



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

Creative commons : Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale -
Pas de Modification 2.0 France (CC BY-NC-ND 2.0)



<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.0/fr>

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON I
U.F.R. D'ODONTOLOGIE

Année 2021

THESE N° 2021 LYO 1D 013

T H E S E
POUR LE DIPLOME D'ETAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement le : 16 Mars 2021

par

BADET Alexandre

Né le 05 octobre 1995, à Saint-Martin-d'Hères (38)

Réhabilitations complètes maxillaires sur 4 implants : analyse des critères objectifs dans l'établissement d'un arbre décisionnel.

JURY

M. Olivier ROBIN, Professeur des Universités

Président

M. Thomas FORTIN, Maître de Conférences

Assesseur

Mme. Sophie VEYRE, Maître de Conférences

Assesseur

M. Benjamin FITOUCHI, Assistant Hospitalo-Universitaire

Assesseur

M. Harmik MINASSIAN, Docteur en Chirurgie dentaire

Membre invité

A notre président du jury :

Monsieur le Professeur Oliver Robin,

Professeur des Universités à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur d'Etat en Odontologie

Doyen Honoraire de l'UFR d'Odontologie de Lyon

Habilité à Diriger des Recherches

Responsable de la sous-section « Biomatériaux, Sciences Anatomiques et Physiologiques,

Occlusodontiques, Biophysique et Radiologie »

Nous vous remercions de l'honneur que vous nous faites en acceptant de présider le jury de notre thèse.

Durant toutes ces années, vous avez transmis votre savoir et vos compétences cliniques.

Veillez trouver dans ce travail, l'expression de notre plus profond respect pour la qualité de votre enseignement et notre sincère reconnaissance.

A notre jurée :

Madame la Docteur Sophie VEYRE,

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Ancien Interne en Odontologie

Docteur de l'Université Lyon I

Spécialiste qualifié en Chirurgie Orale

Merci de nous faire l'honneur d'assister à notre thèse.

Pendant nos années d'études précliniques et cliniques, vous avez partagé votre expérience avec une envie de transmettre dans la discipline. Nous n'oublierons jamais cette pédagogie et cette gentillesse.

Veillez trouver dans ce travail, l'expression de notre respectueuse gratitude.

A notre juré :

Monsieur le Docteur Benjamin FITOUCI,

Assistant hospitalo-universitaire au CSERD de Lyon

Ancien Interne en Odontologie

Docteur en Chirurgie Dentaire

Merci de nous faire l'honneur d'assister à notre thèse.

Merci pour votre professionnalisme et gentillesse au quotidien, vous avez su nous transmettre votre savoir-faire et savoir être sans compter.

Veillez trouver dans ce travail, l'expression de notre profonde reconnaissance.

A notre juré et directeur de thèse :

Monsieur le Docteur Thomas FORTIN,

Maître de Conférences à l'UFR d'Odontologie de Lyon

Praticien-Hospitalier

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Grenoble

Responsable de la sous-section Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique

Habilité à Diriger des Recherches

Vous avez eu la gentillesse d'accepter de diriger ce travail, nous vous remercions pour votre accompagnement.

Vous avez su nous enseigner avec passion l'implantologie.

Veillez accepter notre sincère reconnaissance pour l'apprentissage de votre discipline ainsi que pour votre aide dans la réalisation de ce travail.

A notre juré :

Monsieur le Docteur Harmik MINASSIAN

Docteur en Chirurgie Dentaire

Vous avez eu la gentillesse d'accepter de codiriger ce travail, nous vous remercions pour la disponibilité et la patience dont vous avez fait preuve. Vous avez su répondre à nos nombreuses questions et partager votre passion sans compter et avec rigueur.

Nous vous remercions pour votre aide tout au long de ce travail. Vous avez été une grande source d'inspiration.

Nous vous remercions sincèrement.



UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON I

Administrateur provisoire

M. le Professeur F. FLEURY

Président du Conseil Académique

M. le Professeur H. BEN HADID

Vice-Président du Conseil d'Administration

M. le Professeur D. REVEL

Vice-Président de la Commission Recherche du

M. le Professeur J.F. MORNEX

Conseil Académique

Vice-Président de la Commission Formation Vie Universitaire
du Conseil Académique M. le Professeur P. CHEVALIER

SECTEUR SANTE

Faculté de Médecine Lyon Est

Directeur : M. le Professeur G. RODE

Faculté de Médecine et Maïeutique Lyon-Sud

Directeur : Mme la Professeure C. BURILLON

Charles Mérieux

Faculté d'Odontologie

Directrice : Mme. la Professeure D. SEUX

Institut des Sciences Pharmaceutiques et Biologiques

Directrice : Mme la Professeure C. VINCIGUERRA

Institut des Sciences et Techniques de la Réadaptation

Directeur : M. X. PERROT, Maître de Conférences

Département de Formation et Centre de Recherche
en Biologie Humaine

Directrice : Mme la Professeure A.M. SCHOTT

SECTEUR SCIENCES ET TECHNOLOGIES

UFR des Sciences et Techniques des Activités
Physiques et Sportives

Directeur : M. Y. VANPOULLE, Professeur Agrégé

Institut Universitaire de Technologie Lyon 1

Directeur : M. le Professeur C. VITON

POLYTECH LYON

Directeur : M. E. PERRIN

Institut de Science Financière et d'Assurances

Directeur : M. N. LEBOISNE, Maître de Conférences

INSPE

Administrateur provisoire : M. P. CHAREYRON

Observatoire de Lyon

Directrice : Mme la Professeure I. DANIEL

CPE

Directeur : M. G. PIGNAULT

GEP

Administratrice provisoire : Mme R. FERRIGNO

Informatique (Département composante)

Directeur : M. B. SHARIAT

Mécanique (Département composante)

Directeur : M. M. BUFFAT

UFR FS (Chimie, mathématique, physique)

Administrateur provisoire : M. B. ANDRIOLETTI

UFR Biosciences (Biologie, biochimie)



FACULTE D'ODONTOLOGIE DE LYON

Doyenne : Mme Dominique SEUX, Professeure des Universités

Vices-Doyens : M. Jean-Christophe MAURIN, Professeur des Universités
Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE, Maître de Conférences

SOUS-SECTION 56-01 : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Professeur des Universités : M. Jean-Jacques MORRIER
Maître de Conférences : Mme Sarah GEBEILE-CHAUTY, Mme Claire PERNIER,
Mme Béatrice THIVICHON-PRINCE
Maître de Conférences Associée Mme Christine KHOURY

**SOUS-SECTION 56-02 : PREVENTION – EPIDEMIOLOGIE
ECONOMIE DE LA SANTE – ODONTOLOGIE LEGALE**

Professeur des Universités M. Denis BOURGEOIS
Maître de Conférences M. Bruno COMTE
Maître de Conférences Associé M. Laurent LAFOREST

SOUS-SECTION 57-01 : CHIRURGIE ORALE – PARODONTOLOGIE – BIOLOGIE ORALE

Professeur des Universités : M. J. Christophe FARGES, Mme Kerstin GRITSCH
Maîtres de Conférences : Mme Anne-Gaëlle CHAUX, M. Thomas FORTIN,
M. Arnaud LAFON, M. François VIRARD
Maître de Conférences Associé M. BEKHOUCHE Mourad

**SOUS-SECTION 58-01 : DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESE,
FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX**

Professeurs des Universités : M. Pierre FARGE, Mme Brigitte GROSGOGEAT,
M. Jean-Christophe MAURIN, Mme Catherine MILLET, M. Olivier
ROBIN, Mme Dominique SEUX, M. Cyril VILLAT
Maîtres de Conférences : M. Maxime DUCRET, M. Patrick EXBRAYAT, M. Christophe JEANNIN,
Mme Marion LUCCHINI, M. Renaud NOHARET, M. Thierry SELLI, Mme
Sophie VEYRE, M. Stéphane VIENNOT, M. Gilbert VIGUIE

Maîtres de Conférences Associés M. Hazem ABOUELLEIL,

SECTION 87 : SCIENCES BIOLOGIQUES FONDAMENTALES ET CLINIQUES
Maître de Conférences Mme Florence CARROUEL

1. Introduction	11
1.1 <i>L'édentement, un problème mondial de santé publique.....</i>	11
1.1.1 Les causes	11
1.1.2 Les facteurs de risques	11
1.1.3 Les conséquences	13
1.2 <i>La prothèse amovible conventionnelle</i>	13
2. État des connaissances.....	14
2.1 <i>Évolution des réhabilitations complètes.....</i>	14
2.1.1 De la découverte de l'ostéointégration au concept actuel.....	14
2.1.2 Évolution de l'implantologie	16
2.1.3 Apport des implants dans les réhabilitations prothétiques complètes.....	17
2.2 <i>Obstacles et contre-indications au traitement implantaire</i>	18
2.2.1 Les obstacles anatomiques	18
2.2.2 Les contre-indications générales	19
2.2.3 Les contre-indications locales	20
2.2.4 Les contraintes médico-économiques	20
3. Biomécanique des implants.....	20
3.1 <i>Définition et histoire</i>	20
3.2 <i>Influence du cantilever (porte à faux) et de l'angulation des implants.</i>	22
3.3 <i>Importance du nombre et de la distribution spatiale des implants.....</i>	25
3.4 <i>Distance antéro-postérieure</i>	27
3.5 <i>Ce qu'il faut retenir.....</i>	27
4. Réhabilitation complète sur quatre implants au maxillaire (All-on-4).....	28
4.1 <i>Le concept</i>	28
4.1.1 L'histoire	28
4.1.2 Les principes et indications	29
4.1.3 Avantages du all on four maxillaire	30
4.1.4 Les limites et alternatives	30
4.2 <i>Plan de traitement et projet prothétique du all-on-4.....</i>	31
4.2.1 Objectifs.....	31
4.2.2 Choix du plan de traitement	31
4.2.2 Éléments d'analyse pré-chirurgicale.....	33
4.2.3.1 Détermination de la résorption osseuse	34
4.2.3.2 Ligne de transition et ligne du sourire	35
4.2.3.3 Distance inter arcade	37
4.2.3.4 Soutien de la lèvre supérieure	37
4.2.3 Analyse radiologique	38
4.2.4 La chirurgie	38
4.2.5 La prothèse.....	40
4.2.6 La mise en charge immédiate	41
4.3 <i>Discussion des résultats de la littérature</i>	42

5. Cas clinique	48
5.1 <i>Premier rendez-vous : choix du plan de traitement</i>	48
5.2 <i>Deuxième rendez-vous : préparation pré-chirurgicale</i>	50
5.3 <i>Troisième rendez-vous : phase chirurgicale et prothétique</i>	52
5.3.1 La phase chirurgicale.....	52
5.3.2 La phase prothétique	54
5.4 <i>Quatrième rendez-vous : le contrôle</i>	55
6. Conclusion	57
7. Iconographie	60
8. Références bibliographiques	63

1. Introduction

1.1 L'édentement, un problème mondial de santé publique

1.1.1 Les causes

Malgré une amélioration de la santé bucco-dentaire le nombre de personnes édentées augmente dans toutes les régions du monde. Ce phénomène est lié au vieillissement de la population et à l'augmentation de l'espérance de vie.

L'édentement peut être causé par différents facteurs locaux tels que les caries dentaires, les parodontopathies, les causes endodontiques, les traumatismes mais également par des facteurs généraux tels que le diabète, le cancer des voies aéro-digestives supérieures ou l'endocardite infectieuse.

