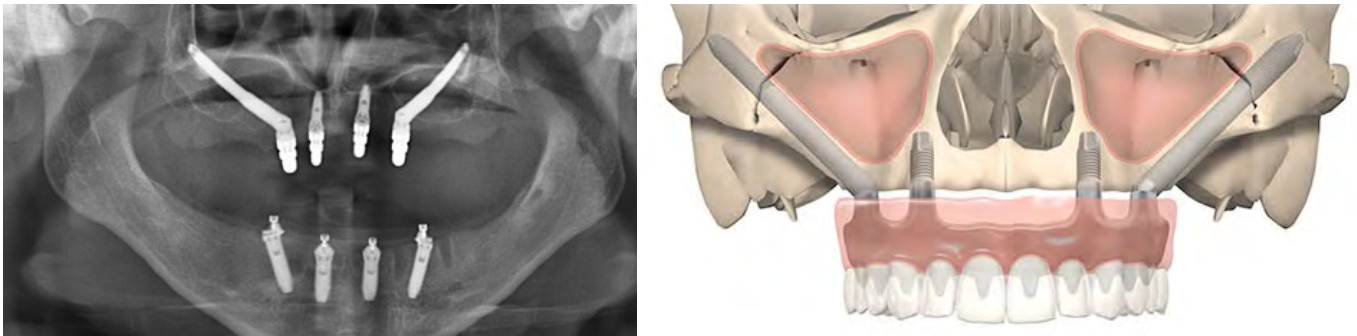


Figure 12 et 13: Réhabilitation prothétique par implants All On Four Hybride.
Illustration du concept All on Four Hybride Maxillaire avec implants extra-oraux.

Ce concept associe la mise en place de 2 implants conventionnels et 2 implants extra maxillaires à ancrage zygomatique, inclinés vers l'avant. Les implants à ancrage zygomatique sont des implants extra longs aux dimensions particulières. L'émergence des implants zygomatiques se trouve au niveau des 2^{ème} prémolaires ou des 1^{ères} molaires (61).

6. Le Concept All on 6 avec Implants Extra-Oraux



Figure 14 : Illustration du Concept all on 6 avec implants extra-oraux

Le Concept All on 6 avec implants zygomatiques est particulièrement indiqué lorsque le patient présente des para-fonctions. Il permet une meilleure stabilité dans le secteur antérieur et n'est possible que lorsque la perte osseuse n'est pas trop avancée. Dans le cas où il n'est pas possible de mettre 2 ou 4 implants conventionnels dans la région du maxillaire antérieur, le recours à un concept All on Four extra-maxillaire est préférable.

7. Concept All on Four Extra-Maxillaire

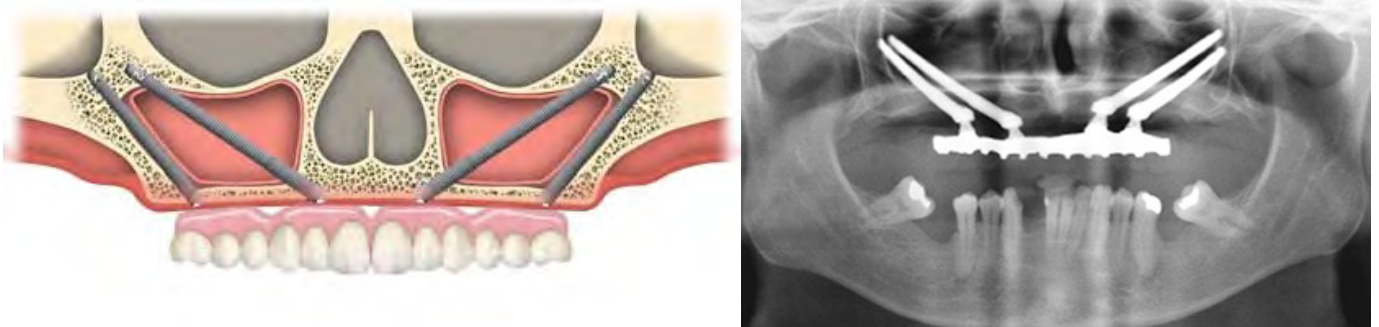


Figure 15 et 16 : Illustration du concept All on Four Extra-Maxillaire. Réhabilitation prothétique par concept implantaire all on Four Extra-Maxillaire

La situation clinique ne permet pas la mise en place d'implants conventionnels. Les 4 implants sont ancrés dans l'os zygomatique et inclinés vers l'os maxillaire. Les implants antérieurs émergent au niveau vestibulaire sur la crête, dans la région des incisives, et les implants postérieurs dans la région des 2èmes prémolaires-1ères molaires. Il s'agit du concept « quad zygoma » (61) (66).

Comment évaluer le besoin et l'indication prothétique ?

Le tableau récapitulatif suivant peut permettre aux praticiens de réaliser un choix plus éclairé concernant le type de restauration fixée qu'ils vont réaliser.

Deux éléments vont guider le praticien architecte lors de la planification prothétique:

- La Qualité de l'os.
L'espace prothétique disponible.

Qualité de l'os

La classification de Lekholm et Zarb reprise par Misch en 1988 qui classifie les types d'os en fonction de leur densité.

La qualité de l'os est évaluée en fonction de la densité osseuse existante et est classée selon les suivantes catégories:

–**Os type 1:** L'os est composé quasi exclusivement d'os compact. La plupart de l'os maxillaire est compact et homogène ; ce qui signifie que l'os entier est compact et homogène.

–**Os type 2:** Une épaisse couche d'os compact entourant un noyau d'os spongieux, dense et avec une bonne trabéculation.

–**Os type 3:** L'os cortical périphérique est mince, entourant un os médullaire de bonne densité. On a donc une fine couche d'os compact entourant un noyau de l'os trabéculaire de densité moyenne.

–**Os type 4:** Corticale fine et os spongieux peu dense. L'os cortical est très mince, entourant un os spongieux de mauvaise qualité et peu dense. On a une très fine couche d'os cortical autour d'un noyau de faible densité osseuse trabéculaire.

Le praticien architecte après avoir évalué le type d'os présent au niveau de l'arcade à restaurer, établit un état des lieux de l'espace prothétique disponible

Espace prothétique disponible

Classe A : Espace Prothétique faible

Classe B :

B1 :Espace prothétique moyen avec résorption à prédominance verticale

B2 : Espace prothétique Moyen avec résorption à prédominance horizontale

Classe C : Espace prothétique Important

Classification du Choix de Restauration en fonction de l'espace prothétique et de la quantité d'os disponible.

Espace Prothétique Os Disponible		Classe A	Classe B		Classe C
			1	2	
Classe I		6 à 8 implants. Prothèse Fixée Conventionnelle	6 à 8 implants. Prothèse Hybride	Ostéotomie verticale 6 à 8 implants. Prothèse Hybride	X
Classe II	a	6 implants. Prothèse Fixée Conventionnelle	6 implants. Prothèse Hybride	Ostéotomie verticale. 6 implants. Prothèse Hybride	6 implants. bridge sur pilotis
Classe II	b	6 implants dont 2 angulés. Prothèse fixée conventionnelle	6 implants dont 2 angulés. Prothèse Hybride	Ostéotomie verticale. 6 implants dont 2 angulés. Prothèse Hybride	6 implants dont 2 angulés. Bridge sur pilotis.
Classe II	c	X	All on 4 ® Prothèse Hybride	Ostéotomie Verticale All on 4 ® Prothèse Hybride	All on 4 ® bridge sur pilotis.
Classe III		X	X	X	All on 4® Hybride Bridge sur Pilotis
Classe IV		X	X	X	All on 4® Zygoma Bridge sur Pilotis

III- Concepts Occlusaux

A- Préalable

Les études prospectives permettant d'imputer la perte d'un implant ou l'échec d'un plan de traitement implantaire à un mauvais réglage de l'occlusion sont peu nombreuses.

Une surcharge occlusale peut cependant causer à terme une perte de l'implant. Certaines études tendent à démontrer que l'apparition d'une ostéolyse peu profonde autour de l'implant laissant la place à du tissu de granulation serait associée à une surcharge occlusale. Contrairement à la denture naturelle qui peut s'adapter grâce au desmodonte, la surcharge occlusale sur implant est un facteur d'échec thérapeutique.

Les causes d'une surcharge occlusale sont multiples :

- Nombre d'implants inadéquat pour supporter correctement la prothèse.
- Contacts occlusaux mal répartis en relation centrée.
- Interférences en latéralité.
- Extensions trop importantes en lingual ou vestibulaire (table occlusale trop importante / large pour le diamètre de l'implant).

B- Recommandations

Selon Davies (67) il est essentiel de séquencer l'examen occlusal en 4 parties. La première partie consiste à examiner, la deuxième à conceptualiser la prothèse. Le troisième temps est consacré à la réalisation puis une dernière partie de vérification est réalisée par le praticien.

L'acronyme anglais décrit dans les études est EDEC (Examine, Design, Execute, Check).

Examen :

L'examen initial du patient doit non seulement recouvrir l'examen des bases osseuses mais aussi l'ensemble du système Temporo Mandibulaire (ATM, Muscles et Occlusion). Le but de cet examen est d'éliminer toute dysfonction temporo-mandibulaire préexistante et la présence de signes de para-fonction active.

Selon Davies (68), le praticien qui envisage une restauration implanto-portée doit être capable d'examiner le système articulaire (l'interface occlusale étant partie intégrante du système articulaire). Le praticien doit être capable de diagnostiquer une dysfonction temporo mandibulaire, la traiter ou prendre les dispositions nécessaires pour traiter ces dysfonctions.

Conception :

La conception est considérée comme la phase la plus importante. C'est lors de cette phase que le praticien décidera de l'emplacement des implants et du choix de son concept occlusal. Il va sans dire que la conception est un travail qui se réalise en amont de la chirurgie. Dans le cas d'un édenté total maxillaire, l'utilisation de systèmes de simulation assistés par ordinateur peut constituer un atout intéressant.

Réalisation :

C'est la phase de réalisation de la chirurgie pour la mise en place des implants et de réalisation de la prothèse. Lors de cette phase le praticien réalise le travail tel qu'il l'a conceptualisé à l'étape précédente.

Vérification et Surveillance

Une surveillance rapprochée est nécessaire lors de la pose d'implant. L'occlusion doit être monitorée dans un programme rigoureux pour contrôler le maintien des contacts initialement choisis lors de la conception.

C- Principes de l'occlusion

Les déterminants de l'occlusion regroupent un ensemble d'éléments. Les concepts d'occlusion d'intercuspidie maximale, de relation centrée, de dimension verticale et de guide antérieur mais aussi les articulations temporo-mandibulaires et la composante musculaire. Ce n'est qu'une bonne connaissance et la compréhension des déterminants de l'occlusion qui favorisera une meilleure longévité et la fonctionnalité des réhabilitations.

1. La Position de Référence

Il est indispensable pour le praticien de faire appel à la notion de position mandibulaire de référence indépendante des dents. Chez le sujet denté, sans malocclusion majeure, la position mandibulaire dictée par l'OIM fournit une position mandibulaire stable, reproductible, parfois indépendante des tensions musculaires.

Une position mandibulaire de référence a les caractéristiques suivantes. Elle est :

- non dentaire, indépendante de l'occlusion.
- neuro-musculairement équilibrée.
- physiologique.
- techniquement enregistrable.
- reproductible en clinique pour un même opérateur un jour donné.

Type de Prothèse	Choix de la position de référence
Prothèse Fixée sur implants →	Occlusion de Relation centrée Myo-stabilisée
Prothèse Amovible complète Implanto portée ou mucco-portée →	Occlusion de Relation centrée Myo-stabilisée

Selon Orthlieb (2011), chez l'édenté complet, il est donc fort nécessaire de choisir avec soin cette position de référence; le référentiel occlusal ayant complètement disparu, le praticien choisira une intercuspidie maximale en relation centrée myostabilisée.

Cette position devra être validée par le patient en termes de confort et d'équilibre (69).

L'OIM pour le CNO est la « position d'occlusion où le rapport d'engrènement dentaire se caractérise par le maximum de contacts interarcades. Ce rapport est indépendant de la situation des condyles dans les fosses mandibulaires ».

L'ORC pour le CNO : « Position d'occlusion, la mandibule étant en relation centrée. Relation centrée: situation condylienne de référence correspondant à une coaptation bilatérale condylo-disco-temporale haute, simultanée, obtenue par contrôle non forcé. Elle est réitérative dans un temps donné et pour une posture corporelle donnée, et enregistrable à partir d'un mouvement de rotation mandibulaire »

2. Les Composantes de l'Occlusion

2.1 Enjeux Mécaniques

Maîtriser l'occlusion d'une prothèse, c'est en réalité maîtriser la direction des forces qui vont s'appliquer aux supports de celle-ci, c'est à dire les implants. Minimiser les contraintes mécaniques sur les implants supports permettra de contourner l'effet de bras de levier et éviter les complications (70). Lorsque les forces ne s'appliquent pas dans l'axe de l'implant, on parle d'un mouvement de flexion de celui ci. Cette flexion sollicite les différentes pièces du système implantaire ainsi que son environnement osseux.

L'objectif d'une gestion de l'occlusion étant de diminuer le moment de torque et diriger la composante des forces qui s'appliquent à l'implant en direction du support osseux.

2.2 Enjeux Occlusaux

Le but d'une équilibration occlusale lors de la réalisation d'une réhabilitation implanto-portée est de centrer les forces dans l'axe de l'implant afin que les forces latérales de flexion et de torque se trouvent réduites. Cette réduction passe par la diminution des interférences anatomiques, notamment cuspidiennes.

Une revue de la littérature permet d'établir des recommandations : (70)(71) :

- Réduction de la largeur des tables occlusales de 30% (72).
- Réduction de l'inclinaison de la taille des cuspidés: Diminution des charges latérales.
- Élargissement des fosses occlusales et diminution de leur profondeur.
- Cuspide support dans la fosse antagoniste génère des forces axiales.
- Maximum de longueur d'extension de 7mm.
- Eviter les forces non axiales.

L'ensemble des réglages occlusaux doit respecter les règles fondamentales de toute équilibration, c'est à dire le calage, le centrage, et le guidage.

Certains auteurs préconisent une diminution des surfaces occlusales des dents cuspidées pour réduire les contraintes latérales. Cependant si la réduction des faces occlusales est exagérée, il s'en suit une perte de calage, une baisse de l'efficacité masticatoire, une augmentation de la pression par centimètre carré, et l'éventuelle apparition de contraintes obliques que l'on cherche justement à éviter.

Le but principal est l'obtention d'une position « *unique et stable lors de l'intercuspidie (qui) est indispensable à la stabilité de l'occlusion* » (15).

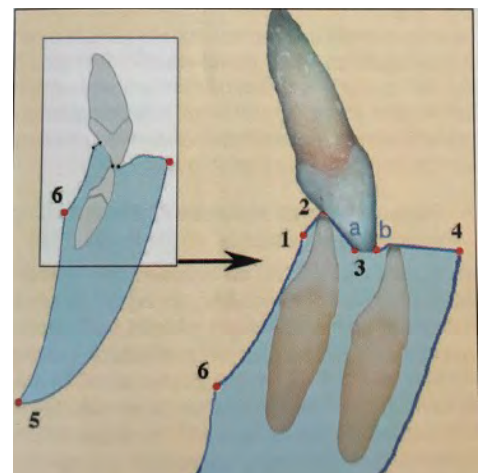
2.3 Cinétique Mandibulaire en fonction Masticatoire

2.3.1 Mouvements fondamentaux

Posselt (1968) décrit grâce à un diagramme l'enveloppe des mouvements mandibulaires. Ce diagramme schématise les limites extrêmes des mouvements de la mandibule dans les trois plans de l'espace (73).

Dans le sens vertical

Le départ du mouvement (Figure 17) se fait pour Posselt depuis la position de repos (1) vers la position d'occlusion d'inter-cuspidie maximale (2). S'en suit une phase de propulsion ou de proclulsion, selon qu'il y ait ou non des contacts dento-dentaires antérieurs (2 à 3) c'est dans cette phase qu'on situe le guide antérieur. La phase suivante de



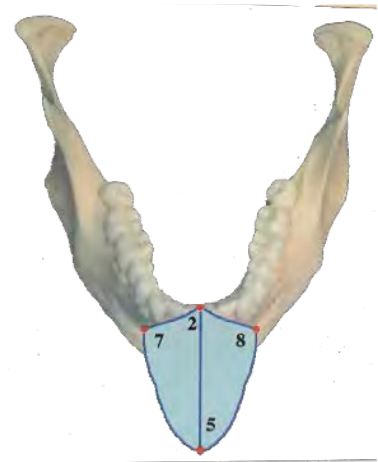
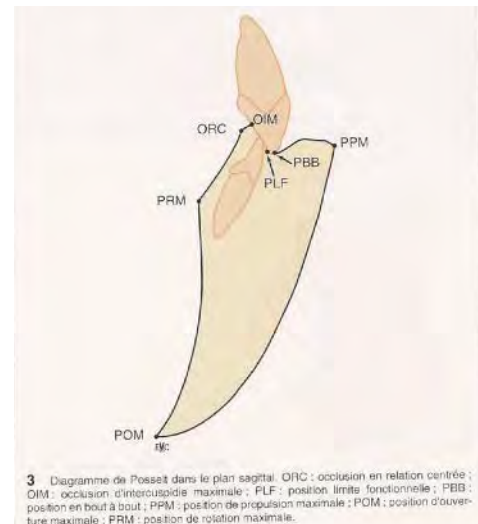
3 à 4 est une phase de propulsion pure, suivie d'un abaissement de la mandibule jusqu'à la position 5.

La mandibule revient enfin à sa position de repos via une étape intermédiaire (6).

Dans le sens transversal (Figure 19)

Ces mouvements sont complétés par des mouvements centrifuges de latéroclusion et des mouvements centripètes de médioclusion. Ce sont les mouvements de 2 à 7 et 8). Ces mouvements latéraux sont nommés diductions s'ils s'accompagnent de contacts dentaires.

Figure 17, 18 et 19: Illustration des trajets mandibulaires lors de la propulsion (17) de l'ouverture (18) et des diductions (19).



2.3.2 Mouvements Fonctionnels

Les mouvements fonctionnels (Figures 20 et 21) sont constitués par les mouvements naturels qui sont réalisés durant la phonation, la mastication, le bâillement, la déglutition. L'analyse des mouvements fonctionnels a été décrite par Lundeen et Gibbs en 1982 (73).

L'outil utilisé par Lundeen et Gibbs est le Replicator®, qui permet d'avoir une analyse des caractéristiques des cycles masticatoires au niveau condylien incisif et molaire.