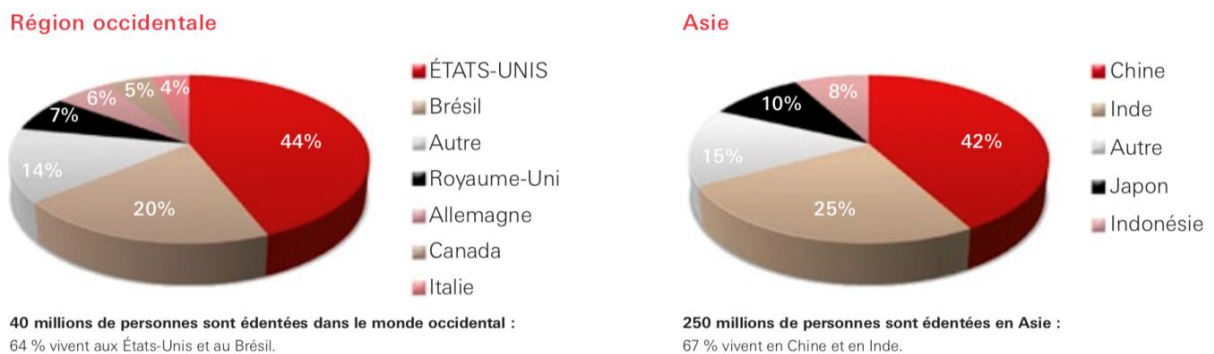


Figure 1 : Proportion de personnes édentées dans le monde occidental et en Asie (OMS, 2003)

1.1.2 Les facteurs de risques

Il est important d'associer à cela un ensemble de facteurs de risques de plus en plus fréquents dans notre société actuelle :

- le sucre : 33 millions de personnes risquent de subir les conséquences d'une mauvaise nutrition liée à l'omniprésence du sucre dans notre alimentation (1).

- une mauvaise hygiène bucco-dentaire : une enquête de l'UFSBD (1997) rapporte que la population française se brosse les dents 1.4 fois par jour en moyenne et 50% des français ne se brosseraient pas les dents le soir. 57% des enfants de moins de 5 ans n'auraient jamais brossé leurs dents.
- l'âge est également un facteur de risques, on note une augmentation de la prévalence de caries chez les personnes âgées liée à la modification du régime alimentaire et à une diminution de l'hygiène.
- le tabac et l'alcool sont également des facteurs de risques, selon Rochereau et Azogui-Levy, la probabilité d'avoir des dents manquantes augmente avec la consommation de tabac et un fumeur présente 2 à 3 fois plus de risques de développer une maladie parodontale par rapport aux non-fumeurs (2). Selon Pesci-Bardon & Precheur (2011), le premier impact de l'alcool sur les dents est traumatique (chutes et rixes...) mais l'alcool augmenterait également le risque de parodontite (de l'ordre de 20%(3)).
- le statut socio-économique : cumule probablement les facteurs nutritionnels et de manque d'hygiène. Les plus démunis souffrent deux fois plus de caries que le reste de la population.

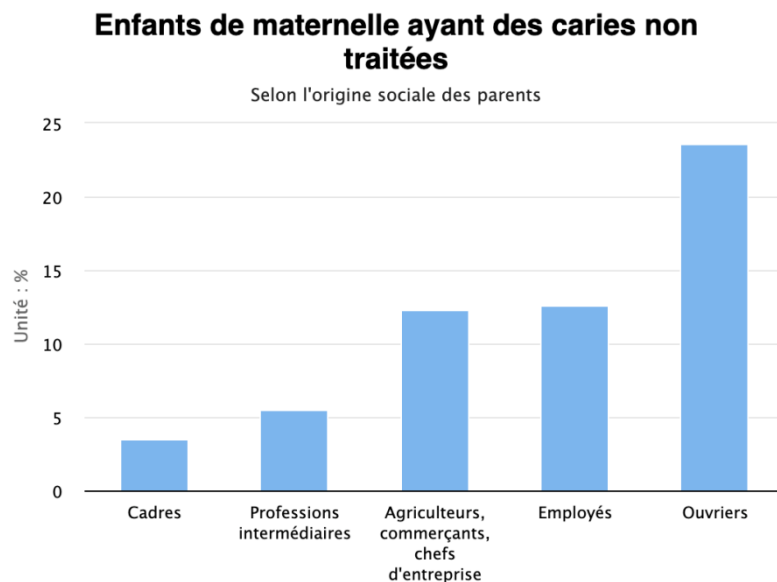


Figure 2 : Pourcentages d'enfants ayant des caries non traitées selon l'origine sociale parentale (Ministère des affaires sociales, 2013)

1.1.3 Les conséquences

L'édentement crée des modifications physiologiques :

- Le patient édenté va se servir de sa langue pour broyer le bol alimentaire aboutissant avec le temps à une hypertrophie linguale.
- On observe également chez l'édenté une diminution du flux salivaire conduisant à une atrophie des glandes salivaires entraînant une anomalie de la perception du goût.
- La perte des dents entraîne la disparition de la quasi-totalité des appuis statiques à l'exception de la voûte palatine (4). Des troubles de la phonation tels que le zézaïement, le chuintement et les projections salivaires apparaissent lors de la perte de dimension verticale (Dupuis (2005)). L'altération de la phonation a pour conséquence de mettre à l'écart la personne édentée, diminuant son lien social et favorisant le repli sur soi.
- Au-delà des problèmes touchant la sphère ORL et bucco-dentaire on a relevé chez les patients édentés un risque plus important de problèmes de nutrition et d'athéromes des artères coronaires.

L'édentement est donc une pathologie à considérer comme un problème de santé publique mondial pour lequel il semble nécessaire d'apporter des solutions thérapeutiques variées (en fonction de la demande du patient et des options thérapeutiques réalisables).

1.2 La prothèse amovible conventionnelle

Afin de rétablir la fonction et l'esthétique chez les patients édentés il existe une solution scientifiquement et cliniquement validée qui est la prothèse amovible complète conventionnelle.

A la mandibule, cette prothèse possède deux inconvénients majeurs :

- Les prothèses complètes mandibulaires sont très peu stables. Cette instabilité s'explique par la présence de nombreux muscles comme la langue (souvent hypertrophique chez les édentés)

- L'absence de crêtes osseuses liée au manque de stimulation du support osseux induisant sa résorption. La prothèse complète mandibulaire conventionnelle n'est donc plus une solution durable de nos jours.

Au maxillaire la prothèse complète conventionnelle est une alternative qui présente une bien meilleure stabilité obtenue grâce à la réalisation d'un palais artificiel et à la présence de crêtes osseuses plus volumineuses qu'à la mandibule. Cependant ce dispositif reste toujours très encombrant en bouche, et induit une perte de goût.

De ce fait, beaucoup de patients n'acceptent plus cette image du « dentier » et s'intéressent à des solutions de réhabilitations fixes sur implants pour améliorer leur qualité de vie.

2. État des connaissances

2.1 Évolution des réhabilitations complètes

2.1.1 De la découverte de l'ostéointégration au concept actuel

En 1952, dans le cadre d'une étude sur la vascularisation de la moelle osseuse, Brånemark développe une chambre optique en forme de vis, faite de titane pur. Il voulait que l'insertion de cette chambre optique ne modifie en rien la physiologie de l'os. En 1958, ayant terminé ses observations et voulant la récupérer, il remarqua qu'il lui était impossible de la dévisser : l'os avait parfaitement adhéré à une surface métallique, le concept d'ostéointégration était né. Par la suite plusieurs d'études ont été menées sur les animaux en 1961 puis sur les humains. Les premiers travaux avec un recul de 15 ans ont été publiés en 1981.

C'est également Per-Ingvar Brånemark qui posera les bases de l'indication des implants dans le domaine dentaire et qui participera grandement à son développement (5).

Pour obtenir une ostéointégration, il est nécessaire :

- d'utiliser des matériaux biocompatibles comme le titane ou la zircone
- d'avoir une bonne stabilité primaire des implants
- de pratiquer une chirurgie atraumatique sous irrigation afin d'éviter tout

échauffement de l'os ce qui pourrait conduire à sa nécrose.

Après une période de cicatrisation et afin de valider l'ostéointégration d'un implant il est nécessaire que celui-ci soit immobile, indolore à la percussion et produise un son clair. Il est également important de vérifier l'absence de zone radio claire et d'infection autour de l'implant.

Cette ostéointégration correspond à la stabilité secondaire permise grâce à un état de surface biocompatible des implants et une bonne vascularisation. Elle est la résultante d'une fibro-ostéo-intégration car l'os ne pourrait pas vivre sans la vascularisation contenue dans le tissu fibreux et présente en quantité variable selon la densité osseuse. On parle d'ostéointégration après un an de mise en fonction, avant ce n'est qu'une cicatrisation osseuse.

Le schéma suivant présente l'évolution de la stabilité totale (en vert) qui est la somme de la stabilité primaire (en violet) et secondaire (en rouge). La stabilité primaire ou stabilité mécanique obtenue lors de la chirurgie diminue au cours du temps pour être remplacée par la stabilité secondaire ou stabilité biologique.

Ce phénomène est lié à la présence d'un revêtement biocompatible sur la surface des implants qui permet leur ostéointégration. Il existe alors une période de transition entre ces stabilités mécanique et biologique pendant laquelle la stabilité totale est diminuée, elle représente un risque notamment lors des mises en charge immédiates.

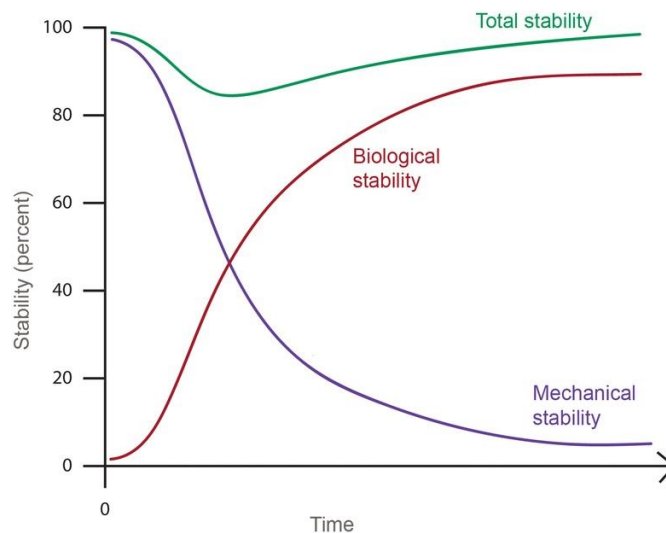


Figure 3 : Évolution de la stabilité totale, primaire et secondaire

2.1.2 Évolution de l'implantologie

Les premiers implants créés par Brånemark avaient une forme cylindrique, avec des spires peu agressives et une connexion à hexagone externe.

Depuis les implants ont beaucoup évolué concernant : la forme, le corps, le col implantaire, la connexion, l'état de surface mais également le nombre d'étapes chirurgicales et les délais de cicatrisation (6).

Aujourd'hui il existe des implants de forme cylindro-conique avec des spires plus agressives qui sont auto taraudantes et auto forantes. Ils permettent d'obtenir une meilleure stabilité primaire et sont utilisés dans un os de faible densité osseuse, majoritairement dans l'os maxillaire.

La connexion hexagonale externe bien que révolutionnaire en son temps, a été abandonnée à cause de son manque d'étanchéité et de stabilité induisant des dévissages. De nos jours, la connexion la plus répandue est le « cône morse » allant de 6 à 12° selon les fabricants et assurant une meilleure étanchéité par une « soudure à froid » qui empêche les micro-infiltrations bactériennes.

L'évolution des matériaux utilisés pour la fabrication des implants (le titane principalement) joue également un rôle important dans l'évolution de l'implantologie. Les implants sont majoritairement fabriqués à partir de titane grade V ((TA6V) contenant de l'aluminium et du vanadium) privilégié pour ses meilleures propriétés mécaniques. Quelques fabricants proposent encore du titane grade IV (T60) doté d'une meilleure biocompatibilité mais souvent associé à d'autres matériaux comme la céramique afin de renforcer ses propriétés mécaniques et d'augmenter sa résistance à la fracture.

Les bonnes propriétés mécaniques du titane grade V permettent actuellement une orientation vers des implants de plus petit diamètre mais également d'espacer les implants, diminuant leur nombre et favorisant la conservation de l'os.