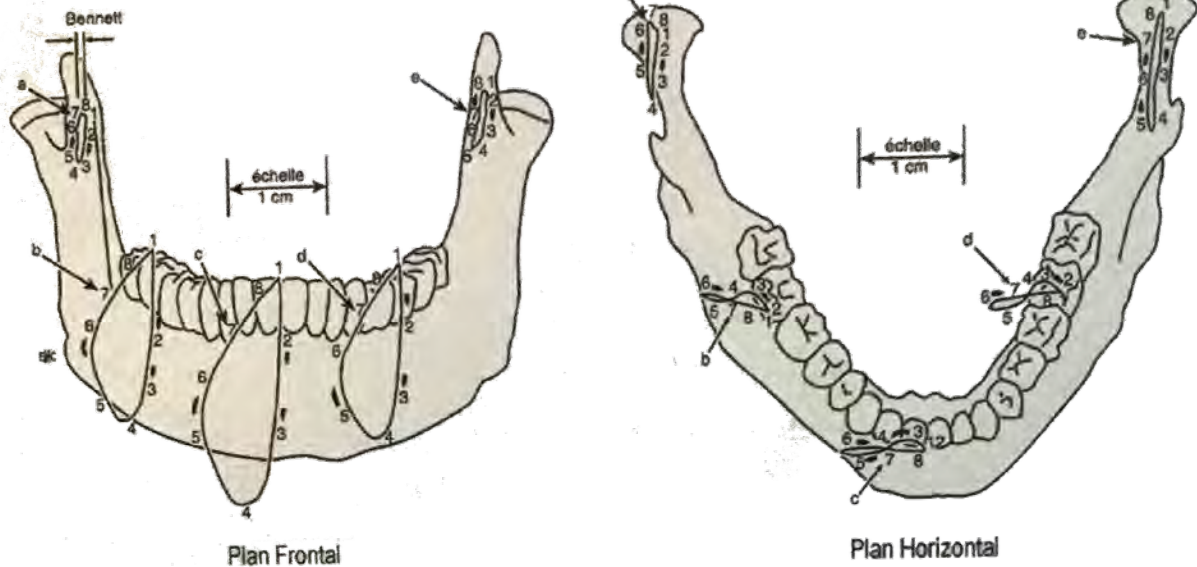


Figure 20 : Analyse des mouvements fonctionnels de la Mandibule dans le plan frontal et horizontal.

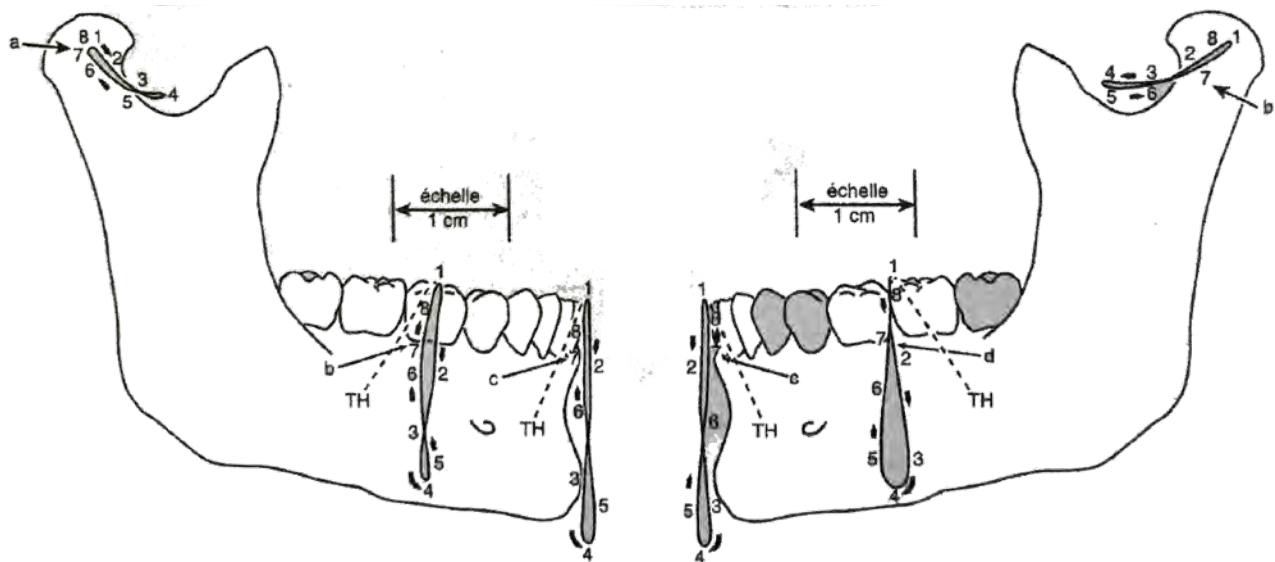


Figure 21: Analyse des mouvements fonctionnels dans un plan sagittal.

2.3.3 Enveloppes Fonctionnelles

Les mouvements fondamentaux représentent les fonctions potentielles de l'appareil manducateur alors que les mouvements fonctionnels en sont le mode de fonctionnement réel (73).

Lundeen (74) a montré qu'au cours de la mastication il ne survenait aucun contact incisif. il existe de très légers et rares contacts canins.

Les contacts dentaires légers et sporadiques lors de la mastication renseignent par proprioception des informations spatiales nécessaires pour assurer une inter-cuspidation directe et répétitive.

Les mouvements mandibulaires permettent la réalisation des fonctions manducatrices. Les mouvements fondamentaux représentent les fonctions potentielles de l'appareil manducateur alors que les mouvements fonctionnels traduisent le mode de fonctionnement réel.

L'occlusion domine les mouvements mandibulaires avec un point de chute qui est l'OIM, mais également des trajectoires d'accès à cette OIM en délimitant des zones frontières qui bordent l'enveloppe limite fonctionnelle.

2.4 Les Déterminants Postérieurs de l'Occlusion

Les déterminants postérieurs de l'occlusion ne sont pas modifiables et sont propres à chacun. Il est important que le praticien architecte considère l'ensemble de ces données afin que la modélisation et la réhabilitation soient les moins éronnées, que les réglages occlusaux soient les plus adaptés au patient dès la réalisation de la réhabilitation par le prothésiste.

2.4.1 L'angle de Bennett

Lors de la diduction, le condyle réalise des mouvements dans le plan transversal. Le mouvement de Bennett est le déplacement transversal du condyle pivotant lors de la diduction (73). L'angle de Bennett est mesuré pendant la diduction en projection sur un plan horizontal, entre la trajectoire du condyle orbitant et un plan parallèle au plan sagittal (73). Le condyle du côté du mouvement latéral est appelé condyle travaillant. Le condyle controlatéral est appelé condyle non travaillant.

2.4.1.1 Condyle Non Travaillant

En diduction, le condyle non travaillant va suivre deux étapes lors de son trajet.

- Le mouvement transversal initial

Il constitue les premiers millimètres du mouvement. Ce dernier est dirigé vers l'avant et l'intérieur. La longueur du mouvement varie de 0 à 3mm.

- Le mouvement transversal progressif

Il est dirigé vers l'avant et légèrement vers l'intérieur. Lundeen et Wirth (75) ont montré que les différentes trajectoires du mouvement progressif sont parallèles pour tous les individus. L'angle est proche de 7°. Seul le mouvement initial varie.

Il existe deux angulations pour le condyle non travaillant.

Dans le sens transversal, l'angle de Bennett est représenté par le segment passant par les deux points extrêmes du mouvement du condyle sur l'axe médian. Lors de cette détermination toutes les caractéristiques du mouvement de transition du condyle ne sont pas prises en compte. L'angle serait de 12° en moyenne avec un écart type de 5,6 pour le condyle droit et de 10° avec un écart type de 4 pour le condyle gauche (76).

Dans le sens sagittal, l'angle de Fisher correspond à l'angle formé entre la position du condyle au départ, la position du condyle à la fin du mouvement de propulsion et la position du condyle à la fin du mouvement de latéralisation (77).

2.4.1.2 Condyle Travaillant

Le déplacement du condyle travaillant va être contenu dans une enveloppe géométrique tridimensionnelle appelée le cône de Guichet.

Le trajet du condyle est appelé mouvement de Bennett. Il a une direction latérale et postérieure.

Il est composé de deux phases de mouvements. La première a une composante latérale et externe, dit mouvement initial de Bennett, la seconde est une rotation du condyle sur lui-même appelé mouvement terminal de Bennett (31).

2.4.2 La distance Inter-condylienne

La distance inter-condylienne est une donnée majeure de l'occlusion. Une erreur d'appréciation de cette distance lors de la simulation des mouvements mandibulaires aura une conséquence majeure sur la trajectoire des condyles.

Si la distance est sous évaluée alors le rayon de courbure du condyle non travaillant autour du condyle travaillant sera réduit. A l'inverse, si cette distance est sur-estimée, le rayon de courbure sera augmenté.

Une étude (78) sur 101 crânes secs décrit la différence existant entre les sexes et révèle des variations anatomiques possibles. Les données sont bien réparties avec un écart type faible. Elle est comprise entre 110 et 145mm.

Il est intéressant de noter que cette distance inter-condylienne ne peut pas être réglée sur articulateur, elle est arbitrairement fixée à 110mm sur un Quick Master B2 Semi-Adaptable.

2.4.3 La pente condylienne

Lors des mouvements de propulsion de la mandibule, les condyles vont réaliser une translation sur les tubercules articulaires de l'os temporal. Dans le plan sagittal, la pente condylienne correspond à l'angle formé entre le trajet condylien et le plan axio-orbitaire.

Selon les auteurs les valeurs de la pente condylienne sont variables :

- Slavicek (79) a mesuré la pente condylienne sur un échantillon de patients et montre qu'elle est en moyenne de 50° , (l'écart type est de 8,6). Ce déterminant est très variable et ne mérite pas de standardisation
- Lauret et Le Gall (80) estiment la pente condylienne entre 20° et 70° .
- Salvador Planas (81) précise qu'il est important de connaître la pente condylienne des patients car elle est indispensable à toute reconstruction prothétique. Dans le cas contraire les mouvements de latéralité du condyle non travaillant seront non reproductibles entre l'articulateur et le patient.

La pente condylienne (Figure 22) est un élément majeur en prothèse complète par rapport au schéma occlusal choisi.

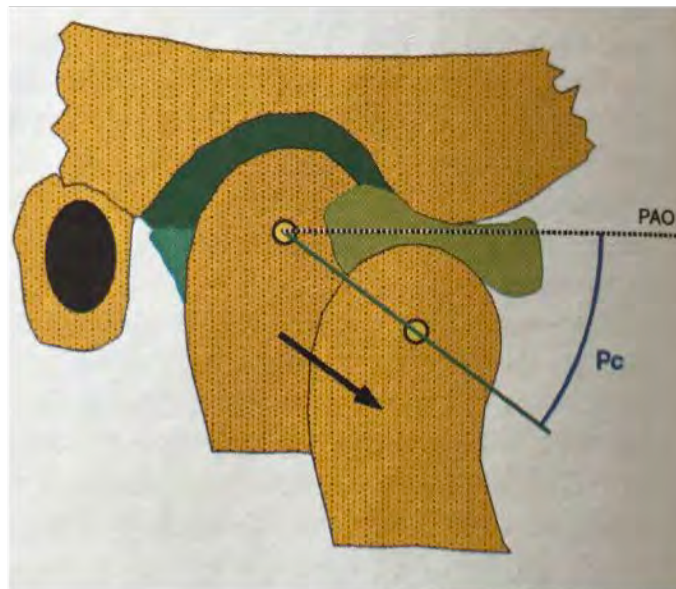


Figure 22: Illustration de la pente condylienne lors d'un mouvement d'ouverture de la mandibule.

2.5 Les Déterminants antérieurs de l'occlusion

Les déterminants antérieurs de l'occlusion sont des facteurs entièrement modifiables par le praticien architecte. Ils doivent être choisis et reconstruits selon la neuro-musculature et la physiologie du patient. Ce sont des caractéristiques morphologiques des arcades dentaires.

2.5.1 Le Plan d'Occlusion

La notion de plan d'occlusion (79) est une abstraction géométrique schématisant la zone d'affrontement des arcades où se réalise l'occlusion et s'exerce la dynamique mandibulaire.

Comme il s'agit de définir un plan à partir d'une surface courbe, il existe autant de définitions du plan d'occlusion que d'auteurs.

Dans un souci de clarté nous définirons chez le sujet denté les points de constructions suivants : (5)

- point antérieur : dentale ou bord libre de l'incisive mandibulaire.
- point postérieur: cuspide centro-vestibulaire de la première molaire mandibulaire.

Chez le sujet totalement édenté, le plan d'occlusion sera le plan bissecteur inter-crêtes.

2.5.2 La Courbe de Spee

La courbe de Spée est le reflet de l'inclinaison sagittale des dents pluri-cuspidées. Le CNO propose la définition suivante (79) : « *Courbe sagittale à concavité supérieure issue du sommet de la cuspide de la canine mandibulaire et qui suit la ligne des pointes cuspidiennes vestibulaires des prémolaires et molaires mandibulaires. Le bord libre de l'incisives mandibulaire doit être dans sa continuité.* »

Selon l'étude d'Orthlieb (17) en 1997, sur 475 sujets en denture naturelle, le rayon moyen de la courbe de Spée est de 83,5mm avec un écart type de 22. Il est donc selon l'auteur impossible de standardiser en appliquant une valeur moyenne à tous les patients.

2.5.3 Les Courbes de Wilson

Les axes dentaires convergent souvent en haut et en dedans et l'alignement dans le plan frontal des faces occlusales dessine une courbe.

La courbe de Wilson est définie, selon le CNO, comme étant une courbe à concavité frontale généralement supérieure réunissant les sommets des cuspidés vestibulaires et linguales des deux dents homologues mandibulaires.

La réunion de la courbe de Wilson (Figure 23) et de la courbe de Spée, conduit au concept de la sphère avec un centre et un rayon unique décrit par Monson en 1920.

A l'inverse de la courbe sagittale, les courbes frontales ne sont pas homogènes. Le concept de sphère est réfuté par Ackermann en 1930, il parle alors plutôt d'hélicoïde. Cette théorie qui propose d'intégrer la courbe de Spée et LES courbes de Wilson est repris en 1968 par Posselt (79).

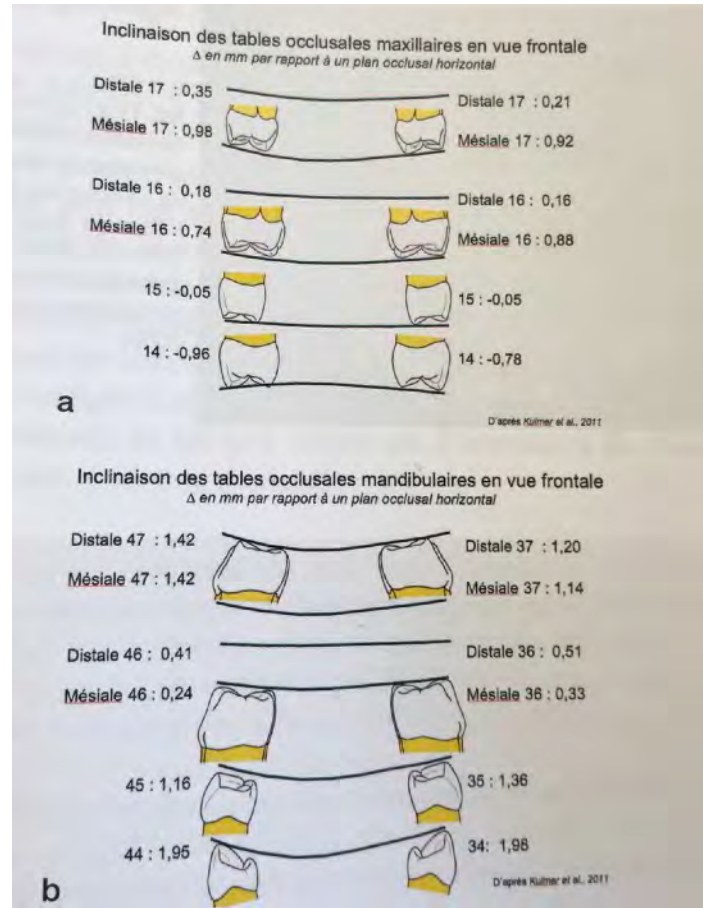
L'intérêt de ces courbes est, d'un point de vue statique, de permettre de concentrer les contraintes vers le milieu de la face dentaire et les piliers de résistance vers des structures de distribution des contraintes comme la voûte palatine. D'un point de vue cinétique, cette courbe permet le maintien de la proximité des tables occlusales sans créer d'interférence occlusale lors des déplacements mandibulaires en diduction.

Les mesures de Kulmer et al. montrent que les courbes de Wilson maxillaires et mandibulaires sont superposables (82).

Pour guider la construction des courbes de Wilson et en l'état actuel des connaissances, on adoptera les principes suivants :

- Le rayon de la courbe de Wilson au niveau des premières molaires sera égal au rayon choisi pour la courbe de Spée
- Le Rayon de la courbe de Wilson au niveau des deuxièmes molaires mandibulaire sera diminué de 10mm.
- Le Rayon de la courbe de Wilson au niveau des troisièmes molaires mandibulaires sera diminué de 20mm.
- Le Rayon de la courbe de Wilson au niveau des deuxièmes prémolaires mandibulaires sera augmenté de 10mm.

Figure 23 : Illustration des courbes de Wilson



2.5.4 Le Guide Incisif

Le guidage incisif est défini par la pente incisive. Le guide incisif correspond au glissement des incisives inférieures sur la face palatine des incisives supérieures. Ce guide a deux rôles principaux : (79)

- Mécanique : il guide la mandibule dans les mouvements de propulsion mais aussi d'incision. Il évite les interférences occlusales des secteurs postérieurs.
- Proprioceptif : les forces exercées sur les incisives ont une direction latérale.

Le système proprioceptif permet d'adapter l'engagement musculaire et donc l'intensité des forces.

Il doit y avoir une symétrie dans les surfaces de guidage par rapport au plan sagittal médian et une continuité de la prise en charge mandibulaire. La position mandibulaire doit être équilibrée sur les deux incisives centrales.

Le guide incisif est déterminé par deux facteurs :

- Le recouvrement correspond à la distance entre les points de contacts des incisives mandibulaires avec les maxillaires, et la projection du bord libre des incisives maxillaires sur les incisives mandibulaires. Celui-ci est en moyenne de 2mm.
- Le surplomb est la distance entre les deux bords libres des incisives maxillaires et mandibulaires dans le sens sagittal.

Selon Orthlieb (79) la pente de guidage des incisives est très variable, l'angle de celle-ci est en moyenne de 60° par rapport au plan axio-orbitaire.

2.5.5 Le Guidage Canin

Le guidage canin correspond à un contact qui se situe uniquement sur les canines du côté non mastiquant durant une sortie de cycle. Le pan distal de la canine inférieure glisse sur le pan mésial de la canine supérieure et ces deux canines guident le mouvement. Simultanément se produit une désocclusion de toutes les autres dents du côté non-travaillant.

Selon l'étude de Takei (83), la valeur de l'angle de la pente canine est à peu près égale à celle de l'angle de la pente condylienne.

Ogawa (84) qui a étudié l'impact de la modification de l'angle de la pente canine sur les cycles de mastication des individus a différencié deux groupes d'individus : les masticateurs verticaux et les masticateurs horizontaux (ces derniers ayant une mastication plus latérale).

Il résulte de ces travaux : (81)

- Qu'après modification de la pente canine, les personnes qui présentent une prédominance verticale de leur cycle de mastication, n'ont aucune modification significative dans leur cycle masticateur.

- que les personnes à prédominance latérale connaissent une transformation significative de leur cycle de mastication. L'angle de fermeture ainsi que les temps de mastication sont augmentés. Cette altération provoque un ajustement des mouvements mais pas une restriction des mouvements.

De cette étude nous pouvons conclure que le guidage dentaire joue un rôle dans les derniers instants des mouvements masticateurs, et a un rôle essentiel chez les masticateurs latéraux.

Pour Orthlieb (79), la compensation d'une différence entre la pente canine et le tubercule articulaire par une rotation du condyle lors des mouvements de diduction existe peu. Ainsi, une pente canine bien supérieure à la pente condylienne provoque une augmentation du mouvement de Bennett pour dégager le condyle latéralement, pouvant générer des troubles articulaires.

2.5.6 Hauteur Cuspidienne

Modeler une cuspide c'est définir la hauteur cuspidienne et une pente cuspidienne avec pour objectifs :

- D'établir un plan d'affrontement des arcades suivant la planification curviligne établie
- De créer le calage précis caractérisant l'OIM,
- D'éviter les interférences postérieures,
- D'intégrer les zones cuspidiennes concernées par le guidage suivant le concept occlusal défini.

Les reconstructions provisoires testeront en bouche la validité du projet prothétique. Des prothèses provisoires vont constituer un guide analogique de construction pour les éléments permanents qui devront répondre aux mêmes critères architecturaux.

Le Principe réside dans l'obtention d'inclinaisons dégressives des arêtes internes (linguales et vestibulaires) et des cuspides des dents postérieures ; plus la dent est postérieure, moins la pente cuspidienne doit être importante.

2.6 Corrélation entre Pente incisive et Pente Condylienne

Lors de la croissance, l'inclinaison des dents est influencée par les pressions environnementales qui compensent souvent les décalages squelettiques. Le développement du tubercule articulaire étant plus tardif que la mise en place des dents antérieures sur l'arcade on peut penser que le développement du tubercule peut être influencé par la fonction occlusale de guidage. Gysi et Villain ont envisagé une relation entre les deux pentes comme le résultat harmonieux de trajectoires parallèles (79).

Pente condylienne et pente incisive seraient liées :

Ingervall en 1974 (79) suggère une interrelation entre forme et fonction pendant le développement du tubercule articulaire. Lundeen et Gibbs n'apportent pas de preuve scientifique de la relation mais montrent que cette dernière paraît comme mécaniquement souhaitable. La Quint de Hanau, l'équation de Thielmann, la formule de Swenson ont cherché à mettre en relation par une équation les interrelations.

Selon McHorris en 1982 et Slavicek en 1983 (79), la hauteur du tubercule articulaire est influencée par la fonction mandibulaire pilotée par les pentes de guidage antérieur. Les auteurs de l'étude n'établissent pas de corrélation mais montrent une différence stable de 10° environ entre pente incisive et pente condylienne.

Ainsi les auteurs recommanderaient une pente incisive supérieure de 10° à la pente condylienne moyenne.

Pente condylienne et pente incisive ne seraient pas liées:

Des auteurs ont constaté des dents abrasées sans modifications du volume du tubercule articulaire. Dawson en 1982 (79) explique que la rotation condylienne permet de compenser une différence entre pente condylienne et incisive.

Pelletier et Campbell en 1990 concluent à une absence de corrélation (79), cependant chez les sujets étudiés avec un guide antérieur cliniquement acceptable, ils notent une valeur moyenne de la pente incisive plus élevée de 13,5° que la pente condylienne.

Selon ces éléments on choisirait l'inclinaison de la pente de guidage en fonction de la désocclusion postérieure indépendamment de la valeur de la pente condylienne.

Il est logique:

- de noter qu'il existe une inclinaison dégressive des surfaces de guidage.
- de remarquer que dans un mouvement de propulsion, la capacité de rotation de l'ATM permet de compenser une différence entre pente condylienne et pente incisive.
- de souligner par contre que dans un mouvement de diduction, la capacité de compensation par la rotation articulaire existe peu ou pas. Une pente canine nettement supérieure à la pente condylienne provoquent une nette augmentation du mouvement de Bennett induisant une nécessité de déplacement transversal des condyles pour compenser le différentiel de pente.

On retiendra par principe de simplification que « pente condylienne » = « pente canine » afin de faciliter le jeu articulaire.

2.7 Une Dimension Verticale d'Occlusion

2.7.1 Définitions

Dimension Verticale d'Occlusion : Hauteur de l'étage inférieur de la face mesurée entre deux repères lorsque les arcades sont en position d'OIM (79) (5).

Dimension verticale de Repos : Hauteur de l'étage inférieur de la face mesurée entre deux repères lorsque la mandibule est en posture de repos.

Espace libre d'inocclusion : Distance entre les surfaces occlusales maxillaires et mandibulaires quand la mandibule est en posture de repos ($ELI = DVR - DVO$).

2.7.2 Détermination d'une DVO

Lors d'une reconstitution de grande étendue, le choix d'une Dimension verticale d'Occlusion (DVO) est primordial. Les arguments en faveur de l'augmentation ou de la diminution sont souvent avancés tant pour des raisons mécaniques (rétention, espace prothétique, bras de levier), qu'esthétiques (profil, rides), neuro musculaires (puissance musculaire) ou articulaires (décompression) (79).

En 1985, Gaspard dit qu'« il n'existe pas de méthode précise et reproductible pour déterminer la DVO ».

En 2017, aucune publication n'est venue infirmer cette remarque.

Il est raisonnable de penser qu'il existe un espace optimal pour situer la DVO (et non pas un point unique). Le choix d'une DVO a des retentissements sur l'espace libre et la dimension verticale de repos générant un phénomène d'adaptation neuro-musculaire.

L'espace d'adaptation dans le sens vertical est défini par une limite supérieure, une limite inférieure et une amplitude variable.

Différentes écoles se sont affrontées concernant la modification d'une DVO lors d'une réhabilitation.

Dawson en 1977 est partisan d'une non modification de la DVO existante car selon lui, l'augmentation de DVO entraînerait une élévation du niveau d'activité des muscles masticateurs que le patient ne pourrait tolérer. Les contractions musculaires ré-ingresseraient les dents surélevées.

Les données scientifiques tendent cependant à montrer que l'augmentation de la DVO entraîne une diminution du niveau de l'activité des muscles élévateurs et que seule une augmentation de plus d'1 cm provoque une élévation de cette activité (73).

A l'opposé, d'autres auteurs (73) proposent des variations de DVO pour les mêmes situations cliniques que celles évoquées par Dawson en 1977.

2.7.2.1 Augmentation Thérapeutique de la DVO.

Le coeur du problème est de savoir si la modification de DVO induite par le praticien architecte va provoquer ou non une modification de la longueur des fibres musculaires.

La réponse a été abordée par Spear qui établit le rapport suivant :

On monte sur articulateur les modèles d'étude en relation centrée et on les amène en OIM. Si le déplacement des sphères condyliennes est de 1mm dans le sens vertical on peut augmenter

la dimension verticale de 2mm. Il insiste cependant sur le contrôle phonétique qui doit valider la modification de DVO.

Chez l'édenté complet, la situation tend à être plus complexe, du fait d'une modification de DVO et d'équilibre postural régulièrement diminués en raison d'une résorption et de l'éventuelle usure des dents prothétiques (73).

Il est intéressant de constater que les gouttières occlusales chargées de corriger les pathologies musculaires ou articulaires, sont conçues en augmentant la DVO.

Woda (85) conclut que les différentes études montrent qu'il n'y a pas d'effet négatif lors d'une augmentation de la DVO dans les reconstitutions, puisqu'il se produit une adaptation. Ainsi, le changement de DVO n'interfère pas sur la mastication. Orthlieb (73) insiste bien sur le fait que l'augmentation de la DVO doit se faire en occlusion de relation centrée (ORC) pour respecter les structures articulaires.

Dans une étude d'analyse électromyographique sur la force de mastication et l'activité du muscle masséter, Manns (86) conclut que pour chaque individu il existe une plage d'élongation musculaire physiologique optimale où le masséter développe une force optimale avec une activité électromyographique faible.

2.7.2.2 Diminution thérapeutique de la DVO.

En présence d'égressions dentaires associées à une diminution de l'espace libre, la réduction de la hauteur coronaire pour rétablir cet espace est une approche thérapeutique risquée (73). Elle doit toujours s'accompagner d'une rééducation de la déglutition.

Dans les cas où l'altération de la DVO résulte de troubles squelettiques, seule la chirurgie orthognathique permet de compenser ces troubles.

Les cas favorables à une diminution seraient ceux présentant un faible recouvrement, ou un excès de surplomb, une face Longue ou un profil hyperdivergent. (79)

2.7.2.3 Critères de Décision

Indicateurs de décision de modification d'une DVO en prothèse fixée (79).

Indicateurs généraux :

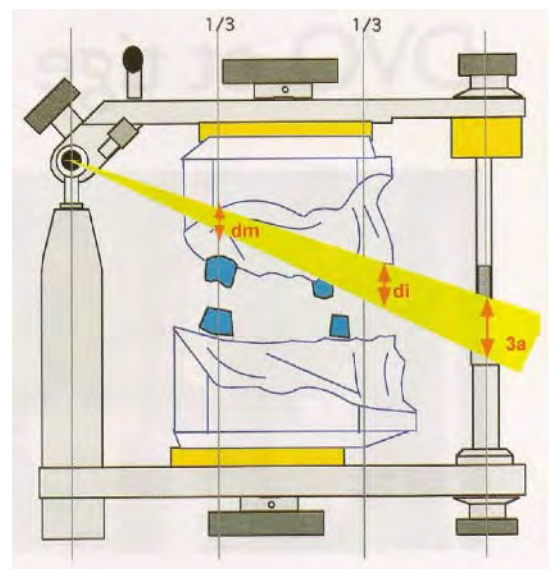
- Articulation Temporo-Mandibulaire et Coordination neuromusculaire.
- Esthétique.
- Contact bi labial.
- Typologie squelettique et morphologie mandibulaire.

Indicateurs Dentaires :

- Relation des dents antérieures (Indicateur occlusal).
- Hauteur prothétique antérieure et postérieure (Indicateur prothétique).

Le praticien architecte peut jouer dans un espace d'adaptation en fonction des impératifs biologiques, mécaniques et esthétiques spécifiques du cas clinique. L'étude sur articulateur est indispensable pour apprécier l'influence des variations de DVO sur les hauteurs prothétiques et sur les relations des dents antérieures.

Figure 25 : Règle des tiers : pour une même variation angulaire de la DVO, la variation de hauteur au niveau molaire, incisif et de la tige incisive sont proportionnelles. En moyenne pour 3mm d'augmentation au niveau de la tige, l'augmentation est de 2mm au niveau des incisives et 1mm au niveau des molaires. (Schéma développé par Wirth).



2.8 Le Guide anti-rétrusif

Le guidage anti-rétrusif permet de guider la mandibule vers l'OIM et interdit les mouvements de rétro-position de la mandibule qui peuvent être délétères pour l'articulation. Ce guidage impose une légère antéposition de la mandibule de quelques dixièmes de millimètres en avant de l'occlusion en relation centrée.

La pente du guide anti-rétrusif doit être supérieure à 60° et se trouve sur le versant mésial de la cuspside linguale de la première prémolaire maxillaire. Cette pente ne doit pas être négligée car elle permet une bonne stabilité spatiale de la mandibule en OIM.

Pour conclure, il est important de comprendre que les guidages dentaires permettent d'accompagner l'action musculaire pendant les mouvements mandibulaires. Ces guidages sont aussi des signaux proprioceptifs en direction du système nerveux central et du système musculaire pour moduler l'activité des muscles masticateurs.

3. Le Schéma Occlusal

Choisir un concept occlusal c'est définir quelles sont les dents qui vont participer au guidage en diduction.

Pour Mariani en 2006 (87), le Schéma occlusal correspond « aux règles établissant le nombre et la situation des contacts pour l'engrènement des dents et des surfaces de glissement pour la position de référence et lors des mouvements d'excursion de la mandibule ».

Quelle est l'occlusion idéale ?

L'occlusion est définie comme tout contact entre les surfaces incisives ou masticatoires du maxillaire sur les dents mandibulaires. Une occlusion idéale propose une fonction qui lors d'une mastication efficace et esthétique permet de créer une relation physiologique entre les deux arcades. Cinq concepts d'une occlusion idéale sont détaillés par Dawson en 1974 (88) , ils sont décrits ci-dessous.

1. La Relation Centrée
2. Le Guide Antérieur doit être en harmonie avec les bords de l'enveloppe fonctionnelle de mastication.

3. Désocclusion de toutes les dents postérieures dans le mouvements de propulsion.
4. Désocclusion de toutes les dents postérieures du coté non travaillant.
5. Pas d'interférence sur les dents postérieures du coté travaillant soit avec le guide antérieur soit avec les mouvements limites condyliens.

Chaque individu dispose d'un modèle d'occlusion différent, cependant ce modèle peut être trouvé en se basant sur les critères de Dawson.

Un essai clinique et une théorie ont été rapportés par Pamejier et al. (89) en 1983, aboutissant à trois types d'occlusion qui remplissent les critères du schéma occlusal idéal. Il s'agit de l'Occlusion Mutuellement protégée, L'occlusion Intégralement équilibrée et L'occlusion unilatéralement équilibrée.

Dans ma recherche bibliographique, il est ressorti peu d'études de haut niveau de preuve qui préconisent un concept plutôt qu'un autre sur des bases scientifiques (90) (91).

Ainsi les auteurs s'accordent-ils sur différents concepts occluso-prothétiques (92).

3.1 L'occlusion Mutuellement Protégée

Dans le concept d'occlusion mutuellement protégée, chaque dent à une fonction spécialisée, et le système fonctionne correctement lorsque les dents fonctionnent indépendamment les unes des autres.

Les principes sont les suivants :

- Prise en compte du complexe stomatognathique dans son ensemble.
- Dynamique mandibulaire avec un effet sur l'anatomie de toutes les dents et leur position sur l'arcade.
- Enregistrement des mouvements mandibulaires pour faire un diagnostic.
- Informations programmées sur un articulateur réglable et occlusion enregistrée en relation centrée.

Caractéristiques de ce concept occlusal :

En OIM : Des rapports cuspide/fosse (une dent sur une dent) assurent la stabilité de la position mandibulaire qui s'effectue en relation centrée. Les cuspides palatines des dents maxillaires et les cuspides vestibulaires des dents mandibulaires sont en contact avec les fosses occlusales des dents antagonistes. En OIM, les charges occlusales sont supportées par les dents postérieures. Un léger contact est observé pour les dents antérieures.

En Latéralité : Contact Canin du côté travaillant. Pas de contact côté non travaillant. Pas de contact des dents cuspidées. On dit que les canines protègent les dents cuspidées et les incisives (Figure 26).

En Propulsion : Guidage par le secteur antérieur et désocclusion postérieure. Les incisives protègent les canines et les dents cuspidées. Lors d'une reconstruction occluso-prothétique, il est important pour l'occlusion mutuelle de faire coïncider la relation centrée et l'OIM. Les contacts sont bilatéraux et simultanés.

En propulsion, le guidage est assuré par le glissement des huit dents mandibulaires antérieures sur les dents antérieures maxillaires. Pour les mouvements latéraux, seules les canines prennent en charge la désocclusion immédiate des groupes cuspidés du côté travaillant et non travaillant. En position de repos (à différencier de la relation centrée) il y a une absence de contacts dentaires.

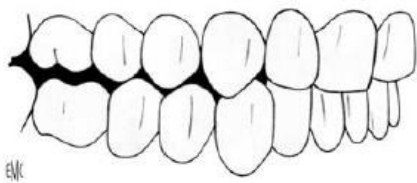


Figure 26 : Schéma Représentant une fonction canine lors d'un mouvement excursif vers la droite.

3.2 L'occlusion intégralement équilibrée ou balancée

Selon Kickey et Zarb cités par Mariani en 1989 « l'occlusion équilibrée est celle qui a des contacts simultanés sur les arcades de toutes surfaces occlusales de toutes les dents des deux côtés de l'arcade, quelle que soit la position mandibulaire »

Face à un édentement total, le praticien devra :

- Situer la mandibule dans le sens vertical, antéro-postérieur et transversal.
- Déterminer la forme des surfaces occlusales et leur position.
- Préciser les rapports occlusaux dans les situations centrée et excentrée de la mandibule.

Le Concept d'occlusion balancée est introduit par Bonwill cité par Sabek en 1885. Il considère que la mandibule est un triangle équilatéral de 10,4cm de côté dont les sommets sont représentés par les condyles et le point inter-incisif. Le but de cette modélisation étant de « réaliser des contacts sur la plus grande surface triturante des prémolaires et molaires et d'assurer une fonction incisive dans les mouvements latéraux. »

Selon Bonwil, l'occlusion des dents humaines se caractérise :

- En Propulsion : Contacts simultanés antérieurs et Postérieurs.
- En latéralité : Contacts de toutes les dents d'un côté et, du côté opposé il y a seulement quelques contacts.

Von Spee est également à l'origine du concept d'occlusion généralement équilibrée. Il observe que les « surfaces masticatoires des molaires s'alignent selon une courbe convexe vers le bas pour le maxillaire et concave vers le haut pour la mandibule ». Il suggère l'utilisation de ces soupapes dans la construction de prothèses complètes.

Hanau cité par Sabek en 1926 décrit 5 facteurs indispensables à l'établissement d'une occlusion généralement équilibrée. C'est la « Quint de Hanau »

Ainsi l'équilibre fonctionnel des prothèses totales dépend de :

- La trajectoire condylienne,
- la trajectoire incisive,
- la hauteur cuspidienne,
- le plan d'occlusion,
- la courbe de compensation.

Ce concept rencontre ses limites en denture naturelle. Gysi cité par Stuart et Stallard en 1960 distingue la situation anatomique et fonctionnelle différente entre denté et édenté. Selon lui, les mouvements mandibulaires dépendent de la pente incisive et de la pente condylienne.

Le concept actualisé d'occlusion intégralement équilibrée comprend une superposition entre l'OIM et de la RC on parle d'occlusion en relation centrée.

En Occlusion statique:

- Les rapports cuspides/fosses sont matérialisés par 2 ou 3 points de contacts.
- Les contacts ont une répartition uniforme et régulière sur toute l'arcade, parfois une légère béance antérieure peut être préconisée selon les auteurs.
- En relation centrée les dents postérieures et antérieures sont simultanément en contact (gestion de la pente incisive relative en rapport avec la pente cuspidienne relative).

En Occlusion Dynamique (Figure 27) :

Le but est d'obtenir des glissements à visée stabilisatrice dans toutes les excursions de la mandibule.

En Latéralité :

Côté Travaillant : Contact entre les versants externes vestibulaires des dents mandibulaires et les versants internes des cuspides vestibulaires des dents maxillaires.
Côté non Travaillant : Contact entre les versants internes des cuspides palatines des dents maxillaires et les versants internes des cuspides vestibulaires des dents mandibulaires.

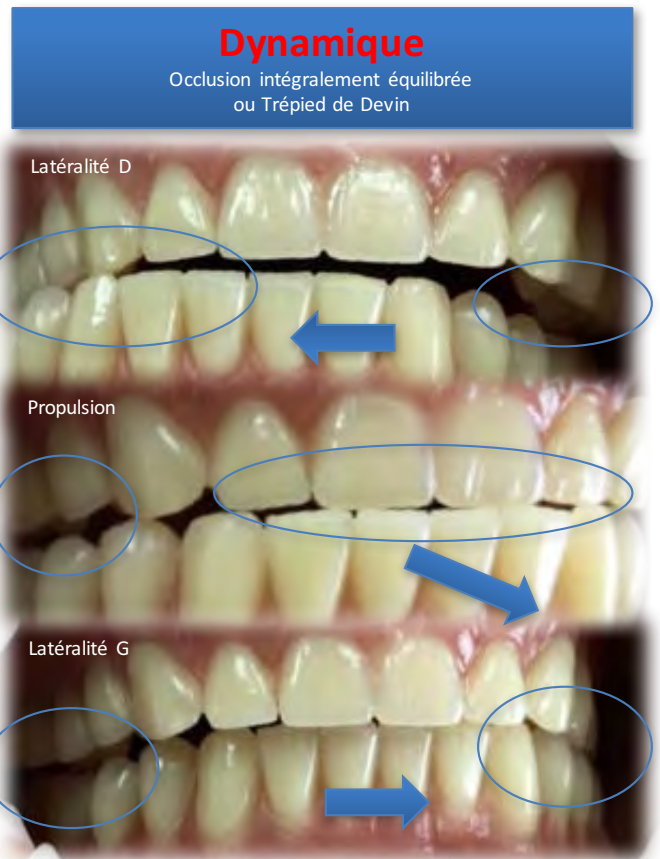


Figure 27 : Photographies de mouvements de latéralité et de propulsion par le Dr Destruhaut.