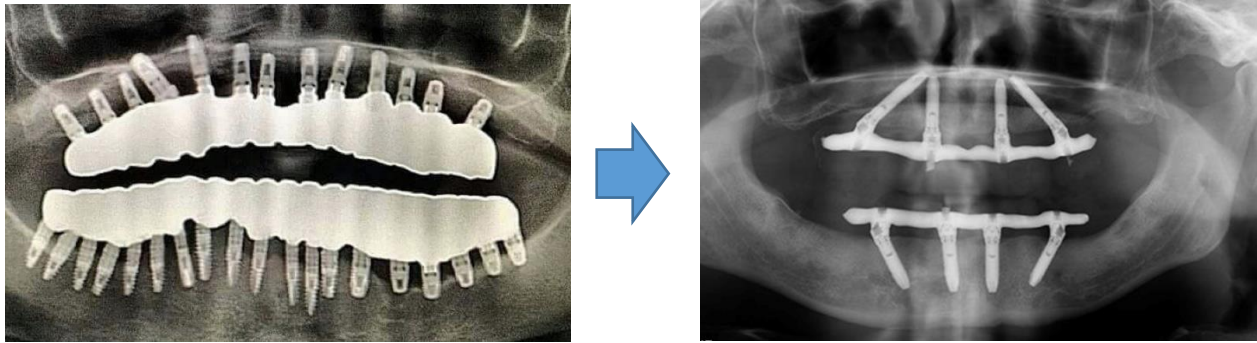


Figure 4 : Évolution du nombre d'implant grâce à l'amélioration des propriétés mécaniques

A l'origine, Brånemark imposait de faire une chirurgie en deux temps et d'attendre entre quatre et six mois en fonction de la région d'implantation et de la qualité osseuse (7). Depuis les années 1990, grâce à l'évolution des implants et à l'évolution des techniques chirurgicales on peut proposer de réaliser des extractions, une implantation et une mise en charge immédiate.

Dans les cas d'atrophies osseuses les plus importantes, il est même possible d'éviter les greffes osseuses en ayant recours aux implants angulés ou aux implants zygomatiques.

2.1.3 Apport des implants dans les réhabilitations prothétiques complètes

L'utilisation des implants dentaires pour améliorer la qualité de vie des patients a déjà été documentée dans de nombreuses publications (8). La gêne causée par l'instabilité des prothèses dentaires est le facteur d'insatisfaction majeur des patients. L'utilisation d'implants dentaires permet d'améliorer la mastication, l'élocution, l'image de soi et le confort. D'un point de vue histologique et biologique, ils permettent également de limiter la résorption osseuse par stimulation.

Il est alors possible de réaliser selon l'indication et la volonté du patient :

- une prothèse amovible complète supra implantaire, qui permet de stabiliser une prothèse complète amovible conventionnelle grâce à des attachements. Ce genre de réhabilitation se retrouve le plus souvent à la mandibule et peut être rajouté dans un second temps après réalisation de la prothèse.



Figure 5 : Prothèse amovible supra-implantaire

- une prothèse fixée supra implantaire, qui est comme son nom l'indique fixée. Le patient ne peut pas l'enlever mais doit réaliser des maintenances régulières chez son chirurgien-dentiste. Elle peut être réalisée avec ou sans fausse gencive.



Figure 6 : Prothèse fixée supra-implantaire

2.2 Obstacles et contre-indications au traitement implantaire

2.2.1 Les obstacles anatomiques

Il existe de nombreux obstacles anatomiques qui peuvent être d'ordre neurologique, vasculaire ou cavitaire. Au maxillaire, on retrouve principalement les sinus qui sont des cavités pneumatisées ayant pour but d'alléger la face ainsi que les fosses nasales (9). Chez les édentés complets maxillaires en raison de la présence de sinus proclivés, il est souvent nécessaire d'avoir recours à des comblements de sinus avant la pose d'implants dans les régions postérieures. Il faut également veiller à ne pas léser l'artère et le nerf grand palatin. A la mandibule, le principal obstacle est le nerf alvéolaire inférieur et son émergence le nerf mentonnier qui innervent l'ensemble des dents mandibulaires, la lèvre inférieure et le

menton. Il est également plus exposé chez les patients âgés et édentés en raison d'une perte osseuse plus importante.

2.2.2 Les contre-indications générales

Il existe plusieurs types de contre-indications générales aux implants. Certaines sont absolues et sont d'ordre cardiovasculaire, immunologique, osseuse et psychiatrique (10) :

- les insuffisances cardiaques graves (cardiomyopathies)
- les valvulopathies cardiaques
- la survenue récente d'un infarctus du myocarde
- certaines maladies osseuses (ostéomalacie, maladie des os de verre)
- certaines maladies immunologiques, traitements immunosuppresseurs, SIDA déclaré et transplant d'organe en attente
- certaines maladies psychiatriques
- le maxillaire fortement irradié par radiothérapie
- les traitements de l'ostéoporose par biphosphonate (surtout en intraveineuse)

D'autres contre-indications sont relatives et les décisions sont prises au cas par cas concernant :

- les diabètes de type 1 et 2 non équilibrés
- les angines de poitrine
- les séropositifs
- la consommation importante de tabac
- la radiothérapie cervico-faciale (en fonction de la zone, quantité de rayons, localisation de la lésion cancéreuse...)
- certaines maladies auto-immunes et alcoolisme
- les grossesses

2.2.3 Les contre-indications locales

Il existe également des contre-indications locales, liées d'une part à l'environnement dans lequel sera mis l'implant et d'autre part à l'anatomie du patient (10).

Ces contre-indications sont relatives et évolutives dans le temps. Il est possible d'intervenir localement pour permettre la pose d'implants.

Parmi les causes locales on peut retrouver :

- une quantité d'os insuffisante
- les maladies parodontales actives
- une occlusion défavorable
- des infections aux dents voisines
- une mauvaise hygiène de la bouche et des dents.

2.2.4 Les contraintes médico-économiques

Comme nous l'avons vu précédemment, les possibilités thérapeutiques proposées aux édentés sont multiples. Les solutions faisant appel aux implants ne sont actuellement pas prises en charge par la sécurité sociale et ne sont donc pas accessibles à l'ensemble de la population. Nous verrons cependant qu'il existe des solutions permettant des réhabilitations complètes sur implants selon des stratégies dont les coûts sont variables, dépendant des matériaux utilisés pour la prothèse et du nombre d'implants.

3. Biomécanique des implants

3.1 Définition et histoire

La biomécanique est l'étude et la compréhension des propriétés mécaniques d'un organisme vivant. Dans ce travail, elle va permettre de comprendre la relation entre les structures vivantes (osseuses et tissulaires) et les implants dans le cadre de leurs fonctions

(réaction des implants dans l'environnement buccal).

L'expérience a pour objet d'étudier l'impact du positionnement des implants sur les forces qui leur sont appliquées.

Dans cette partie nous allons, à l'aide de différentes études, analyser l'influence de plusieurs facteurs tels que le cantilever (partie en porte à faux de la prothèse) ou le nombre d'implants sur les forces exercées dans le cas d'une prothèse monobloc.



Figure 7 : Illustration du cantilever (partie en porte à faux de la prothèse)

Richard Skalak a été un pionnier de la biomécanique aux États Unis, il a travaillé avec le professeur Brånemark sur l'étude des mouvements des globules rouges dans les capillaires. Après la découverte de l'ostéointégration, il a participé au développement des implants et au design de multiples pièces implantaires. Une de ses premières études a eu pour but de simuler les conséquences des forces exercées sur une prothèse monobloc en fonction de la position des implants (11). Pour cela, il a construit des modèles d'études comme présentés ci-dessous :

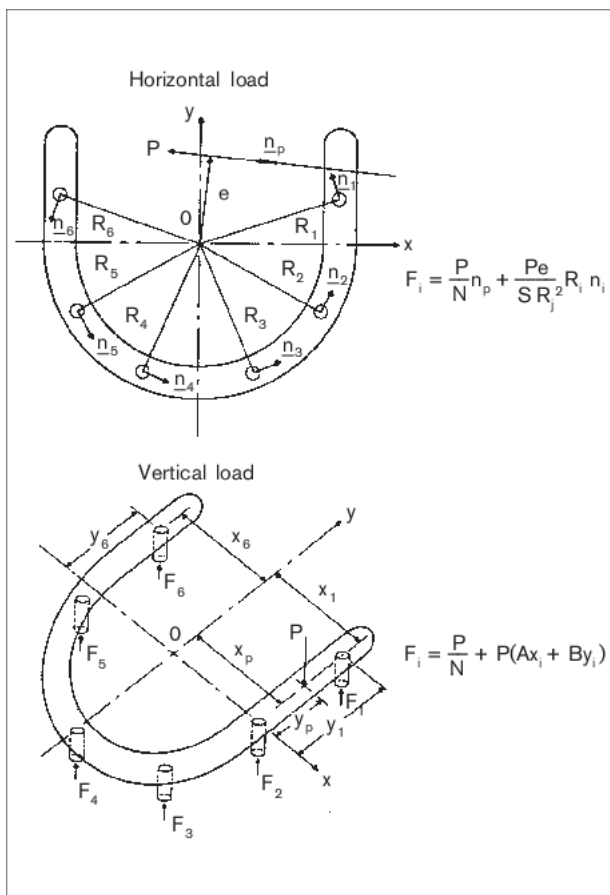


Figure 8 : Schéma de répartition des forces exercées sur une prothèse monobloc implantaire

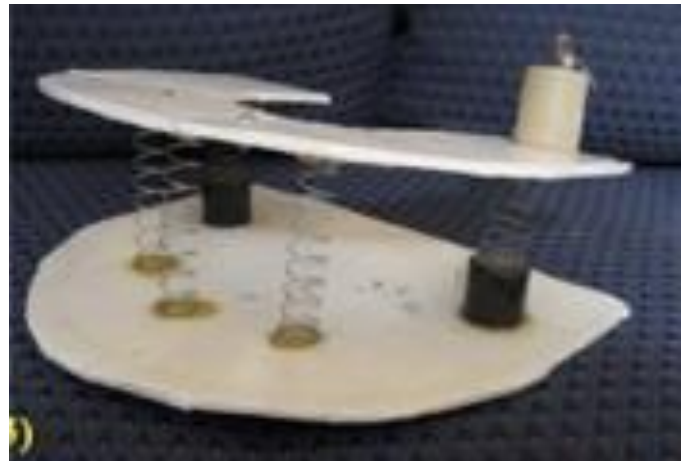


Figure 9 : Modèle d'étude créé par Richard Skalak

3.2 Influence du cantilever (porte à faux) et de l'angulation des implants.

Dans certaines situations, pour éviter les obstacles anatomiques et proposer des solutions sans greffe tout en remplaçant le plus grand nombre de dents, il peut être nécessaire de recourir à des cantilevers mis sur des prothèses définitives.

Contrairement aux études de Richard Skalak, toutes les études qui vont suivre ont eu recours à des méthodes d'analyses sur éléments finis. Ces méthodes d'analyses sur éléments finis sont des analyses numériques qui permettent de comprendre le comportement dynamique de certains systèmes physiques, dans notre cas : l'implant (12).

Dans cette première étude, on analyse l'impact sur l'implant le plus postérieur d'une force exercée sur le cantilever de la prothèse (13).

Dans le cas A on exerce une force de 100N sur le point distal du cantilever avec deux implants distants de 10mm et un cantilever de 30mm

Dans le cas B on exerce la même force que précédemment avec deux implants distants de 20mm et un cantilever réduit à 20mm.

Dans le cas C, on utilise un implant angulé qui permet de positionner le col de l'implant de la même manière que dans la situation B.