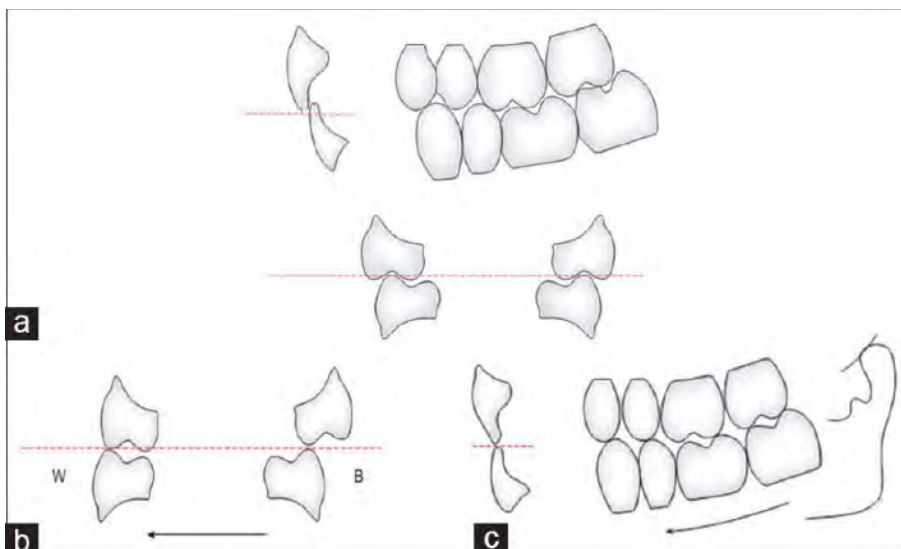


Figure 28 : Illustration de contacts occlusaux lors des mouvements de latéralité et de propulsion en occlusion intégralement équilibrée.

En Propulsion :

Contacts simultanés des dents antérieures et postérieures (Figure 28).

Les contacts entre les cuspides et les fosses doivent être tripodiques. Malgré une équilibration au laboratoire il est préconisé de faire une équilibration occlusale au fauteuil.

Cependant, il est très chonorphage et difficile de réaliser ce schéma occlusal.

3.3 L'Occlusion Unilatéralement équilibrée

En Occlusion Statique :

Il existe un espace de « liberté » antéro-postérieur entre la position d'ORC (occlusion de relation centrée) et d'OIM (occlusion d'intercuspitation maximale) appelé «long centric».

Dawson part du principe que l'articulation temporo mandibulaire ne fonctionne pas comme une mécanique traditionnelle et permet un jeu léger des condyles au sein de leurs cavités.

Posselt en 1952 étudie la différence entre la position de contact réursive et l'OIM et trouve $\pm 1\text{mm}$ de différence entre les deux.

En Occlusion Dynamique :

Il n'existe que des contacts glissants côté travaillant lors des mouvements latéraux. Dénommés « fonction groupe », ces contacts s'appuient sur les versants externes des cuspides vestibulaires mandibulaires contre les versants internes des cuspides vestibulaires maxillaires (Figure 29). Les cuspides entrent en contact lors d'un mouvement d'excursion latérale permettant une distribution des forces réparties non plus sur une mais sur plusieurs dents. De plus, ce concept permet une désocclusion des dents du côté non travaillant. Généralement la fonction de groupe est indiquée lorsque la protection canine n'est pas possible comme lors de la présence d'un surplomb important, une occlusion de classe 3, en bout à bout ou encore en présence d'une béance antérieure (93).

Schuyler a des exigences concernant l'occlusion :

- Avoir un maximum de contacts dentaires simultanés en RC,
- Avoir simultanément des contacts antérieurs et postérieurs en accord avec la fonction dans les excursions latérales du côté travaillant,

- Avoir une désocclusion des groupes cuspidés par le guide antérieur en propulsion ou pas de contact en excursion latérale du côté non-travaillant,
- Avoir contact de groupe au niveau des versants travaillants en latéralité.

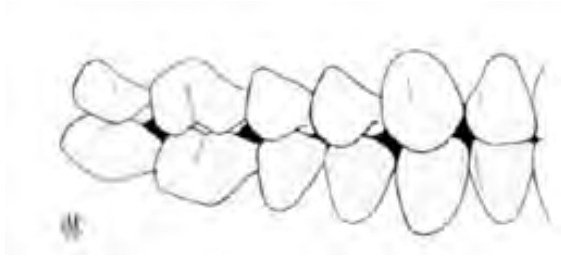


Figure 29 :Schéma illustrant une fonction de groupe lors d'un mouvement excursif vers la droite.

L'occlusion unilatéralement équilibrée envisage la reconstruction occlusale en une chronologie d'objectifs à satisfaire. Afin de parvenir à la réalisation de ces objectifs, les séquences thérapeutiques sont :

- examen clinique, diagnostic, plan de traitement
- établissement d'un guide antérieur qui soit le plus esthétique possible, fonctionnel et confortable
- détermination du plan d'occlusion
- sélection et restauration des dents cuspidées mandibulaires en harmonie avec le guide antérieur et le guide condylien sans interférence
- restauration des dents cuspidées maxillaires en harmonie avec le guide antérieur et le guide condylien.

3.4 L'occlusion Fonctionnelle de Lauret et Le Gall

L'occlusion fonctionnelle peut être définie comme la prise en compte de la physiologie de la mastication et de la déglutition dans l'approche clinique de l'occlusion, en complément ou en remplacement de concepts occluso-prothétiques fondés sur une approche théorique (17).

3.4.1 L'incision

La notion fonctionnelle d'incision s'oppose à la notion théorique de protrusion, quant au sens du mouvement. En effet, les trajets occlusaux sont sensiblement différents : l'aller propulsif de l'OIM au bout à bout incisif est différent du retour en mouvement réel d'incision au bout à bout incisif vers l'OIM. Les traces de papier marqueurs sont plus intenses et larges lors du mouvement d'incision.

3.4.2. Mouvements de Latéralité

3.4.2.1 Côté Triturant

Le mouvement est centripète. Lors du mouvement fonctionnel, au moment des derniers cycles avant la déglutition, les guidages se produisent de plus en plus près, puis en contact direct des versants occlusaux de toutes les dents cuspidées. Les guidages existent aussi bien sur les versants appelés « travaillants » que sur les versants dénommés « non-travaillants ».

En entrée de trituration, il y a un glissement de la cuspide centro-vestibulaire de la première molaire mandibulaire en appui sur le versant mésial de la cuspide disto-vestibulaire de la première molaire maxillaire.

L'inclinaison mésiale de l'axe de la première molaire maxillaire ainsi que la proéminence constante de sa cuspide disto-vestibulaire contribuent à l'interception précoce du cycle de mastication et constituent une des clés de l'occlusion fonctionnelle.

3.4.2.1 Côté non triturant

Le mouvement est centrifuge. Lors de la sortie de cycle, des contacts dento-dentaires se produisent au niveau antérieur non triturant, sur la canine ou sur plusieurs dents en fonction groupe.

Il existe des contacts dentaires controlatéraux qui :

- permettent de limiter le mouvement de sortie de cycle et de protéger l'ATM non mastiquante.
- constituent un point d'appui pour favoriser l'action des muscles masticateurs lors de l'écrasement des aliments.
- transmettent une information régulant le rapprochement des tables de sorties triturantes.

3.4.3 Proposition Clinique

Lauret et Le Gall (17) soulignent donc l'importance de la réflexion appuyée sur la réalité du fonctionnement de l'appareil manducateur. L'étude des cycles de mastication et de la cinématique mandibulaire, à proximité de l'OIM, montre des différences significatives avec les théories et les techniques thérapeutiques généralement appliquées aux équilibrations prothétiques. Ces concepts occluso-prothétiques reflètent mal la physiologie du modèle de fonctionnement occlusal.

Le choix de l'occlusion à reconstruire doit prendre en compte l'enveloppe fonctionnelle propre à chaque patient, et évolue avec l'âge. Ainsi, une démarche stéréotypée n'a que peu de chance de convenir au système musculaire et articulaire du patient.

Afin d'assurer la pérennité du traitement, les techniques d'équilibration occlusale doivent viser à rétablir l'équilibre fonctionnel de chaque unité dentaire au sein du système manducateur. L'ajustement occlusal par addition ou soustraction doit dépasser la notion de stabilité des contacts occlusaux statiques en OIM et établir des contacts fonctionnels dynamiques harmonieux répartis entre les secteurs antérieurs et les secteurs cuspidés. Ainsi, on se rend bien compte que les trajets habituels de latéroclusion et de protrusion ne rendent pas compte du champ fonctionnel révélé par l'incision et la mastication.

IV- Les Concepts Occlusaux face aux Situations Cliniques

Le préalable de toute réalisation prothétique est que la prothèse la plus fragile conditionne le schéma occlusal.

A- Spécificités Implantaires

Le parodonte autour d'un implant ostéo-intégré (94) est dépourvu de mécano-récepteurs. La pauvreté dans les tissus environnants de récepteurs mécaniques réduit la capacité proprioceptive et discriminative des implants comme le décrivent Jacobs et Van Steenberghe en 1991 (17)(95).

Cette spécificité ne permet pas aux mécanismes d'adaptation du système nerveux central de se manifester avec la même efficacité sur les prothèses implantaires que sur les dents naturelles (Figure 30). Ces mécanismes permettent toutefois la régulation des contacts par l'adaptation du jeu musculaire et peuvent créer des réflexes d'évitement permettant à l'appareil manducateur d'assurer ses fonctions (96).

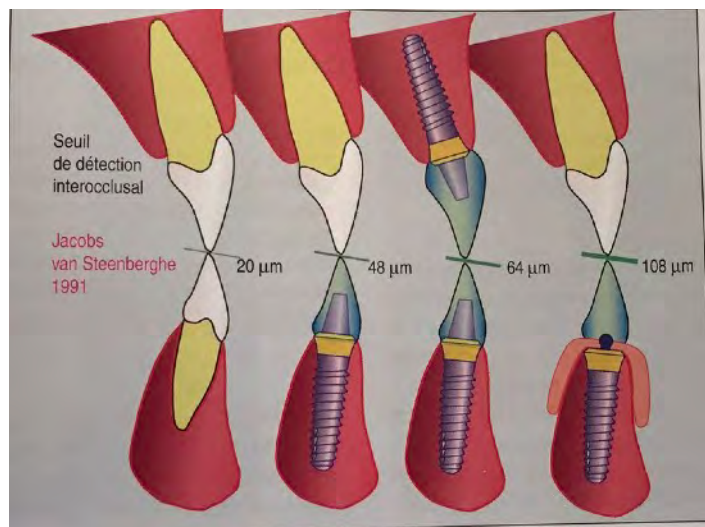


Figure 30: Illustrations du seuil de Détection Inter-occlusal.

Lors de l'équilibration occlusale, l'information donnée par le patient sur l'intensité des contacts et des guidages manque cruellement d'objectivité. La persistance de contacts occlusaux exagérés et le mauvais ajustage passif des piliers et des armatures prothétiques sont les deux principaux facteurs responsables de la perte osseuse et des échecs implantaires (17) (97).

Chapman en 1989 (17) (98) et Rangert en 1992 (17)(99) décrivent une meilleure absorption des forces axiales sur les implants que des forces non axiales. Mais cette affirmation conceptuelle n'est pas compatible avec les forces frontales développées lors de la mastication. Il ressort cependant que les implants coniques dont la forme est plus proche de la dent permettent une meilleure dissipation des forces dans l'os péri-implantaire (17).

Deux conditions sont donc à satisfaire lors de la mise en place d'implants :

- Orientation des forces occlusales de déglutitions et la résultante des forces de mastication selon le grand axe des implants.
- Limitation des bras de leviers horizontaux (largeur de table occlusale) et verticaux (ratio couronne/implant).

B- Recommandations Prothétiques

Quel que soit le type de restauration adopté :

- **Les armatures des prothèses implanto-portées doivent être passives.**
Cet élément est indispensable pour éviter les contraintes internes sur les différents composants du système implantaire.
- **L'étape de prothèse provisoire est indispensable** afin de valider cliniquement le choix du schéma occlusal.

Il existe 2 modes de rétention prothétique : scellé ou transvissé.

- Les prothèses scellées présentent l'avantage de pouvoir corriger des axes implantaires divergents ou non centrés sur la crête. La morphologie occlusale reste préservée. Un réglage occlusal fin est possible. Les inconvénients de ce mode de rétention sont la difficulté de démontage et le risque de fusée de ciment de scellement en situation sous gingivale.
- Les restaurations transvissées présentent l'avantage d'un démontage aisé et l'absence de ciment de scellement. Les inconvénients sont d'ordre esthétique, fonctionnel, biomécanique et technique : l'anatomie occlusale est altérée par l'orifice de l'émergence de la vis qui rend plus difficile l'équilibration occlusale ; il existe un risque de fracture de la céramique aux bords des puits d'accès ; le contrôle de passivité est difficile.

C- Adaptation des Concepts Occlusaux

Afin d'adapter les concepts occlusaux sur les réhabilitations globales implantaires, de nombreux praticiens ont eu tendance à accentuer la fonction canine sur leurs réhabilitations afin de protéger les implants postérieurs de forces occlusales mal contrôlées. La fonction canine était accentuée, le relief cuspidien diminué voire supprimé, les tables occlusales étaient réduites en largeur et les contacts occlusaux étaient réduits au minimum.

La contre partie de cette adaptation par le praticien était le risque d'oublier des incoordinations du guidage fonctionnel. Ainsi ces interférences non décelées sur les implants pouvaient mener à une augmentation du risque d'échecs implantaires par micro-traumatismes répétés. Ainsi le guidage canin présente une balance avantages/inconvénients qui n'est pas forcément en faveur de son application. Il peut aussi y avoir une tentative d'adaptation par le centre masticatoire entraînant une grande contraction musculaire postérieure pour permettre le rapprochement molaire lors de la mastication, avec risque d'évasement du cycle de mastication.

L'évasement du cycle de mastication va entraîner des désordres temporo-mandibulaires avec claquement et ou douleur musculaire si la capacité d'adaptation est dépassée (100).

Comme mentionné précédemment, un des critères les plus importants pour le succès implantaire est l'occlusion sur implants. Un schéma occlusal inadapté augmente les forces nocives au risque de réduire le support osseux et d'entraîner la perte de l'implant.

1- Contacts prématurés et interférences

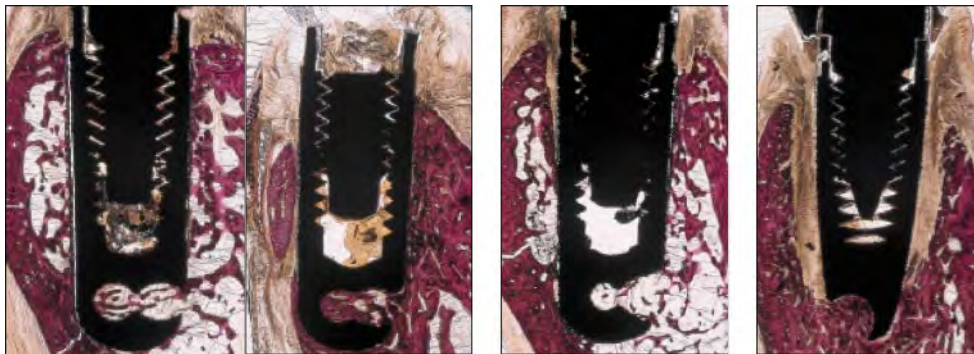
En position d'intercuspidie maximale, aucun contact ne doit primer sur les autres. Les contacts prématurés en position d'OIM ou de relation centrée doivent être particulièrement pris en considération sur les prothèses supportées par des implants. En effet, contrairement à la dent et à son ligament desmodontal, l'implant ne possède pas de capacité d'adaptation en cas contact trop important avec une dent antagoniste.

Miyata et al (101) ont réalisé une étude sur des singes avec des niveaux de prématurité occlusale différents. Cette étude montre que des forces excessives de mastication s'appliquent aux implants dont le contact est prématuré causant une perte d'os marginal et une moindre ostéointégration. Le résultat proposé serait que plus le contact est prématuré sur une prothèse implanto portée, plus l'os crestal support de l'implant est enclin à disparaître.

Table 1 Changes in Periodontal Probing Depth (mm) or Peri-implant Sulcus Depth (mm) Before and After Occlusal Loading								
	Model A		Model B		Model C		Model D	
	Before	After	Before	After	Before	After	Before	After
Second premolar	1.0	1.1	1.0	1.0	1.0	1.2	1.0	1.0
First molar	1.1	1.3	1.0	1.2	1.0	1.1	1.2	1.2
Implant 1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.0	2.0	1.1	2.5
Implant 2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.4	1.1	3.2

Model A = control (no excess occlusal height); Model B = supraocclusion with excess height of 100 μ m; Model C = supraocclusion with excess height of 180 μ m; Model D = supraocclusion with excess height of 250 μ m.

Images de gauche à droite (a), (b), (c) , (d) : Coupes histologiques de contrôle d'un implant sans sur-occlusion(a), avec une sur-occlusion de 100 μ m (b), de 180 μ m (c), et 250 μ m (d).



Dans une autre étude, Isidor F (102) toujours sur les singes, a établi qu'un contact prématuré excessif cause une perte sévère d'os marginal et une perte d'ostéointégration considérable.

2- Surfaces d'appui et charges occlusales

La surface d'appui joue un rôle considérable dans le soutien des charges transmises à la prothèse ; ainsi une surface d'appui réduite est sujette à une augmentation de charge par mm^2 . Cette charge peut être réduite en augmentant les appuis implantaires dans la région concernée, par une augmentation de l'épaisseur de crête, par une diminution de la hauteur de couronne et une augmentation du diamètre de l'implant.

Bidez et al (103) ont réalisé une étude qui montre que des forces transmises à l'os crestal étaient plus réduites lorsqu'elles étaient distribuées sur 3 attachements implantaires que sur 2.

De plus nous nous sommes demandés lors de ce travail si la taille des marques réalisées par un papier marqueur pouvait nous donner une information fiable concernant la charge occlusale. Carey (104), mène une étude en 2007 sur ce sujet. L'auteur base son étude sur une analyse informatique (105) permettant d'établir un contact simultané mesurable a montré que tous les papiers marqueurs de mêmes épaisseurs ne permettaient pas de montrer ce contact simultané. L'étude de Carey, teste une charge axiale répétée et croissante de 25 à 450 newtons sur des modèles en résine Epoxy en interposant du papier marqueur. 600 marques ont été photographiées et analysées par informatique. L'analyse montre que la surface des marques croît de manière non linéaire lors de l'augmentation croissante de la charge. Le test de Student appliqué à toutes les marques ayant reçu une même charge trouve une différence significative sur 80% des marques.

Les auteurs concluent sur le fait qu'aucune relation n'a pu être mise en évidence entre surface marquée par le papier et augmentation de la charge occlusale, même si la surface augmente avec l'augmentation de la charge occlusale. Ainsi lors de la sélection de la dent à régler occlusalement, le praticien ne devrait pas, selon les auteurs, se fier à la surface de la marque (qui décrit précisément les contacts occlusaux) pour en déduire la force de ce même contact.

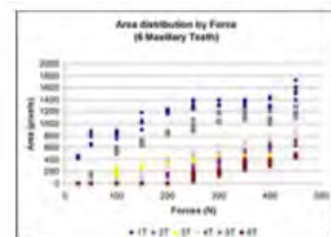


Fig. (9). Maxillary teeth: Force vs. Mark Area.—A wider range (than mandibular teeth) of mark areas present at each force.

Table 2. Means and standard deviations of pixel area data grouped by tooth- rounded to the nearest pixel

	1T	2T	3T	4T	5T	6T
Mean	1112	768	311	381	257	142
SD	338	407	117	298	257	170
	1B	2B	3B	4B	5B	6B
Mean	834	97	475	327	263	208
SD	256	124	266	208	234	179

3- Angle Cuspidien

En dentition naturelle, l'inclinaison des cuspides est variable, alors que l'angulation générale des dents prothétiques est de 30°. Ainsi il a été prouvé que le niveau d'angulation élevé entraînait un plus fort niveau de torque. Ainsi 10° d'angle ajouté sur une cuspidie, augmenterait le torque de 30%.

Kaukinen JA et al ont réalisé une étude qui montrerait que plus l'angle cuspidien augmente, plus le bol alimentaire est mastiqué de manière efficace, cependant cela augmenterait de manière considérable la perte d'os crestal. Ainsi il ne présente pas d'avantage réel d'augmenter cet angle par rapport aux risques encourus.

4- Matériaux de Réhabilitation

Une des complications la plus fréquente est une fracture du matériau de réhabilitation sur les réhabilitations implantaires. De plus, le choix du matériau de reconstruction est très important pour chaque patient. Il doit répondre à des critères esthétiques, de résistance à la fracture, à la propagation des fissures, d'efficacité masticatoire (Figure 31).

Figure 31: Indication de l'utilisation des matériaux selon leurs capacités physiques

	Céramique	Or	Résine
Esthétique	+	-	+
Force d'Impact	—	+	+
Charge statique	+	+	+
Efficacité masticatoire	+	+	-
Résistance à la fracture	—	+	—
Résistance à l'Usure	+	+	—
Espace Prothétique Nécessaire	—	+	—
Précision	—	+	—

5- Surcharge occlusale : Le système à l'épreuve du choix du schéma

Lors de la mise en fonction d'implants, il est préférable d'éviter les forces horizontales mais une surcharge occlusale implique aussi des forces axiales. Dans le but de connaître leurs effets, nous avons cherché à savoir comment se dissipaient les forces dans l'os lorsqu'elles étaient appliquées aux implants. Ainsi le choix d'un schéma occlusal aura des retentissements au niveau des charges appliquées aux implants. Le type d'implants et leurs positionnements auront des conséquences sur la dissipation des forces reçues lors des contraintes occlusales.

Trois éléments peuvent rentrer en jeu au niveau de la transmission et de la propagation des forces en prothèse complète maxillaire sur implants:

- Les implants.
- Le système d'attachement (pour une prothèse amovible).
- Les matériaux utilisés.

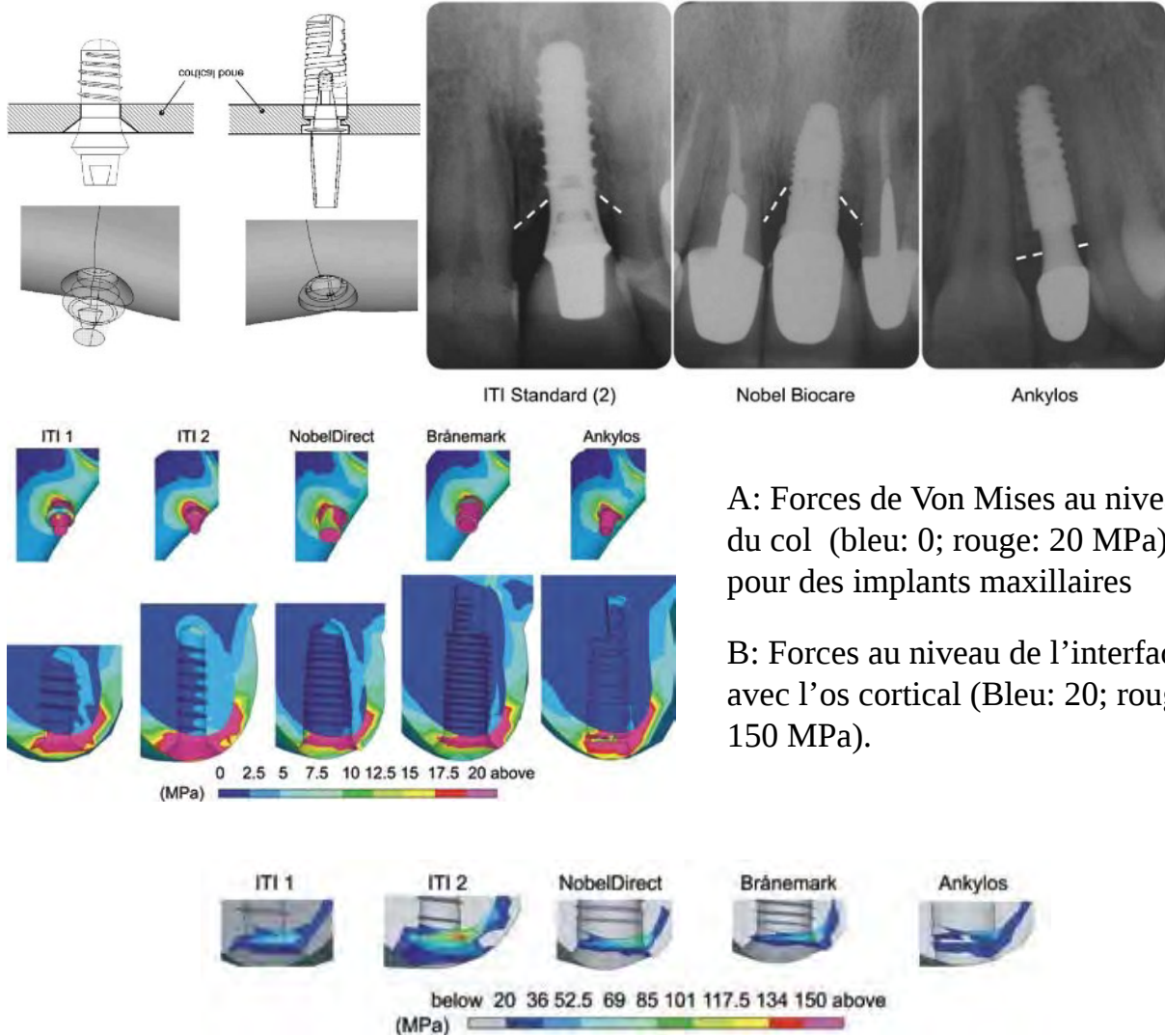
Pour ce faire nous avons concentré notre recherche sur les études analysant la propagation des forces notamment par analyse des éléments finis. Cette méthode permet de calculer numériquement le comportement d'objets, et par extension d'avoir connaissance du comportement des éléments finis en contrainte.

5.1- Implant et dissipation des forces

L'implant va devoir dissiper de manière harmonieuse les forces dans l'os qui l'entoure afin de ne pas créer de zone de résorption pouvant nuire à sa pérennité.

Une étude menée en 2008 par Baggi (106) s'intéresse à la transmission des forces à l'os autour de l'implant selon la longueur et le diamètre de l'implant et selon la géométrie de l'os crestal dans les secteurs molaires. Dans cette étude, les zones de concentration des forces sont situées autour du col de l'implant. Des forces de Von Mises sont plus importantes au maxillaire qu'à la mandibule.

L'implant Ankylos® testé, présente une interface os/implant égale à la longueur de l'implant lui-même et un diamètre de 4,5mm, il présente la plus faible valeur de forces transmises à l'os



aussi bien en compression qu'en traction, il est implanté en utilisant la technique de platform-switching lors de la mise en charge prothétique.

L'analyse de la transmission des forces pour des implants de même diamètre permet de mettre en évidence que le risque de surcharge d'os compact augmente significativement lors d'une perte d'os crestal. De plus lors de la réalisation d'une implantation par platform-switching, les résultats de la transmission des forces à l'os compact entourant l'implant sont améliorés.

L'étude conclut que dans les limites de la modélisation informatique, la dissipation des forces dans la corticale péri-implantaire est dépendante du diamètre de l'implant

Une augmentation de la longueur de l'implant permet une meilleure dissipation des forces dans le tissu spongieux entourant l'implant jusqu'à 7mm. De même la réalisation d'un platform-switching permettrait de réduire le risque d'une mauvaise dissipation des charges occlusales. Une mauvaise dissipation des forces peut être attendue dans les mouvements de

compression pour l'os compact et lors de la traction au niveau de l'interface os cortical/os trabéculaire.

Cette étude se confronte à une étude de Renouard (107) qui en 2008 lors d'une méta-analyse conclut qu'à partir de 7mm l'intensité des contraintes est négligeable, et que le bras de levier est aussi bien présent lors de la mise en place d'implant court ou long.

« *L'utilisation d'implants de plus de 10mm ne permet pas plus de dissipation de contraintes mécaniques* » (108).

Cependant une étude de 2016 d'Afrashtehfar KI (109) qui fait une revue de littérature sur 41 études, conclut qu'il n'est pas possible pour l'heure de prouver un lien de cause à effet entre surcharge occlusale et perte osseuse péri-implantaire dans des conditions de bonne santé et d'hygiène.

Le choix du schéma occlusal a une influence dans la transmission des contraintes aux implants supportant des réhabilitations complètes comme le fait remarquer Oghuri (109) qui compare les distributions de pression aux implants en fonction de la nourriture machée et du schéma occlusal choisi. Ces résultats montrent qu'avec une équilibration intégralement balancée ou bien lingualée une force plus faible est nécessaire pour broyer le bol alimentaire (ici des carottes ou des bonbons gélatinés) et que la force transmise aux implants est moindre que lors de l'utilisation d'une occlusion monoplane.

Choisir un type implant support d'une prothèse complète est aussi un choix auquel devra se confronter le praticien. Une étude de Tada (110) portant sur l'analyse d'éléments finis, mesurant l'influence de la forme de l'implant et de la qualité de l'os sur la dissipation des forces à l'os adjacent, vient confirmer cette remarque. L'étude est menée en 2003 compare la distribution des forces à l'os lors de l'utilisation d'implants courts et longs et d'implants à pas de vis ou cylindriques.

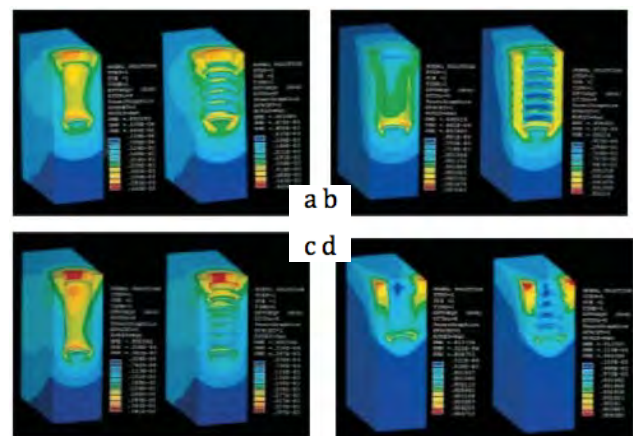


Figure 32 :Représentation des forces axiales par analyse des éléments finis en fonction du type d'os et de la longueur (a-b-c).
(d) Représentation sous forces bucco-linguales.

Les résultats illustrés dans la figure 32, sont présentés de la manière suivante :

- a- Distribution des forces de cisaillement sous une charge axiale dans l'os spongieux. pour un implant de 10,8mm cylindrique dans un os de type 1 à gauche et un implant à pas de vis dans un os de type 2 à droite.
- b- Distribution des forces de cisaillement sous une charge axiale dans l'os spongieux. pour un implant de 12,4mm cylindrique et à pas de vis dans un os de type 3.
- c-Distribution des forces de cisaillement dans l'os spongieux. pour un implant de 12,4mm cylindrique et à pas de vis dans un os de type 1.
- d-Distribution des forces de cisaillement dans l'os spongieux sous une charge bucco-linguale pour un implant de 9,2mm cylindrique et à pas de vis dans un os de type 4.

Cette étude permet de conclure sur 3 corrélations d'éléments :

- Corrélation entre géométrie d'implant et distribution des forces :

Dans une modélisation d'implants de même volume sous des forces axiales et bucco-linguales, la fatigue a été moins élevée dans les os de type 3 et 4 avec les implants à pas de vis qu'avec les implants cylindriques. Ceci peut être expliqué par la géométrie de l'implant à pas de vis dont le col vient dissiper les forces sur la crête principalement composée d'os dense.

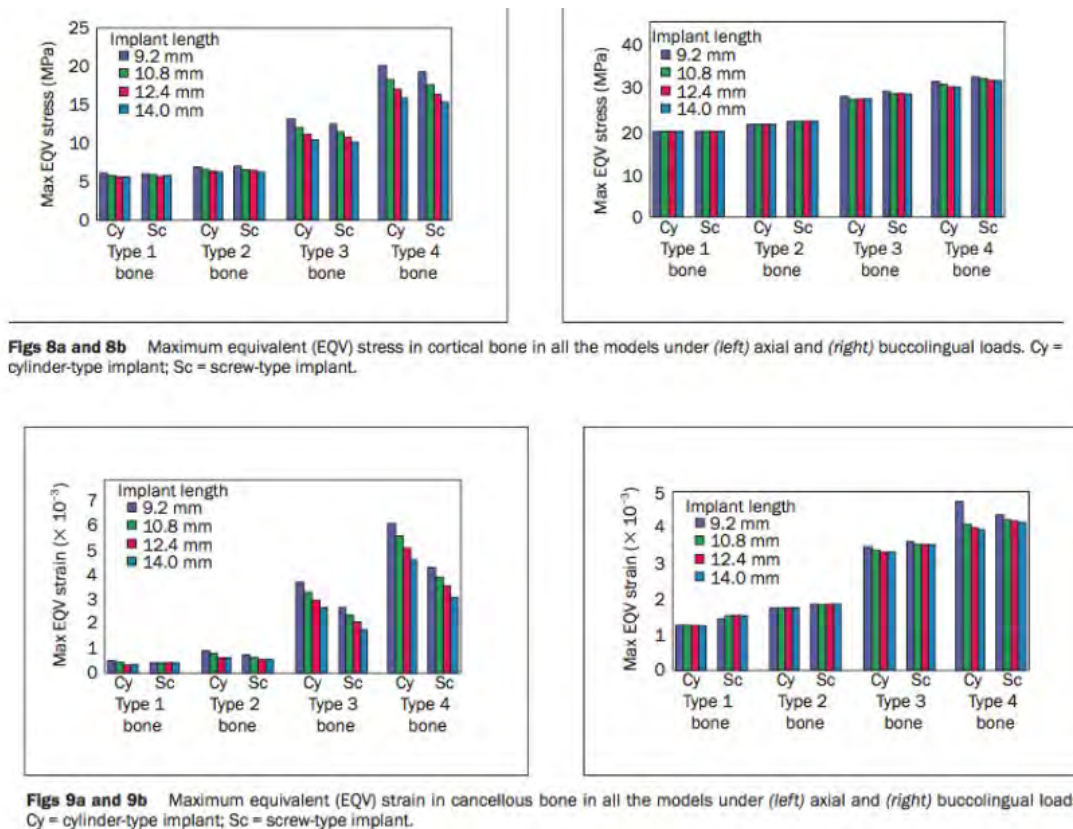
- Corrélation entre densité osseuse et distribution des forces :

Dans toutes les projections, la fatigue des implants a augmenté lorsque la densité de l'os diminuait. La faible rigidité de l'os spongieux dans des situations de faible densité génère un mouvement significatif de l'implant lorsque ce dernier est soumis à des forces. Ceci conduit à une plus grande force de déformation et donc à une plus grande force et une plus grande fatigue s'appliquant à l'os cortical et l'os spongieux.

- Corrélation entre longueur de l'implant et distribution des forces:

Dans les type 3 et 4 d'os la longueur a affecté les résultats. Ainsi l'implant de 9,2mm cylindrique provoque une fatigue de l'os environnant significativement plus importante qu'un implant plus long (Figure 33). Ceci est principalement dû à un changement du lieu d'application des forces qui s'appliquent désormais à la base de l'implant et non plus au niveau du col.

Figure 33: Valeurs des forces en fonction de la géométrie et de la longueur de l'implant.



En conclusion de cette étude et de la partie nous pouvons suggérer que :

- Les forces appliquées à l'os par l'implant dans l'os cortical ou spongieux ont augmenté lorsque la densité et la qualité de l'os ont diminué.
- Les forces appliquées à l'os par les implants à pas de vis sont moins importantes qu'avec des implants cylindriques surtout dans des os de faible densité.
- La longueur de l'implant sur les forces appliquées à l'os joue un rôle majeur notamment dans la dissipation des forces sur un os spongieux. Ainsi des implants plus longs permettraient une meilleure dissipation des forces que des implants courts.

Une étude concernant la résorption osseuse autour des implants lors de la réalisation de réhabilitation complète sur mandibule (111) vient suggérer par analyse des éléments finis que la perte d'os autour des implants supports d'une réhabilitation complète, augmente la valeur des forces s'exerçant sur ces mêmes implants, sur les attachement et sur l'os marginal adjacent.

5.2 - Système d'attachement et propagation des forces

Une étude de 2015 menée par Vedocatto (112) vient déterminer les types de forces s'exerçant sur la zone péri-implantaire et l'os alvéolaire de la crête en fonction de l'attachement. Pour ce faire les attachements sont testés par la méthode de photoélasticité. Lors de cette étude, les attachement de type O-ring, Locator®, de barre/cavalier, et une combinaison de barre cavalier et d'attachement O-ring sont comparés. L'analyse par méthode photo-élastique montre dans cette étude que les attachement O-ring ou Locator® permettraient une meilleure distribution des forces le long de la crête alvéolaire et de l'implant. Cependant il peut être mis en avant le fait que les faibles forces notées dans l'attachement O-ring sont dues à une absorption de l'anneau résilient de la capsule. Les réhabilitations globales retenues par barres montrent de plus grandes forces transmises à la fois du côté de l'implant testé mais aussi de l'implant controlatéral. Bien que cette étude soit une étude in vitro, les résultats se trouvent confortés par des études annexes.

L'étude de Kent (32) étudie la propagation des forces appliquées à une prothèse aux implants sous jacents en fonction du type d'attachement. Les attachements Locator® sont comparés aux attachements par barre.

Ainsi cette étude conclut que les attachements Locator® quelque soit le point d'exercice de la force dissipent mieux les forces que les attachements par barre/cavalier.

El Anwar (110) mène une étude d'analyse des éléments finis concernant deux types d'attachements et la transmission des forces aux implants. Les attachements Locator® sont comparés aux attachements boules.