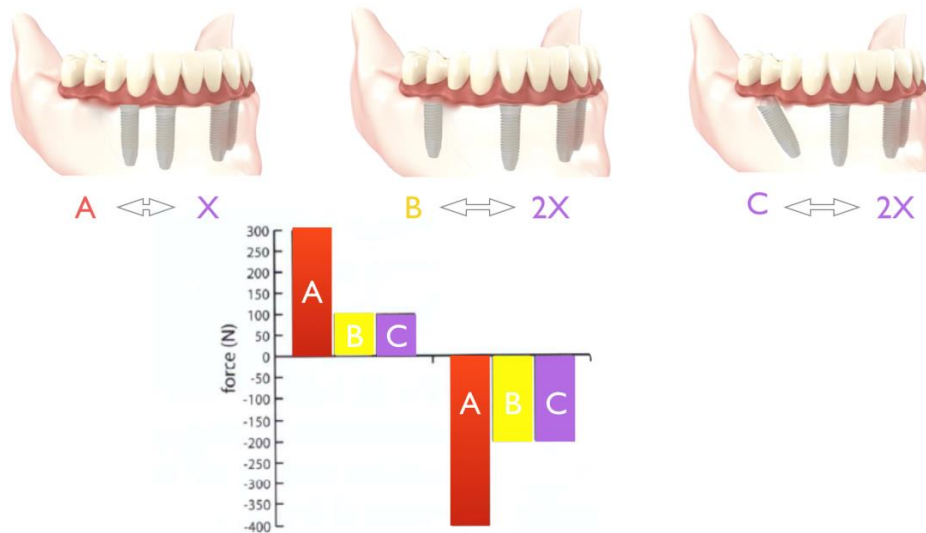


Figure 10 : Force subie par les implants postérieurs en fonction de leur distribution

Cette étude permet de constater que :

- dans le cas A, les forces exercées sur l'implant distal en compression et en traction sont grandement supérieures au cas B. On peut donc affirmer qu'il existe un impact négatif du cantilever sur les forces subies par les implants.
- les forces dans le cas B et C sont identiques et c'est donc le positionnement du col de l'implant qui détermine les forces qu'il subira.

Pour compléter l'étude précédente, nous allons étudier les conséquences de l'angulation des implants dans la distribution des forces dans le cas de 4 implants réunis. Dans cette étude on applique une force de 100N sur le cantilever et on étudie les forces exercées sur les 4 implants dans le cas d'implants droits (cantilever important), d'implants angulés (cantilever moyen) et d'implants fortement angulés (cantilever quasiment nul).

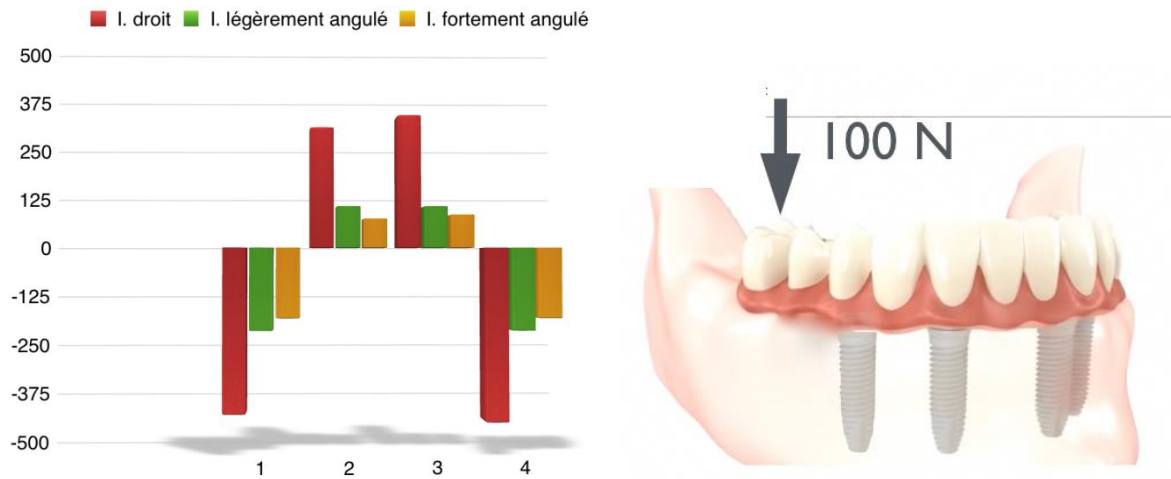


Figure 11 : Force subie par les implants en fonction de l'importance du cantilever

On peut observer sur le graphique ci-dessus que :

- dans le cas des implants droits, des forces importantes sont appliquées en compression sur les deux implants postérieurs (1 et 4) et en traction sur les implants antérieurs (2 et 3).
- dans le cas des implants angulés c'est-à-dire avec un cantilever moins important, les forces de compression et de traction sont bien moins importantes.
- dans le cas des implants fortement angulés ou le cantilever est quasiment nul, les forces exercées sur les implants sont réduites mais avec une différence moins significative qu'entre les implants droits et angulés.

On peut donc affirmer que le cantilever est nocif car il augmente d'environ 4 fois les forces reçues par les implants. Ce sont les implants antérieurs qui subissent les forces de traction nocives pour l'os.

3.3 Importance du nombre et de la distribution spatiale des implants

Dans cette étude, nous allons effectuer une comparaison (mesure de force axiale et de moment de force) entre une prothèse complète maxillaire par 3, 4 ou 5 implants. Cette prothèse sera étudiée avec un cantilever, des implants angulés (cantilever moindre) et des implants courts plus distaux (sans cantilever) (14).

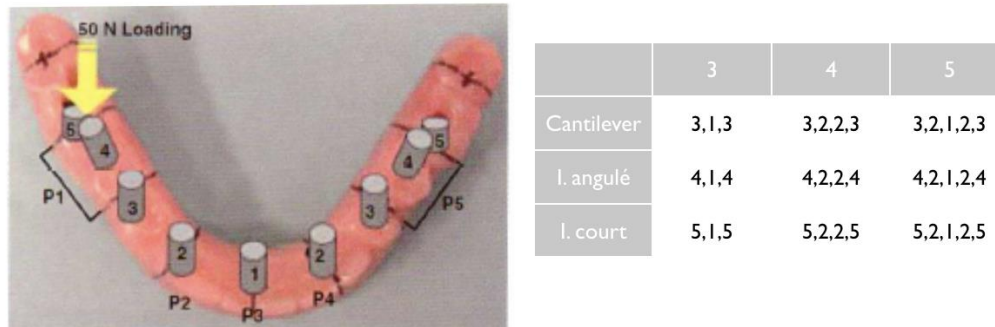


Figure 12 : Répartition spatiale des implants en fonction de leur nombre

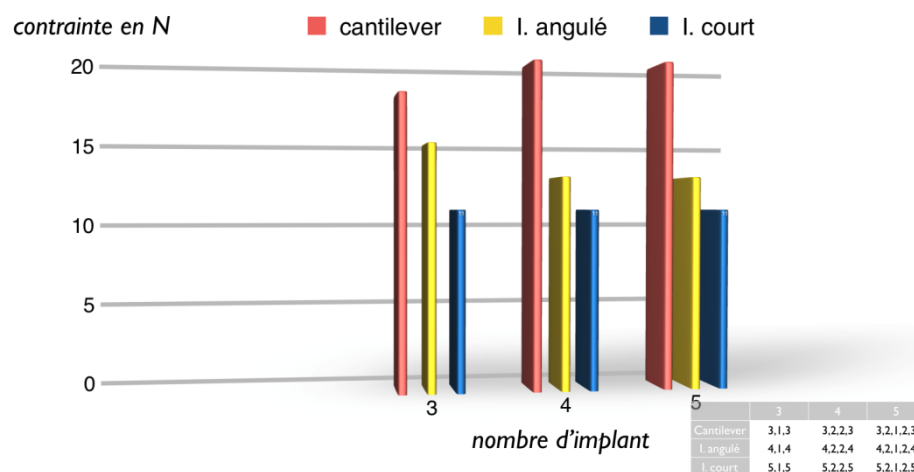


Figure 13 : Force subie par les implants postérieurs en fonction de leur distribution et de leur nombre

Grâce à cette étude on peut observer que :

- le cantilever augmente les forces subies par les implants
- les implants angulés (cantilever moindre) diminuent des forces exercées, d'autant plus lors de l'utilisation d'implants courts (pas de cantilever)

- rajouter un implant sans réduire le cantilever ne diminue pas les forces exercées sur les implants qu'ils soient au nombre de trois, quatre ou cinq.

On peut donc affirmer que la réduction du cantilever, grâce aux implants angulés, permet une diminution des contraintes sur les implants et que le nombre d'implants n'influence pas les forces qu'ils reçoivent.

Dans cette dernière étude, nous allons analyser l'impact du retrait d'implants de positions différentes sur la répartition des forces entre une prothèse sur quatre et six implants.

Dans le premier cas, les implants 1 et 6 (implants postérieurs) ont été retirés alors que dans le deuxième cas, ce sont les implants 2 et 5 qui ont été retirés (15).

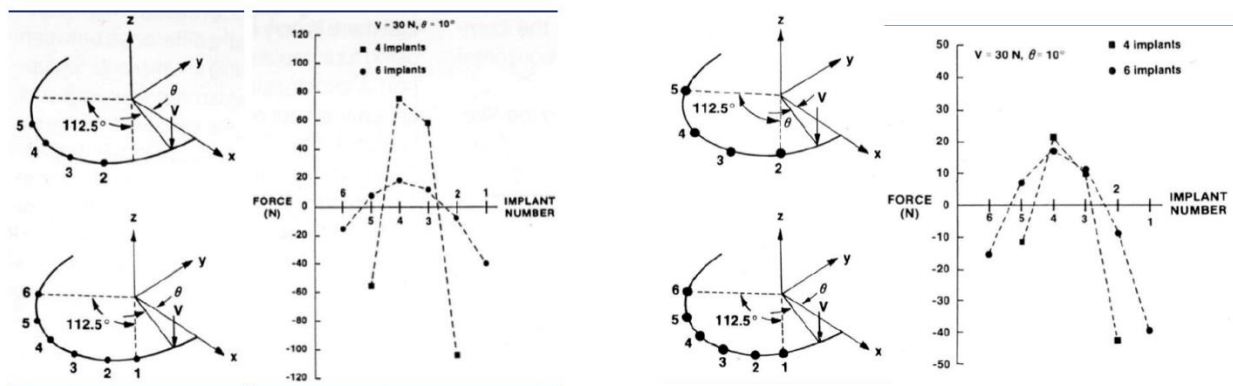


Figure 14 : Force subie par une prothèse sur 4 ou 6 implants en fonction de différents retraits

On peut observer dans le cas numéro 1, une répartition des forces très hétérogène. En effet dans la situation sur quatre implants les forces de compression sur les implants postérieurs et de traction sur les implants antérieurs sont largement supérieures à la situation sur six implants.

Au contraire dans le cas numéro 2, la répartition des forces est très homogène. Les forces en présence de quatre ou six implants sont similaires.

On peut déduire de cette étude que les forces exercées sur les implants sont fonction de la position des implants et non de leur nombre. C'est donc la distribution spatiale des

implants qui est importante.

3.4 Distance antéro-postérieure

Une notion très importante appelée distance antéro-postérieure (AP) a été déduite de l'ensemble des expériences présentées précédemment, elle correspond à la distance entre l'implant le plus antérieur et le plus postérieur (distance AP) (16).

Afin d'assurer un minimum de force au niveau des implants antérieurs qui subissent des forces de traction nocives pour leur pérennité, il est indispensable d'agrandir au maximum cette distance AP.

L'augmentation de la distance AP permet de diminuer les forces exercées en traction sur l'implant mésial.

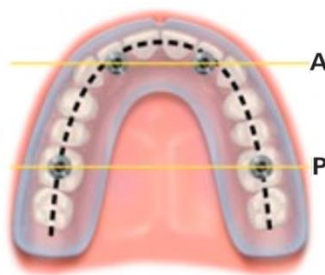


Figure 15 : Illustration schématique de la distance AP

3.5 Ce qu'il faut retenir

En conclusion, on peut dire que :

- les effets des forces de compression sont supérieurs sur l'implant angulé
- l'os est plus sensible aux forces de traction que de compression. Ce ne sont donc pas les implants les plus postérieurs qui reçoivent les forces les plus néfastes.
- ce sont les implants distaux qui subissent l'essentiel des forces
- le bénéfice apporté par l'angulation des implants est net et fiable (17)(18)(19).
- l'élément le plus important est l'endroit où l'implant rejoint la prothèse (col) et non la position apicale de l'implant (20)(21).

- plus on répartit les implants sur l'arcade, plus les forces diminuent.
- Les prothèses sur 4 ou 6 implants (type all on 4) ont un comportement équivalent si la distance séparant le premier du dernier implant est identique.

4. Réhabilitation complète sur quatre implants au maxillaire (All-on-4)

4.1 Le concept

4.1.1 L'histoire

Le All-on-4 est un concept issu de l'évolution de la mise en charge immédiate, décrit et mis en pratique par Per-Ingvar Brånemark. C'est en 1995 qu'il publie une étude portant sur 156 personnes édentées qui ont été traitées par des prothèses fixes sur 4 ou 6 implants (22).

D'après cette étude, le taux de survie, tant pour les implants individuels que pour les prothèses, était le même pour les 2 groupes (4 et 6 implants) avec un recul de 10 ans. Il en conclut que la tendance de l'époque consistant à installer autant d'implants que possible chez les édentés complets pourrait être remise en question.

Le bridge de Hong Kong permettant la mise en charge immédiate et la réalisation d'une prothèse individualisée est ensuite apparue (23). Cette prothèse sera rebasée en bouche sur des gaines provisoires en fonction de la position des implants. Chow dans son article présente des taux de succès de 98,3%. Cette étape est une évolution majeure instaurant la mise en charge immédiate d'une prothèse hautement individualisée.

Par la suite, Brånemark développe la technique du Brånemark Novum® qui permet la mise en fonction des implants le jour de la chirurgie à l'aide d'une prothèse définitive et sur trois implants situés entre les foramens mentonniers (24). Cette technique permet de réaliser une prothèse d'usage standard de 10 dents avec une barre titane usinée en amont et seulement à la mandibule.



Figure 16 : Illustration du dispositif Brånemark Novum®

Paulo Maló décrit le concept all-on-4 pour la première fois en 2003 et commença les premières mises en charge immédiates quelques années plus tard. Ses premiers cas documentés concernaient l'arcade mandibulaire et il faudra attendre 2006 pour que cette technique soit adaptée à l'arcade maxillaire (25)(26).

Cette technique profite des bénéfices apportés par l'utilisation d'implants angulés, permettant une réduction importante du porte-à-faux prothétique tout en évitant les obstacles anatomiques et les greffes (27).

4.1.2 Les principes et indications.

La prothèse maxillaire transvissée sur 4 implants, plus couramment appelée « all on four » permet une réhabilitation esthétique et fonctionnelle du patient édenté total au maxillaire par une prothèse complète fixe transvissée sur quatre implants avec une mise en charge immédiate quand cela est possible. Cette technique repose sur le positionnement de quatre implants au maxillaire (25) :

- deux implants sont positionnés verticalement dans le secteur antérieur où en général il y a une bonne hauteur et une bonne densité osseuse
- deux autres implants sont positionnés le plus postérieurement possible et inclinés afin d'éviter les cavités sinusiennes en exploitant au mieux le capital osseux.

La réhabilitation complète maxillaire sur quatre implants possède de nombreux intérêts. Pour commencer, elle fait partie de la catégorie des prothèses fixées sur implants qui en fait une prothèse confortable car immobile, dégageant le palais et facile à nettoyer grâce à l'espace laissé entre les implants. Dans cette technique, on utilise des implants angulés qui permettent d'éviter les chirurgies pré-implantaires (comblement de sinus) permettant une

réduction du coût et de la durée du traitement. De plus, dans les cas où cela est possible, on réalise une mise en charge immédiate permettant au patient de repartir chez lui le soir ou le lendemain de la chirurgie avec une prothèse fixe provisoire.

Ce concept est donc indiqué pour une personne édentée totale désirant une réhabilitation fixe à un coût moindre puisqu'on utilise seulement quatre implants et que la prothèse définitive est constituée de dix ou douze dents (28).

4.1.3 Avantages du all on four maxillaire

Maló décrit plusieurs avantages aux réhabilitations par le concept du all-on-4 au maxillaire (29) :

- garantir un taux de succès élevé : 98,42%
- éviter les greffes osseuses
- assurer la fonction et l'esthétique
- permettre un niveau d'hygiène élevé dû à l'espacement important des implants
- limiter le coût du traitement

On peut donc qualifier cette technique de :

- simple car elle évite les greffes osseuses et les complications inhérentes à ces techniques de régénération (14,9% de complications pour les comblements de sinus) (30) et elle facilite les suites post opératoires
- rapide par une mise en charge immédiate de la prothèse transitoire qui permet au patient de retrouver une capacité masticatoire dans les 48 heures
- économiquement plus accessible, c'est le traitement le moins coûteux des réhabilitations fixes complètes sur implants

4.1.4 Les limites et alternatives

Il existe cependant des limites au all-on-4 maxillaire, comme toutes les techniques chirurgicales, l'indication doit être bien posée car elle ne peut pas être appliquée à tous les patients. La principale limite concerne le manque d'os, selon Paulo Maló, une largeur d'os

de moins de 4mm associée à une hauteur inférieure à 10mm de canine à canine compromettraient le protocole du all-on-4 (31).

4.2. Plan de traitement et projet prothétique du all-on-4

4.2.1 Objectifs

L'objectif de cette partie va être de déterminer les différentes solutions thérapeutiques envisageables grâce à une analyse précise du patient. Cette analyse va permettre de réunir des données comme les volumes osseux, l'état parodontal, les parafunctions mais également un ensemble de critères esthétiques qui permettront, une fois transmis au laboratoire, de définir le projet prothétique et la réalisation d'un mockup. Il servira à la conception du guide chirurgical et de la prothèse provisoire.

4.2.2 Choix du plan de traitement

Le choix du plan de traitement est principalement déterminé par le volume osseux disponible au niveau du maxillaire segmenté en trois zones décrites par Edmond Bedrossian (cf. figure 16) :

- la zone I ou région prémaxillaire (incisives/canines)
- la zone II ou région prémolaire
- la zone III ou région molaire

Ces trois zones ont permis d'individualiser trois groupes d'indications thérapeutiques en fonction de la topographie de la perte osseuse.

Groupe 1 (cf. figure 16) :

Correspond à la situation idéale où le patient présente de l'os dans les régions prémaxillaire, prémolaires et molaires (zone I, II et III). On s'orientera vers six ou huit implants axiaux traditionnels en fonction de la capacité masticatoire du patient et de sa demande esthétique.

Groupe 2 (cf. figure 16) :

Correspond au cas de figure le plus fréquent où les patients présentent de l'os dans les

régions prémaxillaire et prémolaires (zone I et II). Ils peuvent être traités de deux manières différentes en fonction du volume des sinus et de l'espace mésio-distal disponible : par comblement de sinus bilatéral suivi 9 mois plus tard de la pose de six implants axiaux ou par la mise en place de quatre implants par la technique du all-on-4.

Groupe 3 (cf. figure 16) :

Correspond à la situation où le patient présente uniquement de l'os dans la région prémaxillaire (zone I). Le volume osseux permet la pose de deux ou quatre implants dans le secteur antérieur. Deux options sont envisageables concernant la mise en place des implants postérieurs :

- par comblement de sinus bilatéral suivi 9 mois plus tard de la pose de quatre implants
- ou par la mise en place de deux implants zygomatiques : all-on-4 hybride

Dans les cas d'atrophie les plus extrêmes, il est possible de réaliser quatre implants zygomatiques : on parle alors de « Quad Brånemark System Zygoma ».

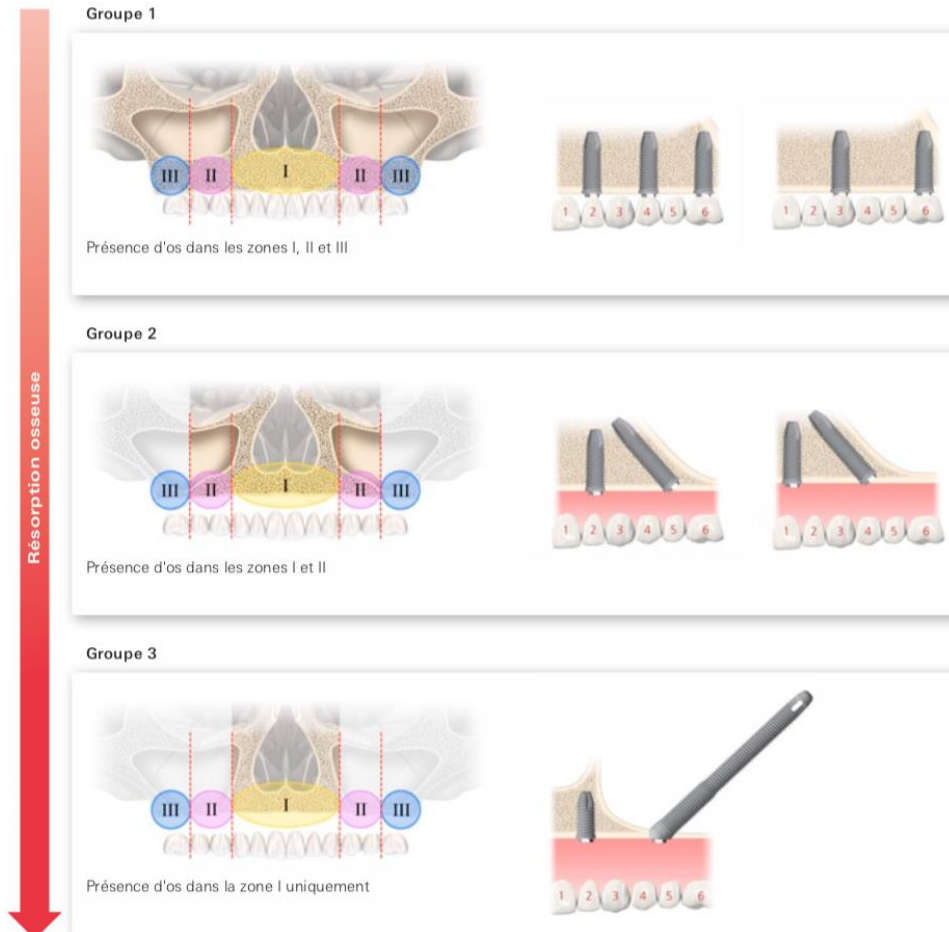


Figure 17 : Choix de la technique de réhabilitation en fonction de la résorption osseuse (Edmond Bedrossian 2013)

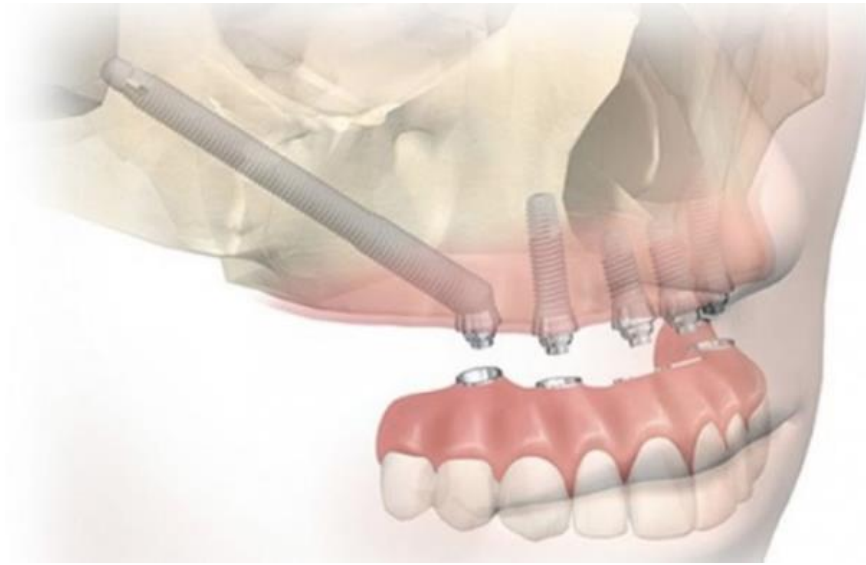


Figure 18 : Illustration d'un all-on-4 hybride

Le patient doit évidemment être informé des alternatives au plan de traitement proposé par le praticien qui sont : la prothèse amovible complète conventionnelle et la prothèse amovible complète supra-implantaire.