Lors de la comparaison des forces générées, l'attachement Locator® permettrait une diminution de 9% des forces générées à la jonction implant/Locator par rapport aux attachements boules. Ceci pouvant être justifié par une hauteur plus faible ainsi qu'un diamètre plus grand pour les attachements Locator® par rapport aux attachements boules. Cependant moins de forces au niveau de la muqueuse et de l'os cortical sont observées dans cette étude lors de l'utilisation d'attachement boules environ 33% (due selon l'auteur à la géométrie de la liaison boule-implant qui permet une meilleure absorption des forces). L'auteur conclut sur la faible rigidité de l'os spongieux autour de l'implant qui permet de moins bien absorber les forces que l'os cortical. La supériorité de l'attachement Locator® est meilleure au niveau de la déformation de la capsule ce qui indique une plus grande longévité de celle-ci, mais a également montré de meilleurs résultats avec 10% de forces de Von Mises

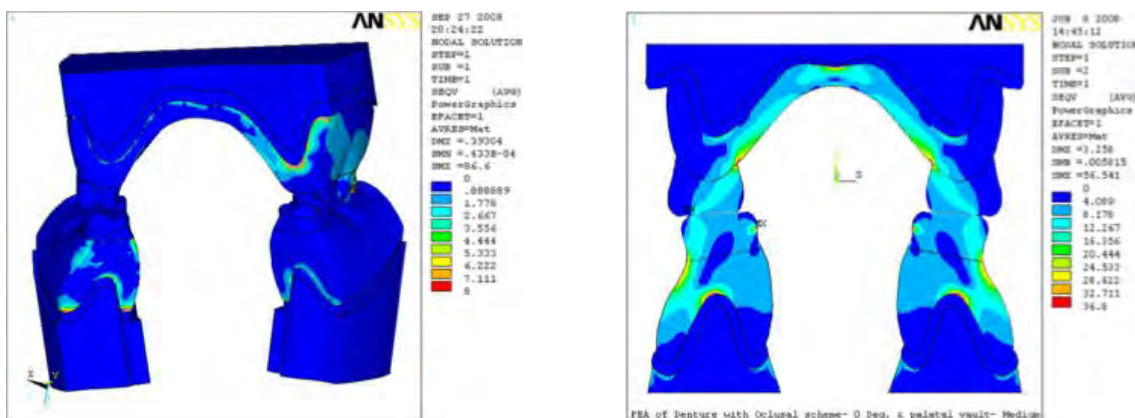
transmises à l'implant. L'auteur conclut que dans un contexte d'os faiblement dense pour une charge verticale, les attachements boules sont préférables, alors que les Locators® sont recommandés pour assurer une meilleure survie de la réhabilitation et une plus grande durée de vie des capsules.

5.3 Forces, Matériaux et Formes des dents

Les matériaux utilisés lors des réhabilitations pourraient avoir un rôle dans la transmission des forces. Une étude de Bassin en 2002 (113), permet de comparer les forces transmises aux implants par utilisation d'attachements mesurant la force (strain jauge attachement) en fonction de l'utilisation de céramique ou de résine pour réhabiliter les dents maxillaires. Les mesures sont réalisées in vitro et in vivo lors d'application de forces longues et courtes. **In vitro** une différence significative de transmission de force a pu être montrée uniquement lors d'un choc sur un implant ancré de manière rigide dans un modèle ; ce résultat étant dû, selon les auteurs, à la différence de résilience entre les deux matériaux comparés. Cependant les conclusions de cette étude ne permettent pas de mettre en évidence une différence significative **in vivo** de transmission de force aux implants sous jacents en fonction du matériau de réhabilitation.

La forme des dents et l'inclinaison des cuspides jouent un rôle essentiel dans les réglages de l'occlusion ; ces réglages vont influencer directement les forces appliquées aux structures sous jacentes comme le montre cette étude de Mankani en 2013 (114) sur la dissipation des forces dans la muqueuses pour les porteurs de réhabilitations mucco-portées, en fonction de la forme des dents postérieures et de l'inclinaison de leurs cuspides. Cette étude se concentre sur l'analyse des forces sur éléments finis pour un patient porteur d'une prothèse bi-maxillaire complète. Cette étude met en évidence de plus grande forces appliquées lorsque les cupides sont inclinées à 20 ou 30 degrés qu'à 0 degré. Les résultats sont illustrés dans la Figure 34.

Figure 34 : Propagation des forces de Von Mises avec une angulation cuspidienne de 20° à gauche et 0° à droite pour une réhabilitation mucco-portée bi-maxillaire.



Il n'y a pas de différence significative entre les cuspidés inclinées à 20 ou 30 degrés. La comparaison des résultats entre les dents monoplanes et les dents cuspidées (20 et 30 degrés) nous permet de conclure que la crête vestibulaire maxillaire reçoit plus de forces avec les dents cuspidées qu'avec les dents monoplanes. Les dents monoplanes engendrent moins de forces sur la crête vestibulaire ou palatine au maxillaire qu'à la mandibule. Ces conclusions sont en accord avec l'hypothèse d'une diminution des pentes cuspidiennes pour réduire les forces latérales qui peuvent s'exercer aux implants dans les réhabilitations implanto-portées.

5.4 Analyse électromyographique

Les forces s'appliquant aux réhabilitations maxillaires et donc aux implants sous jacents sont intégralement conditionnées par l'activité des muscles masticateurs. Nous avons donc essayé de trouver un lien entre le choix du schéma occlusal et l'activité des muscles masticateurs.

Une étude de Manns en 1987 (115) concerne l'influence d'une fonction canine ou d'une fonction groupe sur l'activité des muscles masticateurs. Toujours étudiée par électromyographie, cette étude montre une diminution de l'activité des muscles élévateurs par électromyographie en fonction groupe par rapport à leur activité en relation centrée. Cette réduction est bien pas importante en fonction canine notamment sur le faisceau médian du muscle temporal. Ces conclusions suggèrent l'hypothèse d'utilisation d'une fonction canine en latéroclusion pour les patients réhabilités par prothèse complète sur implants.

Miralles (116) s'intéresse aussi à l'influence d'une fonction canine par rapport à une occlusion balancée sur l'activité des muscles masticateurs chez les patients dont le maxillaire a été réhabilité. Les résultats de l'électromyographie permettent de comparer les forces maximales lorsque le patient serre en OIM et lorsque le patient est en position excursive latérale guidée par une fonction canine ou par une fonction groupe. Les résultats suggèrent à la vue de la baisse d'activité des muscles masticateurs élévateurs (masseter et temporal) que la fonction canine pourrait être préconisée pour les réhabilitations complètes afin de prévenir les parafunctions et les forces latérales trop importantes sur les implants sous jacents.

6- Occlusion linguale

Ce type d'occlusion est développé par Gysi en 1927, qui part du constat que les cuspides des dents postérieures sont de deux types : des cuspides d'appuis et des cuspides sans appuis.

Les cuspides d'appuis sont les cuspides vestibulaires des dents mandibulaires et les cuspides linguales des dents maxillaires. Alors que les cuspides d'appuis sont arrondies et émoussées, les cuspides sans appuis ont un profil plus pointu. Les cuspides d'appuis maintiennent la dimension verticale d'occlusion et jouent un rôle essentiel dans les cycles de mastication. Les pointes des cuspides d'appuis sont habituellement situées au centre de la dent afin de maintenir des forces axiales et minimiser les forces latérales lors de l'OIM.

Certains auteurs ont préconisé l'application d'un schéma occlusal lingual pour les restaurations complètes d'arcade. Pound (1970) reprend la description que Payne (1941) avait réalisée sur l'occlusion linguale en prothèse complète muco-portée pour l'occlusion réalisée sur prothèses implantaires (Figures 35 et 36)



Figure 35 : Occlusion linguale sur implant.

Les dents postérieures sont disposées de manière à ce que les cuspides palatines maxillaires entrent en occlusion avec la fosse centrale des dents antagonistes mandibulaires. Pas de contact entre les cuspides vestibulaires mandibulaires et les cuspides palatines maxillaires. Il existe un inconvénient par la création d'un espace entre les cuspides vestibulaires des dents mandibulaires et leurs antagonistes maxillaires.

On retrouve une morphologie particulière au niveau des dents maxillaires : (117)

- Une augmentation du volume de la cuspide palatine maxillaire,
- Une diminution du volume de la cuspide vestibulaire maxillaire pour ne pas avoir de contacts cuspides en position statique centrée,
- une angulation cuspidienne supérieure à 20°

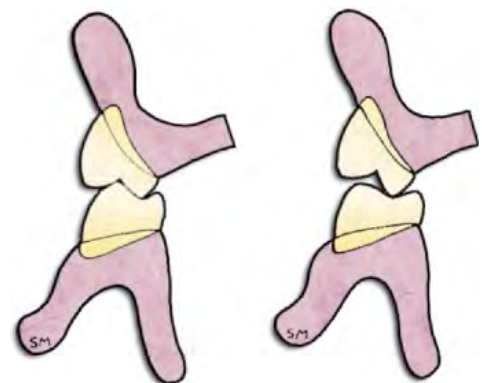


Figure 36 : Occlusion conventionnelle et Occlusion linguale.

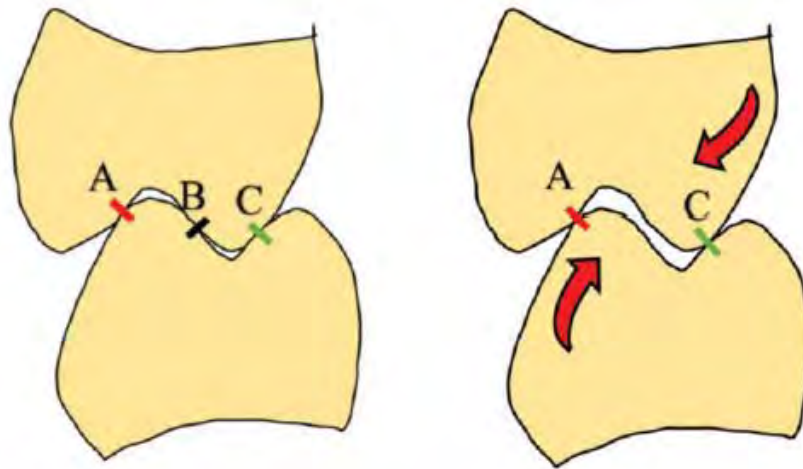
La pointe de la cuspide d'appui prend contact avec la table occlusale de la dent opposée comme le ferait une cuspide dans une embrasure occlusale. C'est la relation idéale, à partir du moment où les forces sont dirigées perpendiculairement à ces surfaces.

Ce type de contact est un objectif thérapeutique recommandé dans les traitements de réhabilitation. Ainsi le potentiel à développer une force à composante horizontale est réduit du fait de l'absence de pans inclinés.

Les contacts occlusaux sur des surfaces inclinées sont trouvés lorsque les cuspides d'appui ont un contact avec la surface inclinée antagoniste.

Dans les contacts non travaillants une petite aire de la cuspide d'appui prend contact avec une petite aire d'une cuspide non travaillante. Ainsi, la cuspide d'appui ne s'appuie plus sur la fosse occlusale de la dent antagoniste.

Figure 37 : Illustration du trépied occlusal lors d'un contact entre dents antagonistes.
Illustration des mouvements de bascule lors d'un déséquilibre du trépied occlusal.



Il existe trois cas de contacts sur surface inclinée :

Type A : Le contact occlusal indique le contact entre la partie extérieure inclinée de la cuspide support mandibulaire et la surface intérieure inclinée de la cuspide guide maxillaire.

Type B : Le contact occlusal existe entre la partie intérieure de la surface inclinée mandibulaire et la cuspide d'appui maxillaire.

Type C : Le contact occlusal se fait entre la partie intérieure de la surface inclinée de la cuspside guide mandibulaire et la partie extérieure de la surface inclinée de la cuspside d'appui maxillaire.

Mécaniquement les contacts les plus favorables sur des pans inclinés sont les associations de type A-B ou B-C ou encore dans l'idéal l'association A-B-C.

Le contact tripodique est en réalité la réunion des types A-B-C présents tous ensemble sur les deux dents antagonistes. Il en résulte une occlusion stable en OIM, mais très difficile à réaliser sur une réhabilitation globale. Le risque est de ne pas desseller une prématurité et d'accroître des forces nocives horizontales lors des mouvements d'excursion.

L'occlusion lingualée est la réalisation d'un contact B-C sur les dents postérieures, ce qui permet de s'affranchir de la nocivité d'un mauvais réglage du contact A-C (contact glissant) responsable de forces horizontales.

L'efficacité masticatoire lors d'un montage en occlusion lingualée est de très bonne qualité.

Une étude de Sutton compare la satisfaction de l'efficacité masticatoire des patients lors d'un essai clinique l'utilisation de dents ortho-linguales, lingualée et orthoplanes. Les dents anatomiques et linguales recueillent le même taux de satisfaction, lui même significativement plus élevé que pour les dents orthoplanes. (72)

Une étude de Kimoto (118) sur la satisfaction des patients porteurs de reconstitutions complètes dont le réglage occlusal a été, soit bilatéralement équilibrées lingualé, soit bilatéralement équilibrées conventionnellement montrerait une meilleure satisfaction avec l'équilibration lingualée.

Une étude de Razzaq Ahmed (119) cherche à connaître l'efficacité masticatoire des patients porteurs de prothèses équilibrées en occlusion balancée ou en occlusion lingualée. Les patients sont randomisés (n=60), puis après acceptation de leurs prothèses, le test d'efficacité masticatoire est conduit en utilisant la méthode de Sieving. Les patients sont soumis à 3 tests de mastications. Il leur est demandé de mâcher des cacahuètes. Les auteurs concluent que les patients dont le montage des dents a été réalisé en occlusion lingualée ont une efficacité masticatoire significativement améliorée par rapport au montage en occlusion balancée.

Les conclusions de ces auteurs sont rejointes par les conclusion de Koide (106) qui montre dans son étude menée en 2004 que l'occlusion lingualée offre une plus grande capacité d'écrasement du bol alimentaire, une plus grande capacité masticatoire en cas de nourriture dure. L'étude de Koide vient aussi apporter une information sur un mouvement masticatoire plus doux et un cisaillement du bol alimentaire plus proche de celui des sujets dentés que l'occlusion balancée conventionnelle. (106)

D- Recommandations Occlusales selon la réhabilitation

1- La PACSI

La PACSI propose un double appui, à la fois implantaire mais aussi parfois fibro-muqueux lorsque la crête présente une épaisseur importante et une hauteur suffisante. Dans le cas inverse, l'appui de la PACSI sera uniquement implantaire.

Le maître mot est la stabilité globale de la prothèse. Sur une PACSI, ce sont les règles d'équilibration occlusale de la prothèse complète qui s'appliquent.

En PACSI il est préconisé une Occlusion Intégralement Équilibrée ou Occlusion Balancée (Figure 38).

Lors des mouvements excursifs, le but est de réaliser des contacts simultanés afin d'éviter un bras de levier et neutraliser les forces déstabilisatrices.

En occlusion de relation centrée myostabilisée, il est ressorti de la recherche bibliographie que certains auteurs préconisaient une occlusion lingualée avec une répartition uniforme des contacts sur l'ensemble des dents. D'autres auteurs préconisent une inoclusion antérieure (120, 121, 122, 123), sans que la preuve scientifique soit assez forte pour privilégier l'un ou l'autre.

En propulsion, les contacts entre les dents antérieures sont équilibrés durant le trajet par des contacts simultanés postérieurs bilatéraux.

En latéralité, les contacts du côté travaillant sont équilibrés durant le trajet par des contacts simultanés contro-latéraux.

Face à une arcade dentée l'équilibre peut être difficile à atteindre. Gross et al (124) lors d'une étude énonce qu'au moins trois points d'équilibre sont nécessaires à des mouvements excursifs latéraux et en propulsion.

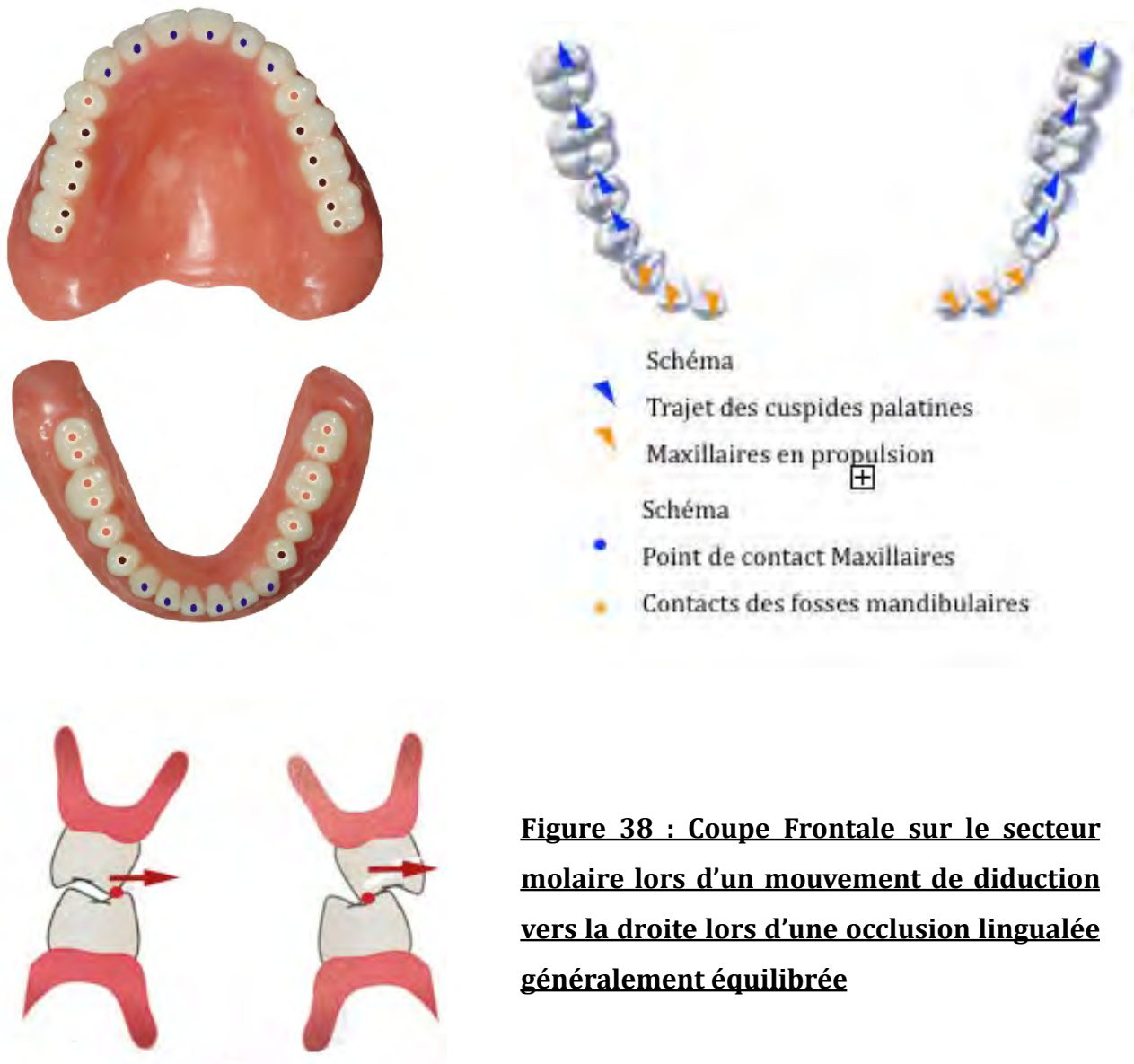


Figure 38 : Coupe Frontale sur le secteur molaire lors d'un mouvement de diduction vers la droite lors d'une occlusion lingualée généralement équilibrée

Équilibration sur PACSI :

ORC : Occlusion Lingualée et Contacts répartis uniformément sur toutes les dents

Propulsion : Contacts antérieurs et Contacts postérieurs lors du trajet.