4.2.2 Éléments d'analyse pré-chirurgicale

L'esthétique de la restauration finale est dépendante de plusieurs facteurs. Parmi eux, on peut distinguer deux éléments primordiaux à prendre en compte avant la chirurgie : la résorption osseuse c'est à dire le volume osseux résiduel et le positionnement de la ligne de transition par rapport à la ligne du sourire. Une mauvaise analyse préopératoire risquerait de compromettre le résultat final.

4.2.3.1 Détermination de la résorption osseuse

Il est important de déterminer la perte osseuse avant la chirurgie car c'est elle qui détermine le type de restauration prothétique adéquat ainsi que la technique chirurgicale à réaliser (16)

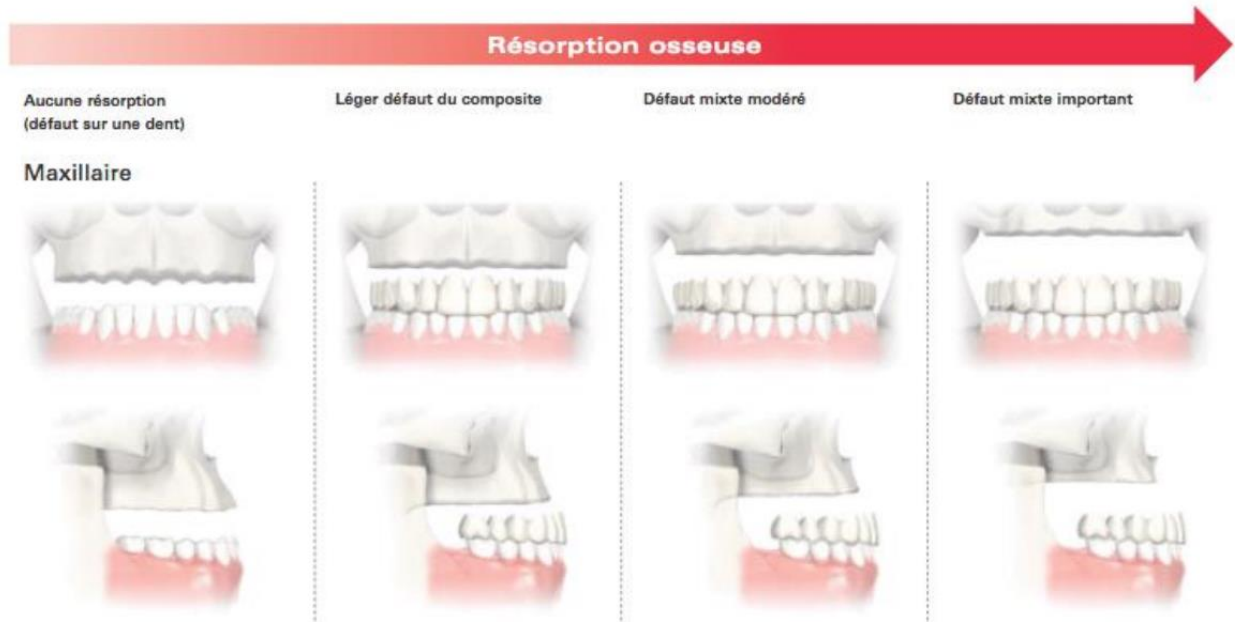


Figure 19 : Illustration de l'espace prothétique en fonction de la résorption osseuse. (Edmond Bedrossian 2013)

Lorsque la résorption osseuse est très faible, il est nécessaire de réaliser un bridge à émergence implantaire qui imposera un parfait positionnement mésio-distal des implants. Cependant, il existe un risque que l'interface implant/prothèse soit visible, rendant la restauration prothétique inesthétique.



Figure 20 : Illustration d'un bridge à émergence implantaire (Edmond Bedrossian)

Au contraire, lorsque la résorption osseuse est plus importante cette perte est compensée par de la fausse gencive (gencive prothétique) afin d'éviter les dents trop longues. Le bon positionnement des implants en mésio-distal devient moins important, la gestion de l'esthétique est facilitée par l'utilisation de fausse gencive diminuant le risque de visualiser l'interface implant/prothèse. Toutefois cette ligne de transition entre la fausse gencive et la gencive naturelle devra être cachée car elle est inesthétique.



Figure 21 : Illustration d'un bridge avec fausse gencive (Edmond Bedrossian)

4.2.3.2 Ligne de transition et ligne du sourire

L'esthétique de la prothèse finale dépend de la position de la ligne de transition par rapport à la ligne du sourire. La ligne de transition correspond à la jonction de la gencive prothétique et de la gencive naturelle (16).

La ligne du sourire sera mise en évidence à l'aide de photos ou de vidéos lorsque le patient sourit. Elle sera définie à l'aide la classification de Tjan et coll. (1984)

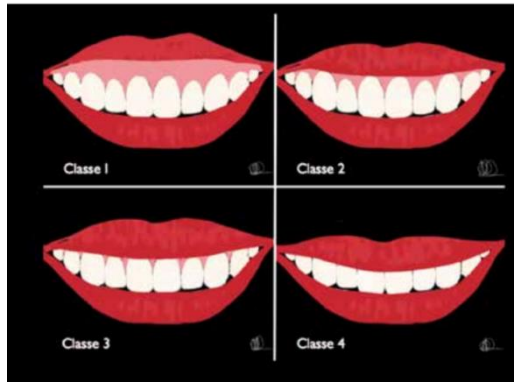
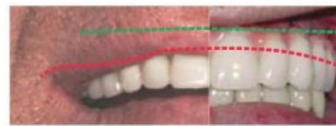
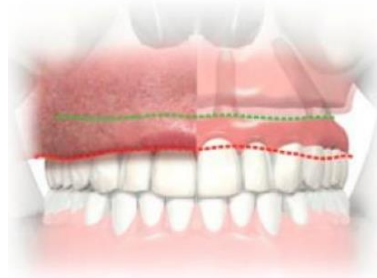


Figure 22 : classification de Tjan et coll. (1984)

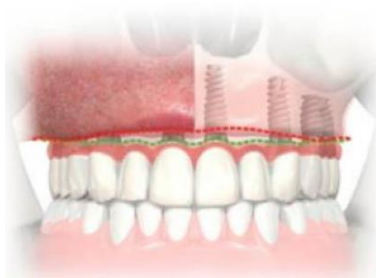
Il existe deux situations, dans la première, la ligne de transition est apicale à la ligne du sourire et on obtient un résultat esthétique simple et prévisible.



La ligne de transition (en vert) est apicale par rapport à la ligne du sourire (en rouge) avec un résultat esthétique.

Figure 23 : Ligne de transition apicale à la ligne du sourire
(Edmond Bedrossian)

Dans la deuxième situation, la ligne du sourire est plus apicale que la ligne de transition, on visualise alors l'interface implant / prothèse et le résultat final est inesthétique. Afin de garantir un résultat esthétique satisfaisant, il sera nécessaire de repositionner la ligne de transition apicalement à la ligne du sourire en réalisant une alvéoplastie pendant la phase chirurgicale.



La ligne de transition (en vert) est coronaire par rapport à la ligne du sourire (en rouge) avec un résultat inesthétique.

Figure 24 : Ligne du sourire apicale à la ligne de transition
(Edmond Bedrossian)

4.2.3.3 Distance inter arcade

La distance inter arcade correspond à la hauteur disponible entre la crête maxillaire et les dents antagonistes. Elle est également appelée espace prothétique et détermine le choix des matériaux utilisés pour la fabrication de la prothèse définitive :

- en présence de 18mm ou plus on réalisera un Toronto bridge (bridge de Brånemark)
- 16mm d'espace prothétique permettront la mise en place d'un bridge en armature titane
- 14mm sont nécessaires pour un bridge en armature zircone
- seulement 10mm pour un bridge full zircone

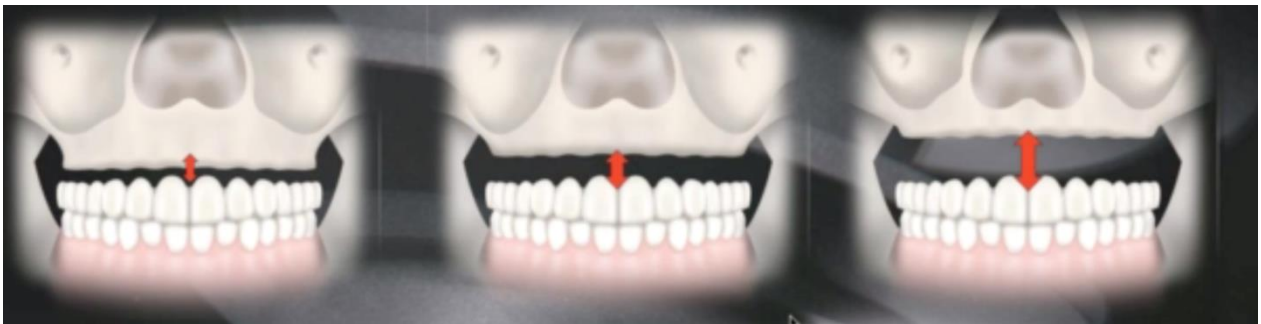


Figure 25 : Illustration de l'espace prothétique ou distance inter-arcade (Edmond Bedrossian)

4.2.3.4 Soutien de la lèvre supérieure

Le soutien de la lèvre supérieure joue un rôle primordial dans l'esthétique. Il est conditionné dans sa partie basse par les incisives maxillaires (32) et dans sa partie haute par le processus alvéolaire (33). Chez les édentés complets, la perte totale du support labial maxillaire qui est observée doit être restaurée par une bonne position de la fausse gencive et des dents antérieures maxillaires.

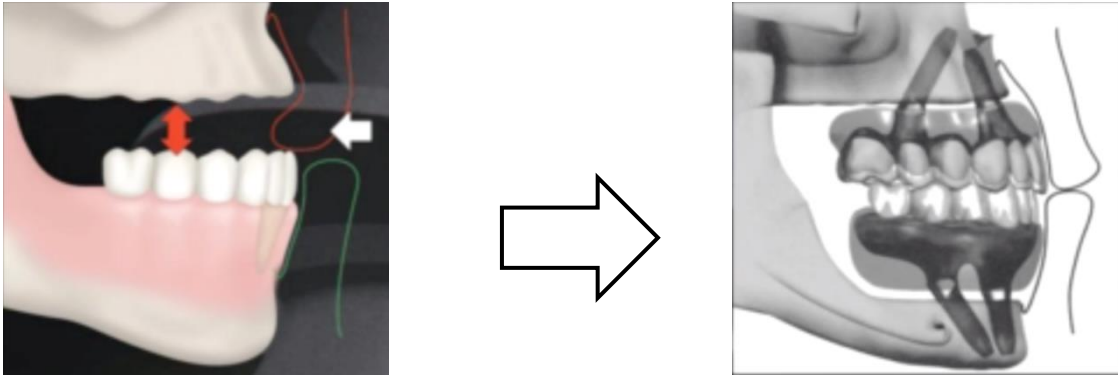


Figure 26 : Evolution du soutien de la lèvre avant et après réhabilitation prothétique (Edmond Bedrossian)

D'autres éléments importants tels que la position du bord libre, l'alignement des milieux inter-incisifs, le profil d'émergence, la phonétique et l'occlusion doivent aussi être considérés.

4.2.3 Analyse radiologique

L'analyse des radiographies en 3D par tomographie volumique à faisceau conique ou scanner permet non seulement de déterminer le volume osseux disponible mais également la qualité osseuse dans le cas du scanner (34).

L'analyse radiologique permet alors, en fonction du projet prothétique, de déterminer avec précision le bon positionnement de chaque implant. En effet, en implantologie c'est la prothèse qui guide le positionnement des implants.

Cependant, lors d'une réhabilitation globale implanto-portée, certains obstacles anatomiques sont à repérer et à éviter lors de la chirurgie :

- le sinus et les fosses nasales au niveau du maxillaire
- le nerf alvéolaire inférieur et son émergence nerf mentonnier au niveau de la mandibule

4.2.4 La chirurgie

Selon l'étude réalisée au préalable, il peut être nécessaire d'effectuer une alvéoplastie

pour des raisons techniques et esthétiques. Techniques, afin de respecter l'espace prothétique nécessaire à la réalisation de la prothèse et esthétiques afin de remonter la ligne de transition de la prothèse au-dessus de la ligne du sourire.

Cette alvéoplastie peut être réalisée avec ou sans guide selon la quantité d'os à enlever et selon les aptitudes du praticien.

Par la suite, afin d'optimiser le taux de succès lors de la réalisation d'un all-on-4 maxillaire avec mise en charge immédiate, deux facteurs importants sont à respecter : une bonne stabilité primaire des implants et un contrôle adapté des forces exercées à l'interface de l'os et des implants.

Pour assurer une bonne stabilité primaire il faudra, au niveau du site implanté, une qualité et une quantité osseuse suffisante en respectant une technique rigoureuse de forage (sous-forage en diamètre). En présence d'os peu dense, il est recommandé d'obtenir un appui bi-cortical dans le plancher des fosses nasales. On peut également faciliter l'obtention d'une bonne stabilité primaire par la morphologie cylindro-conique de l'implant avec des spires agressives. Le couple de serrage de l'implant reste le meilleur indicateur, il est recommandé qu'il soit supérieur à 35N/cm pour permettre une mise en charge immédiate (35).

Le contrôle des forces exercées à l'interface de l'os et de l'implant se fait grâce à 4 facteurs :

- l'augmentation du nombre d'implants (passage à 5 ou 6 implants) si on estime que la qualité osseuse est insuffisante
- l'augmentation de la distance AP afin de favoriser la bonne distribution dans l'espace des implants
- le recours à des implants angulés à 30-45° ou à des implants courts pour diminuer le cantilever (36)(37)
- la solidarisation des implants à l'aide de l'armature rigide de la prothèse, en respectant la passivité des implants (38)

Cette chirurgie peut être facilitée par l'utilisation de guides chirurgicaux réalisés au préalable ou à l'aide de la navigation dynamique.



Figure 27 : Illustration d'un guide chirurgical pour la réalisation d'un all-on-4

4.2.5 La prothèse

Dans les réhabilitations complètes maxillaires sur quatre implants la prothèse joue un rôle essentiel, elle permet de guider la chirurgie et détermine la position des implants. Suite à la chirurgie, des multi-units sont directement placés sur les implants, ils permettent de déplacer la jonction prothèse-suprastructure en juxta gingival et permettent des corrections d'axes jusqu'à 30 degrés particulièrement intéressantes pour les deux implants postérieurs angulés.



Figure 28 : Illustration de l'intérêt des multi-units dans un all-on-4

On réalise ensuite une empreinte en pick-up (ciel ouvert) sur les multi units pour l'élaboration de la prothèse provisoire.

On distingue deux types de prothèses : la prothèse transitoire, posée directement après la chirurgie et la prothèse définitive réalisée 6 mois plus tard.

La prothèse transitoire est une prothèse réalisée en résine, qui a pour but de rétablir

rapidement l'esthétique et la fonction chez le patient, elle ne possède jamais de cantilever. Elle joue un rôle important car elle guide la cicatrisation des tissus, limite la résorption osseuse et permet de valider des critères esthétiques et fonctionnels en vue de la réalisation de la prothèse définitive. Cette prothèse ne devra pas être démontée dans les semaines suivant la pose (minimum 8 semaines). Elle peut être fabriquée en amont de la chirurgie puis rebasée ou être réalisée suite à une empreinte directement après la chirurgie.

La prothèse définitive peut être réalisée avec différents matériaux (tout résine, métal résine ou métal céramique). Ces appareils sont toujours réalisés en monobloc, avec ou sans fausse gencive selon la résorption osseuse. Il est possible de remplacer les dents sous forme d'arcade courte de dix dents sans cantilever ou sous forme d'une arcade de douze dents avec un cantilever qui sera réduit au maximum, en raison de sa forte influence sur les forces subies par les implants.

4.2.6 La mise en charge immédiate

La définition précise d'une mise en charge immédiate reste discutée et non consensuelle. On peut la définir comme une mise en charge de la prothèse dans les 48h suivant l'intervention chirurgicale (39) (40).

La mise en charge immédiate doit faire face à deux difficultés (41) :

- la première d'ordre biologique : des contraintes sont exercées pendant la phase de cicatrisation, elles ne doivent pas nuire à l'ostéointégration tout en maintenant une réponse esthétique des tissus mous.
- la seconde d'ordre logistique : il est nécessaire de réaliser l'ensemble des étapes prothétiques dans les meilleurs délais, 48h maximum après la chirurgie. Il faut donc apprendre à gérer la proximité des étapes chirurgicales et prothétiques.

Malgré ces difficultés, la mise en charge immédiate possède des intérêts pour le patient mais également pour le praticien pour des raisons :

- esthétique puisqu'elle permet au patient de repartir avec un appareil provisoire fixe donc confortable dans les 48h. Le résultat esthétique est immédiat.
- de gain de temps puisqu'elle évite les interventions chirurgicales en deux temps.

- d'optimisation de la cicatrisation, la prothèse sert de guide cicatriciel pour les tissus mous.
- d'optimisation de la phase prothétique : la prothèse provisoire fixée permettra une validation des critères esthétiques et fonctionnels au vu de la réalisation de la prothèse définitive.

Cependant, la mise en charge immédiate n'est possible qu'en présence d'une bonne stabilité primaire dépendante à 70% de la qualité osseuse.

4.3 Discussion des résultats de la littérature

La lecture de la littérature a permis la sélection de 4 articles importants.

La première étude réalisée par Paulo Maló et coll. (26) porte sur 1072 patients tous réhabilités en all-on-4 maxillaire (4288 implants) dans laquelle on effectue une analyse du taux de succès implantaire et prothétique ainsi qu'une mesure de la perte d'os marginal. Les auteurs présentent un taux de succès implantaire de 94,7% à 15 ans, une perte d'os marginal de 1,18 mm à 5 ans et de 1.67 mm à 10 ans. Chez les fumeurs, la perte d'os marginal mesurée est plus importante : 2.8 mm à 10 ans.

Ces données ont permis aux auteurs d'affirmer avec un recul et un effectif de patients important que le traitement all-on-4 est un concept fiable à long terme mais que le tabagisme représente un facteur préjudiciable au succès implantaire.

Time period	Total number of implants	Number of implants lost	Lost to follow-up	Follow-up not completed	Cumulative survival rate
0-1 year	4288	61	70	0	98.6%
1-2 years	4157	19	134	0	98.1%
2-3 years	4004	7	107	0	97.9%
3-4 years	3890	6	119	0	97.8%
4-5 years	3765	2	115	0	97.7%
5-6 years	3648	3	156	100	97.6%
6-7 years	3389	7	112	468	97.4%
7-8 years	2802	4	100	679	97.3%
8-9 years	2019	6	28	652	96.9%
9-10 years	1333	5	16	683	96.4%
10-11 years	629	2	0	286	96.0%
11-12 years	341	3	0	232	94.7%
12-13 years	106	0	0	95	94.7%
13-14 years	11	0	0	11	94.7%

Figure 29 : Taux de survie cumulé des implants sur 15 ans en réhabilitation all-on-4 maxillaire (Maló 2019)

Sur un travail présenté en 2014, Sebastian B.M. Patzelt et coll. (42), ont également publié des taux de succès élevés pour les all-on-4 maxillaires (98.8%) et mandibulaires (99.2%) avec un recul de 36 mois :

TABLE 8 Mean Number of Implants ± (SD) and Cumulative Survival Rates ± (SD) at the Several Follow-Ups (Jaw Level)			
	12 Months	24 Months	36 Months
Mean CSR/SR implants (%)			
Maxilla	97.5 ± 1.2	98.2 ± 1.1	98.8 ± 0.9
Mandible	99.3 ± 0.7	99.7 ± 0.6	99.2 ± 1.1
Combined	98.6 ± 1.3	99.1 ± 1.1	99.0 ± 1.0

Figure 30 : Taux de survie cumulés des implants à 12, 24 et 36 mois sur réhabilitation all-on-4

(Sebastian B.M. Patzelt, 2014)

Cette étude montre aussi que la perte d'os marginal autour des implants est identique sur les implants droits et sur les implants angulés :

TABLE 9 Mean Number of Implants ± (SD) and Bone Losses ± (SD) in (mm) at the Several Follow-Ups (Jaw Level)			
	12 Months	24 Months	36 Months
Bone loss axial implants			
Maxilla	0.8 ± 0.3	0.8 ± 0.4	1.0 ± 0.6
Mandible	0.9 ± 0.5	1.0 ± 0.4	1.1 ± 0.4
Combined	0.8 ± 0.4	0.9 ± 0.4	1.0 ± 0.5
Bone loss tilted implants			
Maxilla	0.7 ± 0.4	0.9 ± 0.4	1.0 ± 0.3
Mandible	0.8 ± 0.5	0.9 ± 0.4	1.1 ± 0.1
Combined	0.8 ± 0.4	0.9 ± 0.4	1.0 ± 0.3

Figure 31 : Perte d'os marginal autour des implants à 12, 24 et 36 mois sur réhabilitation all-on-4

(Sebastian B.M. Patzelt, 2014)

Les auteurs soulignent l'intérêt de cette technique chirurgicale qui permet, grâce à la mise en place d'implants angulés, ayant le même taux de succès que les implants droits, d'éviter les greffes osseuses en rendant possible la mise en charge immédiate.

Ils en concluent qu'au prix d'une sélection stricte des patients et d'une bonne maîtrise technique, le all-on-4 offre une meilleure qualité de vie aux patients. Les résultats très intéressants de cette étude sont à nuancer et pourraient être confirmés par une étude

présentant un recul plus important.

Chez 66 patients sur lesquels a été préalablement réalisé une élévation par greffe osseuse du plancher sinusal Wim Slot et coll. (43) ont souhaité comparer les réhabilitations maxillaires sur 4 et 6 implants (all-on-4 versus all-on-6).

A 5 ans, ils ont observé 100% de succès dans le groupe all-on-4 et 99.5% dans le groupe all-on-6 (différence non significative). Aucune différence de perte osseuse marginal n'a été observée entre les deux groupes.

Les résultats de cette étude traitant des techniques implantaires après reconstruction osseuse préalable sont intéressants mais mériteraient d'être confirmés par une étude avec une population plus importante et un plus grand recul.

TABLE 1 Mean values and standard deviations of marginal bone loss in mm, and frequency distribution of bone loss at 1 and 5 years after placement of the overdenture of the four- and six-implant groups, and significance level (p value) of differences ($p < 0.05$) between the groups

	1 year			5 years		
	Four-implant group (n = 132 implants)	Six-implant group (n = 197 implants)	p value	Four-implant group (n = 116 implants)	Six-implant group (n = 185 implants)	p value
Mean (SD)	0.35 mm (0.31)	0.46 mm (0.34)	$p = 0.150$	0.58 mm (0.51)	0.60 mm (0.58)	$p = 0.871$
0–0.5 mm	79%	91%		45%	58%	
>0.5–1.0 mm	15%	6%		38%	13%	
>1.0–1.5 mm	6%	3%		17%	19%	
>1.5–2.0 mm	0%	0%		0%	7%	
>2.0 mm	0%	0%		0%	3%	

Figure 32 : Comparatif du succès implantaire et de la perte d'os marginal en réhabilitation all-on-4 et all-on-6 après sinus-lift (Wim Slot, 2019)

La dernière étude présentée a été réalisée par Cláudia Lopes Brilhante Bhering et coll. (44). Il s'agit d'une étude comparative sur éléments finis des forces subies par les implants dans le cas de réhabilitations all-on-4 et all-on-6.

Dans le cas des réhabilitations all-on-4, les piliers situés sur les implants postérieurs reçoivent des forces plus importantes que dans le cas du all-on-6 (différence de 58,7%). Les piliers situés sur les implants antérieurs reçoivent quant à eux des forces équivalentes dans le cas des 2 types de réhabilitations (cf. figure 32).