Latéralité : Contacts côtés travaillants et non travaillants

2- Bridge Complet Implanto-Porté

Le Bridge complet implanto-porté est la situation qui se rapporte le plus à la situation que nous avons l'habitude de voir sur dents naturelles. Cependant deux situations vont devoir être distinguées lors de l'équilibration en fonction de l'arcade antagoniste :

L'arcade antagoniste est une réhabilitation complète à la mandibule :

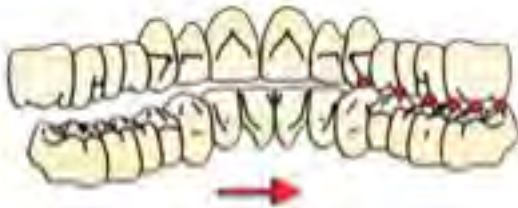


Schéma d'une diduction en fonction groupe lors d'une latéralité droite pour une réhabilitation complète supra-implantaire fixée.

Schéma de diduction par fonction canine lors d'un mouvement de latéralité droite pour une réhabilitation complète supra implantaire fixée.



Le Concept qui va être préconisé est l'occlusion intégralement équilibrée (123).

L'arcade antagoniste est une dentition naturelle à la mandibule :

Le Concept qui va être préconisé est l'occlusion unilatéralement équilibrée ou parfois une occlusion mutuellement protégée.

La position d'intercuspidie maximale reste la position de relation centrée. Les contacts sont essentiellement marqués en postérieur et moins marqués sur les dents antérieures, ce qui les protège des forces excessives verticales.

En propulsion, le glissement des dents antérieures provoque la désocclusion des secteurs postérieurs afin de les protéger (123).

En latéralité, la fonction canine est privilégiée. Le guidage par la canine provoque la désocclusion immédiate des dents côté travaillant et côté non travaillant (123).

Certains auteurs comme Lundren, Chapman et Laurell, préconisent la fonction de groupe mais elle est plus difficile à réaliser et à ajuster. Il faut noter que la fonction de groupe sollicite un grand nombre d'éléments comparée à la fonction canine qui ne sollicite que 2 dents. La sollicitation musculaire est donc plus importante dans la fonction de groupe. Plus on incorpore de dents dans la diduction, plus le recrutement musculaire augmente, plus la force de diduction est importante.

Équilibration sur Bridge Complet Implanto-Porté :

ORC myostabilisée : Contacts essentiellement postérieurs avec légers contacts antérieurs.

Propulsion : Contacts antérieurs et désocclusion postérieure

Latéralité : Contacts coté travaillant groupe ou sur canine si fonction canine choisie.

3- le Bridge sur Pilotis

Le Bridge sur pilotis est une prothèse particulière puisqu'elle est à la fois une prothèse qui est raccourcie et qui peut présenter des extensions type cantiliver.

Une dentition réduite peut être compatible avec une satisfaction masticatoire du patient mais une arcade raccourcie à l'extrême peut provoquer des problèmes fonctionnels. Le nombre de dents minimum est à déterminer selon l'adaptabilité individuelle. Une revue de la littérature de 25 articles concernant les arcades courtes réhabilitées a montré qu'une entière satisfaction de la fonction masticatoire nécessite un couple de 1ères molaires(125)(126). Ces conclusions ont été renforcées par Sarita dans une étude de 2003 sur la satisfaction des patients ayant un

seul couple de molaires lors de la mastication. Une étude randomisée sur les douleurs temporo mandibulaires lors d'une reconstitution en arcade courte montre également que le premier couple de molaires est uniquement recommandé pour des réhabilitations globales (127).

La présence d'extensions entraîne une transformation des forces verticales en moments de flexion. Des forces latérales sollicitent ainsi les systèmes implantaires et prothétiques et sont également transmises au support osseux (128). Les forces masticatoires appliquées sur le cantilever distal entraînent des forces axiales plus élevées sur les implants distaux (128) (129).

En ORC, les contacts sont antérieurs et postérieurs, en privilégiant la lingualisation des contacts postérieurs.

Une infracclusion de 100µm est suggérée sur le cantilever pour diminuer la fatigue et l'échec technique de la prothèse (128) (129).

En propulsion, le guidage est antérieur avec désocclusion des secteurs postérieurs tout en respectant la sous occlusion des extensions postérieures.

En latéralité, un guidage canin est recommandé permettant une désocclusion des côtés travaillant et non travaillant sans aucun contact sur les extensions distales.

4- Les Concepts All-on Four

Le bras de levier de l'extension distale est réduit par l'inclinaison des implants distaux dans le concept All on Four Standard. Sur les Concepts All on Six Zygomatique le bras de levier est réduit par l'utilisation de 4 implants dans le pré-maxillaire mais le raisonnement est le même. En effet la longueur des implants est plus grande mais les forces ne sont pas soumises dans l'axe direct de l'implant le plus postérieur.

En Occlusion de Relation Centrée Myostabilisée sur réhabilitation provisoire, les contacts au niveau du secteur antérieur doivent être plus marqués. En effet les forces exercées sont moins fortes du fait de l'éloignement par rapport à l'axe articulaire. Le but étant de protéger les secteurs postérieurs possiblement en extensions de forces nocives. Ainsi Taruna (58) dans une étude de 2014 préconise 3 points à respecter impérativement lors d'une équilibration occlusale sur un concept All On Four :

- Etablissement d'une relation stable entre les arcades lors de l'OIM avec établissement d'un champ de liberté occlusal.
- L'élimination d'interférences entre les positions d'OIM et de contacts rétrusifs.
- La possibilité de mouvements mandibulaires libres avec de légers contacts dentaires pendant les mouvements de latéralité et de propulsion.

Deux cas sont à différencier :

Le Schéma Occlusal pour réhabilitation prothétique provisoire (58)

Eviter ou minimiser la longueur des extensions distales type Cantiliver. La présence de points de contacts sur toutes les dents équilibrées de manière identique bilatéralement en excluant les contacts sur les dents distales à l'émergence du dernier implant.

Lors les mouvement latéraux, il est recommandé d'utiliser une fonction groupe et de minimiser le recouvrement vertical tout en excluant les dents postérieures à l'émergence du dernier implant.

Lors des mouvements de propulsion, le guide antérieur est préconisé sur l'ensemble des dents antérieures en incluant les canines et toujours en minimisant le recouvrement vertical. L'étude de Taruna (58) préconise d'éviter un schéma occlusal bilatéralement équilibré dans les mouvements de latéralité.

Le schéma Occlusal pour une réhabilitation prothétique d'usage

Il est recommandé dans cette situation des points de contacts bilatéraux et simultanés sur les dents postérieures et la canine. Pour les dents antérieures, les dents doivent frôler l'arcade antagoniste (Figure 39).



Figure 39 : Photographies d'une occlusion recommandée pour une réhabilitation prothétique d'usage.

Lors des mouvements latéraux, il est préconisé une fonction canine, c'est à dire mutuellement protégée, si l'arcade antagoniste est une dentition naturelle.

Si l'arcade antagoniste est une réhabilitation implantaire, alors la fonction groupe sera préférable sur les secteurs postérieurs (58).

Si la prothèse implanto-portée maxillaire fait face à une réhabilitation amovible complète, une réhabilitation implanto-portée, ou bien une extension de type cantilever, il est recommandé de laisser la partie distale de la réhabilitation maxillaire en inoclusion. Lors des mouvements de latéralité, il est proposé de chercher un ou plusieurs contacts équilibrants de manière balancée.

Les cuspides des dents doivent être relativement planes, avec une inclinaison légèrement inférieure à la valeur de la pente condylienne.

Suite au soulagement des zones en extension, le patient devra être suivi régulièrement pour palier à l'apparition de toute interférence consécutive à l'abrasion des secteurs antérieurs lors de la fonction.

Conclusion

La réhabilitation de l'édenté complet maxillaire est un défi pour le praticien architecte. Ce dernier doit concevoir son approche chirurgicale en fonction de la réhabilitation prothétique qu'il envisage. La mise en place d'implants est conditionnée par le choix prothétique envisagé par le chirurgien dentiste. Une symbiose totale du couple praticien-prothésiste est nécessaire afin de mener à bien la réhabilitation à la fois en termes d'esthétique et de réussite technique qu'en termes de pérennité de la prothèse.

Le praticien doit maîtriser la technique de la mise en place des implants en respectant les règles chirurgicales et biologiques qui conditionnent l'acte chirurgical tout en gardant à l'esprit les règles qui assurent une bonne intégration neuro-physiologique de la prothèse.

Une fois le plan de traitement validé par le patient, le praticien doit rapidement connaître le concept occlusal qui sera demandé au prothésiste. L'approche d'un cas est aujourd'hui souvent inversée par les praticiens qui tendent à réfléchir d'abord à la mise en place d'implants avant de conceptualiser les prothèses.

Les réglages occlusaux de ces restaurations doivent être aujourd'hui considérés comme un facteur essentiel si non majeur de la réussite du traitement.

Les concepts occlusaux en prothèse implanto-portée lors de la réhabilitation du maxillaire ne font pas aujourd'hui l'objet d'un consensus dans la littérature.

Il n'est donc pas possible à ce jour de proposer un ou plusieurs concepts spécifiques à la prothèse maxillaire implanto-portée fixe ou amovible.

L'adaptation de concepts occlusaux utilisés en prothèse sur dents naturelles semble être compatible avec une occlusion permettant une mastication efficace, une esthétique convenable et une limitation des contraintes implantaire. Ainsi une mauvaise répartition des contacts présente un facteur essentiel à l'échec implantaire au niveau de la perte osseuse engendrée et des complications mécaniques qui s'en suivent.

Lors de la réalisation de ce travail nous avons été confrontés à un manque de preuves dans le domaine de l'occlusodontie en implantologie. Ce domaine nécessite la réalisation d'études plus approfondies basées sur des données scientifiques solides, sur l'influence des différents

concepts occlusaux et sur les facteurs de risques occlusaux (bruxisme, extensions de type cantiliver...)

Le choix des matériaux de restauration des projets prothétiques doivent également solliciter une attention particulière de la part du praticien pour assurer des restaurations pérennes occlusalement.

Des facteurs cliniques restent aujourd'hui mal connus par le praticien, notamment le comportement différent des zones implantées (au sein d'une même arcade), le comportement des différents matériaux de comblement ou de greffons utilisés sous une charge occlusale.

Des pistes restent toutefois à explorer comme les capacités d'adaptation neuro-physiologiques et articulaires d'un patient confronté à son nouveau schéma occlusal. De même, il est nécessaire de mener des études plus approfondies sur la planification informatique des schémas occlusaux avant la réalisation prothétique pouvant permettre l'enregistrement intégral des données d'un patient afin de connaître quel concept occlusal pourrait lui être le plus adapté.

Vu le directeur



le 06/07/17

Vu, le Président
du Jury



le 08/07/17

Liste des Abréviations

ATM : Articulation Temporo-Mandibulaire

CNO : Collège National d'Occlusodontologie

DVO : Dimension Verticale d'Occlusion

DVR : Dimension Verticale de Repos

EDEC : Examine, Design, Execute, Check (Examen, Modélisation, Execution, Vérification)

ELI : Espace libre d'inclusion

FOR : Foundation for Oral Rehabilitation

FP: Fixed Prosthesis (Prothèse Fixée)

N : Newton

OIM : Occlusion d'intercuspidie maximale

ORC : Occlusion de relation centrée

PAC : Prothèse amovible complète

PACSI : Prothèse amovible complète sur implants

RC : Relation centrée

RP : Removable prosthesis (Prothèse Amovible)

Bibliographie

- 1- Robert-Bobée I. Projections de population 2005-2050: vieillissement de la population en France métropolitaine. *Economie et statistique*. 2007;408(1):95–112.
- 2- Karim DADA Marwan DAAS Paulo MALO. Esthétique et implants pour l'édenté complet maxillaire. *Quintessence International*; 2011. 249 p.
- 3- Cours d'implantologie - Serge Armand 5e année - Université Paul Sabatier - Toulouse III. 2015-2016
- 4- Cahiers de l'internat - Questions corrigées de Parodontologie - Université de Rennes. 2010
- 5- Cours Prothèse Amovible Complète. Florent DESTRUHAUT - Université Paul Sabatier - Toulouse III. 2017
- 6- Sato Y, Tsuga K, Akagawa Y, Tenma H. A method for quantifying complete denture quality. *J Prosthet Dent*. 1998 Jul;80(1):52–7.
- 7- Christophe RIGNON-BRET PM. Attachement et prothèses complètes supra-radiculaires et supra-implantaires. *Guide Clinique*. CDP; 2008.
- 8- CHEYLAN JM. Edentement partiel. Prescription du traitement prothétique. *Réalités Cliniques*, 2007, 18 (3) : 221-233.
- 9- Hutton B, Feine J, Morais J. Is there an association between edentulism and nutrition state ? *J Can Dent Assoc*. 2002 Mar;68(3):182-7.
- 10- Feine JS, Carlsson GE and all. The Mc Gill Consensus statement on overden- tures. Montreal; Quebec, Canada. May 25-25, 2002. *Int J Prosthodont*. 2002 Jul-Aug;15(4):413-4
- 11- British Society for the Study of Prosthetic Dentistry. The York consen- sus statement on implant-supported overdentures. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2009 Dec;17(4):164-5.
- 12- Rendell J, Grasso JE, Gay T. Retention and stability of the maxillary denture during function. *J Prosthet Dent*. 1995 Apr;73(4):344–7.
- 13- Stephan G, Ringot O, Mariani P. Prothèse complète maxillaire à complément de rétention implantaire. *Réalités cliniques*. 2003;vol 14(2):213-223.
- 14- Walton JN, MacEntee MI. Choosing or refusing oral implants: a prospective study of edentulous volunteers for a clinical trial. *Int J Prosthodont*. 2005 Nov–Dec;18(6):483–8.
- 15- Davarpanah M, Cohen E, Szmukler-Moncler S. et coll. Edentement total. In : Davarpanah M, Szmukler-Moncler S. et coll. *Manuel d'implantologie clinique. Concepts, protocoles et innovations récentes*. 3ème édition. Editions CdP ; 2013.p 329-345.

- 16- Davies SJ, Gray RJ, Young MP. Good occlusal practice in the provision of implant borne prostheses. *Br Dent J.* janvier 2002; 192(2):79-88.
- 17- M.-G. Le Gall J.-F. Lauret. *La Fonction occlusale* 3e édition entièrement mise à jour. Editions CdP. 2011.
- 18- Slot W, Raghoobar GM, Vissink A, Meijer HJA. Maxillary overdentures supported by four or six implants in the anterior region; 1-year results from a randomized controlled trial. *J Clin Periodontol.* 2013 Mar;40(3):303–10.
- 19- Slot W, Raghoobar GM, Cune MS, Vissink A, Meijer HJA. Maxillary overdentures supported by four or six implants in the anterior region: 5-year results from a randomized controlled trial. *J Clin Periodontol.* 2016 Dec;43(12):1180–7.
- 20- Raghoobar GM, Meijer HJA, Slot W, Slater JJR, Vissink A. A systematic review of implant-supported overdentures in the edentulous maxilla, compared to the mandible: how many implants? *Eur J Oral Implantol.* 2014;7 Suppl 2:S191–201.
- 21- Rocuzzo M, Bonino F, Gaudio L, Zwahlen M, Meijer HJ. What is the optimal number of implants for removable reconstructions? A systematic review on implant-supported overdentures. *Clin Oral Implants Res* 2012;23:229-237.
- 22- Cune MS, de Putter C, Hoogstraten J. Treatment outcome with implant-retained overdentures: Part I--Patient satisfaction and predictability of subjective treatment outcome. *J Prosthet Dent.* 1994 Aug;72(2):144–151.
- 23- Cune MS, de Putter C, Hoogstraten J. Treatment outcome with implant-retained overdentures: Part II--Patient satisfaction and predictability of subjective treatment outcome. *J Prosthet Dent.* 1994 Aug;72(2):152–158.
- 24- Thomas Toquet Mathieu Briot Patrick Exbrayat. *La prothèse adjointe complète supra-implantaire mandibulaire: données actuelles et protocole de réalisation.* *Le Fil Dentaire.* 2009 Jun;26–30.
- 25- Cours de Prothèse Complète à Attachement. 6e année. Dr Marcel Blandin. 2016-2017.
- 26- Les attachements en PACSI. Mémoire de DU de Prothèse complète. Elena Rosca. Université Paul Sabatier Toulouse III. 2013.
- 27- ELSyad MA, Dayekh MA, Khalifa AK. Locator Versus Bar Attachment Effect on the Retention and Stability of Implant-Retained Maxillary Overdenture: An In Vitro Study. *J Prosthodont.* 2017 Apr 7;
- 28- ELSyad MA, Elhaddad AA, Khirallah AS. Retentive Properties of O-Ring and Locator Attachments for Implant-Retained Maxillary Overdentures: An In Vitro Study. *J Prosthodont.* 2016 Sep 2;

- 29- Wang F, Monje A, Huang W, Zhang Z, Wang G, Wu Y. Maxillary Four Implant-retained Overdentures via Locator® Attachment: Intermediate-term Results from a Retrospective Study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2016 Jun;18(3):571–9.
- 30- Zou D, Wu Y, Huang W, Wang F, Wang S, Zhang Z, et al. A 3-year prospective clinical study of telescopic crown, bar, and locator attachments for removable four implant-supported maxillary overdentures. *Int J Prosthodont*. 2013 Nov–Dec;26(6):566–73.
- 31- Takahashi T, Gonda T, Tomita A, Mizuno Y, Maeda Y. Influence of Palatal Coverage and Implant Distribution on Denture Strain in Maxillary Implant Overdentures. *Int J Oral Maxillofacial Implants*. 2016 May–Jun;31(3):e43–8.
- 32- Photoelastic analysis of the effect of palatal support on various implant-supported overdenture designs Kent T. Ochiai. *Journal of Prosthodontic Dentistry*. 2004 May.
- 33- Bryant SR, MacDonald-Jankowski D, Kim K. Does the type of implant prosthesis affect outcomes for the completely edentulous arch? *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007;22 Suppl: 117–39.
- 34- Mericske-Stern R, Worni A. Optimal number of oral implants for fixed reconstructions: a review of the literature. *Eur J Oral Implantol*. 2014;7 Suppl 2:S133–53.
- 35- Mericske-Stern RD, Taylor TD, Belser U. Management of the edentulous patient. *Clin Oral Implants Res* 2000;11: 108–125.
- 36- Zitzmann NU, Marinello CP. Fixed or removable implant- supported restorations in the edentulous maxilla: literature review. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 2000;12:599–608;
- 37- Avrampou M, Mericske-Stern R, Blatz MB, Katsoulis J. Virtual implant planning in the edentulous maxilla: criteria for decision making of prosthesis design. *Clin Oral Implants Res*. 2013 Aug;24 Suppl A100:152–9.
- 38- Kern J-S, Kern T, Wolfart S, Heussen N. A systematic review and meta-analysis of removable and fixed implant-supported prostheses in edentulous jaws: post-loading implant loss. *Clin Oral Implants Res*. 2016 Feb;27(2):174–95.
- 39- Karim DADA Marwan DAAS Paulo MALO. Esthétique et implants pour l'édenté complet maxillaire. *Quintessence International*; 2011. 249 p.
- 40- Société Odontologique de Paris. Journée prothèse sur implants. Compte rendu « Prothèse implanto portée » février 2011. Traitement de l'édentement complet. [En ligne]
- 41- Lambert FE, Weber H-P, Susarla SM, Belser UC, Gallucci GO. Descriptive analysis of implant and prosthodontic survival rates with fixed implant-supported rehabilitations in the edentulous maxilla. *J Periodontol*. 2009 Aug;80(8):1220–30.

- 42- Brånemark PI, Svensson B, van Steenberghe D. Ten-year survival rates of fixed prostheses on four or six implants ad modum Brånemark in full edentulism. Clin Oral Implants Res. 1995 Dec;6(4):227–31.
- 43- Chaushu G, Schwartz-Arad D. Full-arch restoration of the jaw with fixed ceramo-metal prosthesis: late implant placement. J Periodontol. 1999 Jan;70(1):90–4.
- 44- Ferrigno N, Laureti M, Fanali S, Grippaudo G. A long-term follow-up study of non-submerged ITI implants in the treatment of totally edentulous jaws. Part I: Ten-year life table analysis of a prospective multicenter study with 1286 implants. Clin Oral Implants Res. 2002 Jun;13(3):260–73.
- 45- Diss A, Brincat T, Pierre D. et coll. Traitement implantaire de l'édenté complet maxillaire en mise en charge immédiate. Etude clinique rétrospective : Génération Implant sur 324 implants. Le fil dentaire. avril 2010;53:20-24.
- 46- Antoine Diss Thierry Brincat. Traitement implantaire de l'édenté complet maxillaire en mise en charge immédiate. Le Fil Dentaire. 2010 Apr;
- 47- Agliardi EL, Francetti L, Romeo D, Taschieri S, Del Fabbro M. Immediate loading in the fully edentulous maxilla without bone grafting: the V-II-V technique. Minerva Stomatol. 2008 May; 57(5):251–9, 259–63.
- 48- Davarpanah M, Jakubowicz-Kohen B, Caraman L. et col. Les implants en odontologie. Editions CdP ; 2010. 133p
- 49- DROSSART M, DADA K, DAAS M. Implants et édentement complet maxillaire fortement résorbé : nouvelle approche. Inf. Dent. 2009; 32 :1746-1752.
- 50- Degidi M, Piattelli A, Felice P, Carinci F. Immediate functional loading of edentulous maxilla: a 5-year retrospective study of 388 titanium implants. J Periodontol 2005;76:1016–1024
- 51- Collaert B, De Bruyn H. Immediate functional loading of TiOblast dental implants in full-arch edentulous maxillae: a 3-year prospective study. Clin Oral Implants Res 2008;19:1254–1260.
- 52- Covani U, Orlando B, D'Ambrosio A, Sabbatini VB, Barone A. Immediate rehabilitation of completely edentulous jaws with fixed prostheses supported by implants placed into fresh extraction sockets and in healed sites: a 4-year clinical evaluation. Implant Dent 2012;21:272–279.
- 53- Maló P, Nobre Md, Lopes A. The rehabilitation of completely edentulous maxillae with different degrees of resorption with four or more immediately loaded implants: a 5-year retrospective study and a new classification. Eur J Oral Implantol 2011;4:227–243.

- 54- Zou D, Wu Y, Huang W, Zhang Z, Zhang Z. A 5- to 8-year retrospective study comparing the clinical results of implant-supported telescopic crown versus bar overdentures in patients with edentulous maxillae. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2013 Sep–Oct;28(5):1322–30.
- 55- Gregory-George Zafiropoulos, Jochen Rebbe, Ulrich Thielen, Giorgio Deli, Christian Beaumont, Oliver Hoffmann, Zirconia Removable Telescopic Dentures Retained on Teeth or Implants for Maxilla Rehabilitation. Three-Year Observation of Three Cases, *Journal of Oral Implantology*. 2010;36(6):455-465.
- 56- Karim Dada. Les Différents traitements par prothèse sur implants dentaires de l'édentement total [Internet]. Les Différents traitements par prothèse sur implants dentaires de l'édentement total. 2016.
- 57- Antoun H, Daas M, Nguyen T. et coll. Nouvelle approche de traitement de l'édenté complet. Fonction immédiate et concept « All-on-4 ». *Clinic*. Nov 2005;vol 26(9):483- 489.
- 58 -Taruna M, Chittaranjan B, Sudheer N, Tella S, Abusaad M. Prosthodontic Perspective to All-On-4® Concept for Dental Implants. *J Clin Diagn Res*. 2014 Oct ;8(10):ZE16–9.
- 59- Silva GC, Mendonça JA, Lopes LR, Landre J. Stress patterns on implants in prostheses supported by four or six implants: a three-dimensional finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2010 Mar–Apr;25(2):239–46.
- 60- Tasneem Begg, et al. Stress patterns around distal angled implants in the All-on-4® concept configuration. *Int J Oral Maxillofacial implants*. 2009;24:663–71.
- 61--Taruna M, Chittaranjan B, Sudheer N, Tella S, Abusaad M. Prosthodontic Perspective to All-On-4® Concept for Dental Implants. *J Clin Diagn Res*. 2014 Oct ;8(10):ZE16–9.
- 62- Lorenzo Vigna,. Fixed, Immediate-Load, Full-Arch Implant Prostheses; All-on-4 Treatment and Zygoma Implants. Case Report.
- 63- Crespi R, Vinci R, Capparé P, Romanos GE, Gherlone E. A clinical study of edentulous patients rehabilitated according to the “all on four” immediate function protocol. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012 Mar–Apr;27(2):428–34.
- 64 - Comprehensive treatment concepts, Zygomatic implants. Treatment Guidelines. FOR. 2017
- 65- Yves-marie Fleury. Intérêts des implants zygomatiques: Revue critique de la littérature. [Nantes]: UFR Odontologie de Nantes; 2015.
- 66- Branemark PI, Grondahl K, Ohnneil LO, et al. Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: technique and long-term results. *Scan J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2004; 38:70-85.

- 67- Davies SJ. Occlusal considerations in implantology : good occlusal practice in implantology. Dent Update. Nov 2010 ; 37(9) :610-620.
- 68- Reitz J V. Lingualized occlusion in implant dentistry. Quintessence Int 1994; 25: 177-180.
- 69- J.D. Orthlieb, J.P. Ré, C. Perez. La relation centrée myostabilisée. Un concept simple, physiologique et consensuel. Les Cahiers de Prothèse. CDP. 2008 Mar;9.
- 70- Duminil G. Occlusion des prothèses implanto-portées. Information dentaire. 2010 Sept.
- 71- Klineberg I, Kingston D, Murray G. The bases for using a particular occlusal design in tooth and implant-borne reconstructions and complete dentures. Clin Oral Implants Res. 2007 Jun; 18 Suppl 3:151-67.
- 72- In vivo forces on implants influenced by occlusal scheme and food consistency. Morneburg - International journal of Prosthodontics - Vol 16, Number 5, 2003
- 73- Orthlieb JD. Occlusodontie pratique. Wolters Kluwer France; 2000. 240 p.
- 74- Lundeen et al. Mandibular movement recordant and articulation ajustement supplied Dent Clin North Am 1979 231-41
- 75- Lundeen H, Wirth C. Condylar movement patterns engraved in plastic blocks. Journal of Prosthodontics dentistry. 1973;30(6):243-6.
- 76- Boulos PJ, Adib SM, Naltchayan LJ. The Bennett angle. Clinical comparison of different recording methods. N Y State Dent J. 2008 Mar;74(2):34-8.
- 77- Dupas P-H, Picart B. Comprendre l'articulateur au cabinet dentaire et au laboratoire de prothèse. Wolters Kluwer France; 2001. 148 p.
- 78- Lazić B, Tepav\cević B, Keros J, Komar D, Stani\vcic T. Intercondylar distances of the human temporomandibular joints. Collegium antropologicum. 2006;30(1):37-41.
- 79- Orthlieb J-D. Gnathologie fonctionnelle : Volume 2, occlusion et reconstitution prothétique. CdP; 2011. 195 p.
- 80- Le Gall ML, Lauret J-F, Collectif. La fonction occlusale : Implications cliniques. 3e édition. CdP; 2011. 291 p.
- 81- Charles Larger. La dynamique fonctionnelle mandibulaire - État des lieux et apport du numérique. [Toulouse]: Université Paul Sabatier Toulouse III.; 2014.
- 82- Klumer S, Rizicka B, Stainer M, Niederwanger A. Established prosthodontics rules confirmed. J Stomat Occ Med 2011.
- 83- Takei J, Akimoto S, Sato S. Occlusal guidance and occlusal plane at different ages and in different occlusion groups. IAAID. 2008
- 84 - Tonni I, Pregarz M, Ciampalini G, Costantinides F, Bodin C. Overjet and Overbite Influence on Cyclic Masticatory Movements: A CT Study. ISRN Radiol . 2013 Sep 5;2013.

- 85- Woda A, Pionchon P, Palla S. Regulation of Mandibular Postures: Mechanisms and Clinical Implications. *Critical Reviews in Oral Biology & Medicine*. 2001 Jan 1;12(2):166-78.
- 86- Manns A, Miralles R, Palazzi C. EMG, bite force, and elongation of the masseter muscle under isometric voluntary contractions and variations of vertical dimension. *J Prosthet Dent*. 1979 Dec;42(6):674-82.
- 87- Mariani P, Noharet R, Stephan G. Choix du concept occlusal chez l'édenté total réhabilité par une prothèse implantaire. *Stratégie prothétique*. 2006 ; vol 6(1) :35-46.
- 88- Shantanu J, Mohit K, Mukund K, Ramandeep D, Occlusion and occlusal consideration in implantology, *Indian J of Dental Advancements*, 2(1), 2010, 125-130.
- 89- Kim Y, Oh T-J, Misch CE, Wang H-L, Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale, *Clin. Oral Impl*, 16, 2005, 26-35.
- 90- Brocard D, Lluque JF. Occlusion en prothèse fixée sur implants. Aspects cliniques. *Les cahiers de Prothèse*. Décembre 2004 ; 128 : 65-72.
- 91- Mariani P. Quel concept occlusal pour l'édenté complet ? Les questions d'Odontostomatologie. 1989 ; 477 : 53-59.
- 92- Tiwari B, Ladha K, Lalit A, Dwarakananda Naik B. Occlusal Concepts in Full Mouth Rehabilitation: An Overview. *J Indian Prosthodont Soc* . 2014 Dec ;14(4):344-51.
- 93- Dominicé Eva. L'occlusion en implantologie: le point en 2015. [Toulouse]: Université Toulouse III - Paul Sabatier; 2015.
- 94- Jaykumar Rambhau, Gade & Neha Arun. Comparative evaluation of the effect of three different attachment systems on stress distribution patterns in two implant supported maxillary overdenture: a 3d finite element analysis. *International Journal of Current Advanced Research*. 2017
- 95- Vincent Benouaich. Intérêts en implantologie de la tomographie par émission de positrons au ¹⁸F-fluorodésoxyglucose couplée à la tomodensitométrie aux rayons X. [Toulouse]: Université Toulouse III - Paul Sabatier; 2017.
- 96- Jacobs R, Van Steeneberge D. Comparative évaluation of oral tactile fonction by means of tette or implant supported protheses, *clin oral implants des 1991*: 22: 105-26
- 97- Kohavi D. Complications un the tissu integrated protheses composants: clinicat and mechanical evaluation. *J Oral rehabil* 1993; 20: 413-22
- 98- Capman R. Principles of occlusion for implant prothesis Guidlines for position timing, and force of occlusal controls. *Quintessence Int* 1989; 20:473-80
- 99- Ranger B., bio mechanical considération for partial protheses NobelPharmaNew 1992; 2: 4-5

- 100- Marcel G.LE GALL, Jean-François LAURET. Occlusion et fonction, Une approche clinique rationnelle. JPIO. CDP; 2002. 171 p.
- 101- Miyata T, Kobayashi Y, Araki H, Ohto T, Shin K, The influence of controlled occlusal overload on peri-implant tissue. Part 3: A histologic study in monkeys, Int J Oral Maxillofac Implants, 15, 2000, 425-431.
- 102- Isidor F, Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. A clinical and radiographic study in monkeys, Clin Oral Implants Res, 7, 1996, 143-152.
- 103- Bidez MW, Misch CE, The biomechanics of interimplant spacing. Proceedings of the fourth international congress of implants and biomaterials in stomatology , Charleston, SC, May 1990.
- 104- Carey JP, Craig M, Kerstein RB, Radke J. Determining a Relationship Between Applied Occlusal Load and Articulating Paper Mark Area. Open Dent J. 2007 Jul 23;1:1-7.
- 105- Kerstein RB, Grundset K. Obtaining bilateral simultaneous occlusal contacts with computer analyzed and guided occlusal adjustments. Quintessence Int. 2001; 32: 7-18.
- 106 -Baggi L, Cappelloni I, Di Girolamo M, Maceri F, Vairo G. The influence of implant diameter and length on stress distribution of osseointegrated implants related to crestal bone geometry: a three-dimensional finite element analysis. J Prosthet Dent. 2008 Dec;100(6):422-31.
- 107- Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. Clin Oral Implants Res. 2006 Oct;17 Suppl 2:35-51.
- 108- Biomécanique implantaire et occlusion Quelles conséquences sur nos traitements implanto-prothétiques fixes ? - Vandenplas Adrien - Mémoire de DU Implanto - Toulouse
- 109- Afrashtehfar KI, Afrashtehfar CD. Lack of association between overload and peri-implant tissue loss in healthy conditions. Evid Based Dent. 2016 9;17(3):92-3.1,
- 110- Tada S, Stegaroiu R, Kitamura E, Miyakawa O, Kusakari H. Influence of implant design and bone quality on stress/strain distribution in bone around implants: a 3-dimensional finite element analysis. Int J Oral Maxillofac Implants. 2003 May-Jun;18(3):357-68.
- 111- Mariano Luiz Oscar Honorato, Sartori Evandro Afonso, Broilo Josué Ricardo, Shinkai Rosemary Sadami, Corso Leandro, Marczak Rogério José. Stresses in implant-supported overdentures with bone resorption: a 3-D finite element analysis. Rev. odonto ciênc. 2012; 27(1): 41-46
- 112- Vedovatto, E., Mazaro, J.V.Q., Filho, H.G., de Carvalho, P.S.P., de Mello, C.C. and Lemos, C.A.A. (2015) Biomechanical Analysis of Implant Assisted-Overdentures with Variations in the Attachments Systems. Materials Sciences and Applications, 6, 734-742

- 113- Bassit R, Lindstrom H, Ranger B. In Vivo Registration of Force Development with Ceramic and Acrylic Resin Occlusal Materials on Implant-Supported Prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implant.* 2002;17:17-23
- 114- Mankani N, Chowdhary R, Mahoorkar S. Comparison of Stress Dissipation Pattern Underneath Complete Denture with Various Posterior Teeth form: An In Vitro Study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2013 Sep;13(3):212-9
- 115- Manns A, Chan C, Miralles R. Influence of group function and canine guidance on electromyographic activity of elevator muscles. *J Prosthet Dent.* 1987 Apr;57(4):494-501.
- 116- Miralles R, Bull R, Manns A, Roman E. Influence of balanced occlusion and canine guidance on electromyographic activity of elevator muscles in complete denture wearers. *The Journal of Prosthetic Dentistry.* 1989 Apr 1;61(4):494-8.
- 117- Jacques Boyer - Utilisation des dents ortholinguales en prothèse amovible complète muco-portée bi-maxillaire. [Toulouse]: Université Toulouse III - Paul Sabatier; 2017.
- 118- Prospective Clinical Trial Comparing Lingualized Occlusion to Bilateral Balanced Occlusion in Complete Dentures: A Pilot Study. Kimoto, Kihei *International Journal of Prosthodontics* . Jan/Feb 2006, Vol. 19 Issue 1, p103-109. 7p. 3 Charts.
- 119- Masticatory Efficiency Between Balanced And Lingualized Occlusion In Complete Denture Wearers - Abdul Razzaq Ahmed - *Pakistan Oral And Dental Journal* 2003
- 120- Chiche F, GUEZ G. Actualisation des concepts occlusaux en implantologie. *Les cahiers de prothèse.* décembre 2000 ; 112 :83-95.
- 121- Mariani P, Noharet R, Stephan G. Choix du concept occlusal chez l'édenté total réhabilité par une prothèse implantaire. *Stratégie prothétique.* 2006 ; vol 6(1) :35-46
- 122- Laplanche O, Duminil G, Leforestier E. Occlusion en prothèse implantaire. *L'information dentaire.* Septembre 2012;32:50-64.
- 123- Kim Y, Oh TJ, Misch CE et coll. Occlusal consideration in implant therapy. *Clin. Oral Impl. Res.* 2005;16:26-35.
- 124- MD Gross. Occlusion in implant dentistry. A review of the literature of prosthetic determinants and current concepts. *Australian Dental Journal.* 2008;53(suppl1):63-68.
- 125- Gunnar E. Carlsson. Dental occlusion: modern concepts and their application in implant prosthodontics. *Odontology.* 2009;97:8-17.
- 126- Armellini D, von Fraunhofer JA. The shortened dental arch: a review of the literature. *J Prosthet Dent.* 2004 Dec;92(6):531-5.
- 127- Reissmann DR, Heydecke G, Schierz O, Marré B, Wolfart S, Strub JR, et al. The randomized shortened dental arch study: temporomandibular disorder pain. *Clin Oral Investig.* 2014 Dec; 18(9):2159-69

128- Chiche F, GUEZ G. Actualisation des concepts occlusaux en implantologie. Les cahiers de prothèse. décembre 2000 ; 112 :83-95.

129- Kim Y, Oh TJ, Misch CE et coll. Occlusal consideration in implant therapy. Clin. Oral Impl. Res. 2005;16:26-35.

Réhabilitation de l'édenté complet maxillaire sur implants Spécificités des réglages occlusaux

RESUME EN FRANÇAIS :

Le choix du concept occlusal requiert une importance capitale dans l'intégration de la réhabilitation par le patient, et dans la pérennité de la prothèse. Le médecine bucco-dentaire doit choisir le plan de traitement le plus adapté à la situation physiologique du patient, et, la conception prothétique doit être réalisé avant la chirurgie implantaire. Une méconnaissance des paramètres occlusaux tels que les déterminants antérieurs et postérieurs ainsi qu'un mauvais dialogue praticien-prothésiste sont aujourd'hui à l'origine de nombreux échecs thérapeutiques. Cependant peu d'études permettent aux praticiens d'avoir une base scientifique de bon niveau de preuve pour plus privilégier un schéma occlusal qu'un autre. Quel sont les pratiques aujourd'hui recommandées lors de l'équilibration des réhabilitations complètes maxillaires sur implants ?

SUMMARY :

The occlusal pattern requires special attention when it comes to the endorsement of a patient's treatment. When choosing between one pattern or another the prosthesis longevity is at stake. The dental surgeon must choose the most suitable treatment plan to offset the patient's physiological status and the prosthesis design has to be selected before starting the act of surgical implantation. A lack of awareness of anterior and posterior occlusal settings, enhanced by a lack of communication between the doctor and the dental technician are the basis of today's therapeutic failure. However, only a few reliable scientific studies can lead the dental practitioner in identifying the advantage of one pattern over another. What are at the current recommendations we can make when the issue involves prosodontics full arch maxillary rehabilitation over implants ?

TITRE EN ANGLAIS : Full Maxillary arch rehabilitation over Implants - Occlusal Settings' Features.

DISCIPLINE ADMINISTRATIVE : Chirurgie dentaire

MOTS-CLES : Prothèse amovible complète, prothèse fixe implanto-portée, implant, concept occlusal, déterminants antérieurs, déterminants postérieurs, équilibration

KEY-WORDS : Full Maxillary Arch Rehabilitation, fixed prothesis, implants, occlusion, occlusal patterns.

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 : Docteur Florent Destruhaut

Co-Directeur de thèse : Docteur Antonin Hennequin