Concernant les forces exercées sur les implants, on observe une diminution des forces de 19% en faveur du all-on-6 (cf. figure 33).

On observe une augmentation comprise entre 11,7 et 18% des forces subies par l'infrastructure de la prothèse dans le cas du all-on-4 (cf. figure 34)

C.L.B. Bhering et al. / Materials Science and Engineering C 69 (2016) 715–725

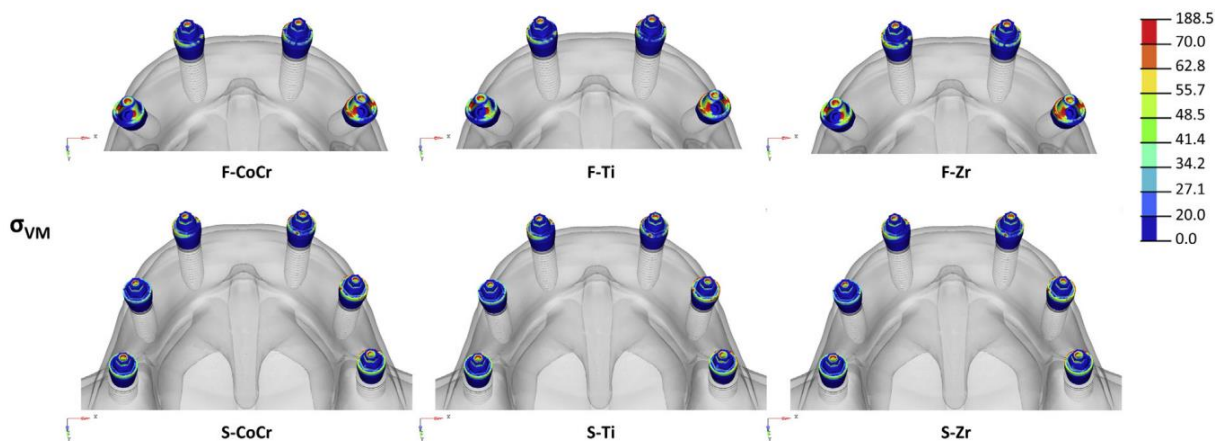


Fig. 11. von Mises Stress (σ_{VM}) distribution (in MPa) in abutments in all groups.

Figure 33 : Répartition des forces sur les piliers dans les cas de réhabilitation all-on-4 et all-on-6 (Cláudia Lopes Brilhante Bhering, 2016)

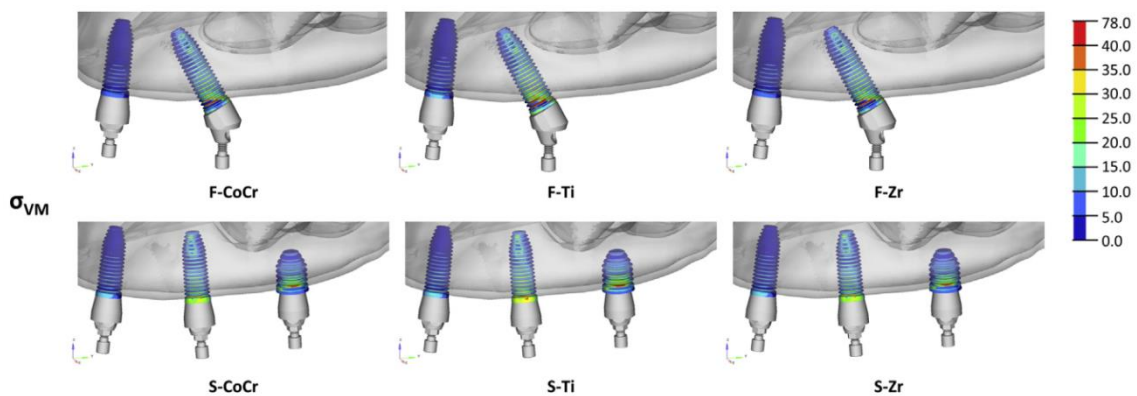


Fig. 10. von Mises stress (σ_{VM}) distribution (in MPa) in implants in all groups.

Figure 34 : Répartition des forces sur les implants dans les cas de réhabilitation all-on-4 et all-on-6 (Cláudia Lopes Brilhante Bhering, 2016)

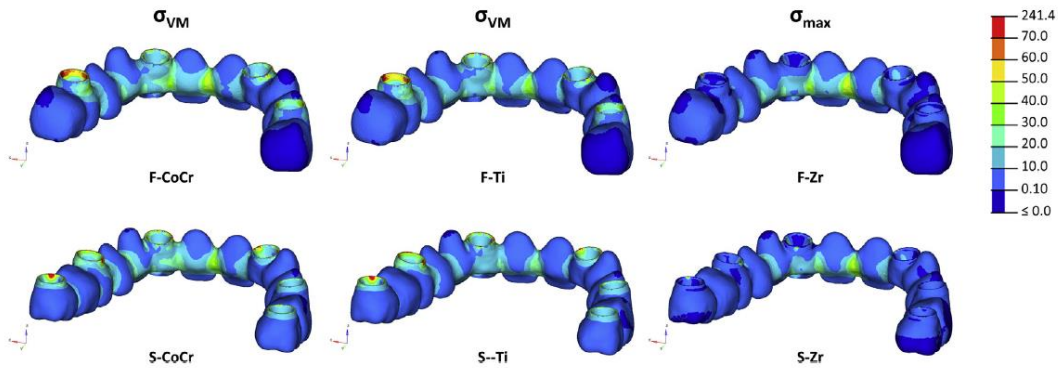


Fig. 13. von Mises stress (σ_{VM}) (for CoCr and Ti) and maximum principal stress (σ_{max}) (for Zr) distribution (in MPa) on the prosthetic frameworks.

Figure 35 : Répartition des forces sur l'infrastructure de la prothèse dans les cas de réhabilitation all-on-4 et all-on-6 (Cláudia Lopes Brilhante Bhering, 2016)

Cette étude a permis de démontrer que :

- le concept all-on-6 présente le comportement biomécanique le plus favorable et est considéré comme l'alternative la plus viable pour les réhabilitations des maxillaires modérément atrophiés
- le concept all-on-4 présente un comportement biomécanique moins satisfaisant mais trouve son indication dans les cas de maxillaires atrophiés
- dans les deux concepts décrits précédemment, les valeurs des forces sont inférieures à celles de la résistance de l'os permettant aux auteurs d'en déduire que les deux concepts sont viables.

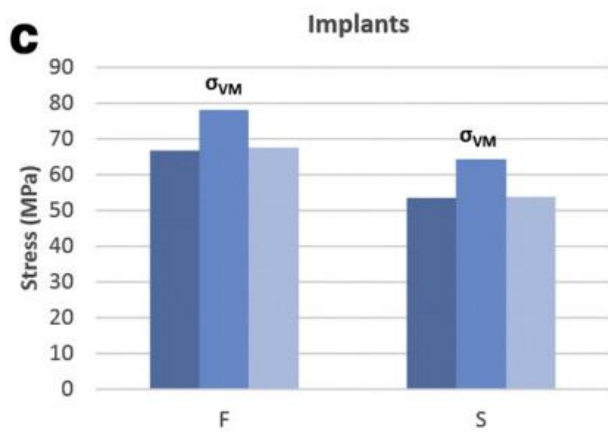


Figure 36 : Valeur des forces subies par les implants dans le cas de réhabilitations all-on-4 et all-on-6

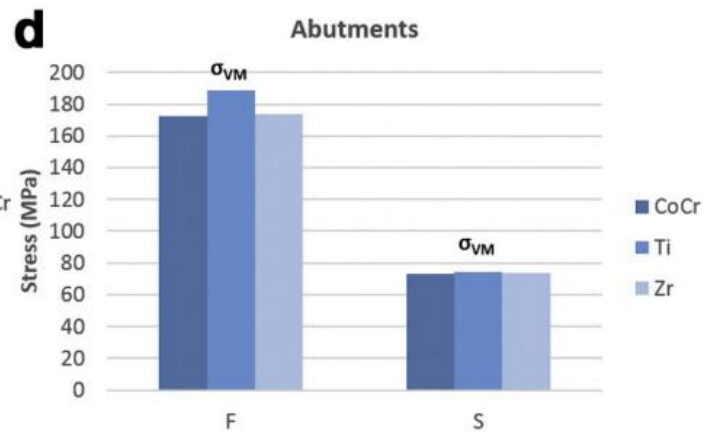


Figure 37 : Valeur des forces subies par les piliers dans le cas de réhabilitations all-on-4 et all-on-6

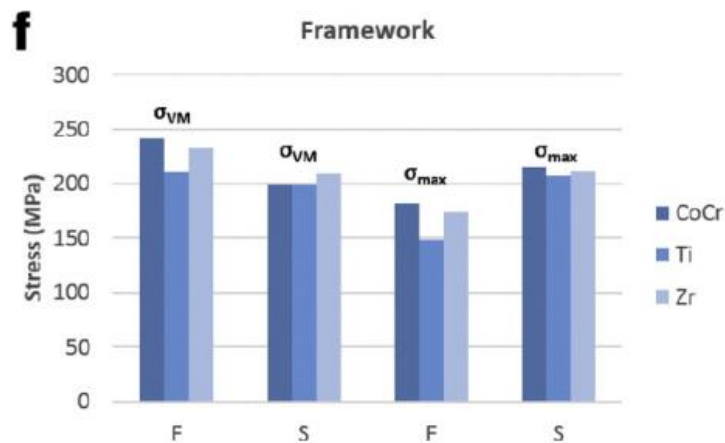


Figure 38 : Valeur des force subies par l'infrastructure de la prothèse dans le cas de réhabilitations all-on-4 et all-on-6

Ces quatre études ont permis de démontrer que le all-on-4 présente des taux de succès élevés comparables à ceux du all-on-6. Il a été mis en évidence que dans le cas de réhabilitations all-on-4, les forces exercées sur les implants, les piliers et l'infrastructure prothétique sont supérieures, nécessitant une parfaite réalisation chirurgicale et prothétique de ce dernier (cf. biomécanique des implants).

5. Cas clinique

5.1 Premier rendez-vous : choix du plan de traitement

Lors du premier rendez-vous, un bilan médical du patient est effectué à l'aide d'un questionnaire précis afin de vérifier l'absence de contre-indication à l'implantologie. Il faut également prendre connaissance des facteurs de risques relatifs, comme le tabagisme, qui entraînent plus de complications chez les patients.

Une série de questions spécifiques doit ensuite être posée au patient afin de prendre connaissance de sa demande. Afin d'évaluer ses exigences, il est nécessaire d'être informé sur l'éventuel recours à des thérapeutiques conventionnelles antérieures et des problèmes de stabilité, d'encombrement, de phonation, de mastication ou encore d'esthétique qu'elles ont pu engendrer. Il est primordial d'informer le patient concernant les exigences d'entretien et de maintenance des traitements implantaire puisqu'ils nécessitent un suivi régulier à long terme ainsi qu'un investissement financier conséquent.

Un examen est ensuite pratiqué afin de déterminer l'étiologie de l'édentement du patient, de mettre en avant ses antécédents dentaires, son niveau d'hygiène et la présence ou non de parafunctions et/ou dysfonctions comme le bruxisme afin d'anticiper les éventuelles complications. Une gouttière sera réalisée de façon systématique chez les patients bruxomanes afin de prévenir le risque de fracture des prothèses.



Figure 39 : Photo intrabuccale du patient

Pour finir, on réalise un examen radiologique (cone beam) pour déterminer les volumes osseux disponibles et présenter au patient les différentes options thérapeutiques. On peut voir sur la radiographie ci-dessous, une zone tracée en rouge schématisant le volume osseux disponible au vue d'une réhabilitation implantaire fixée. La présence d'une crête osseuse de 10mm de hauteur par 5mm de largeur dans la région prémaxillaire et prémolaire permet, d'après les critères de Paulo Maló, d'affirmer que le all-on-4 est une bonne indication.

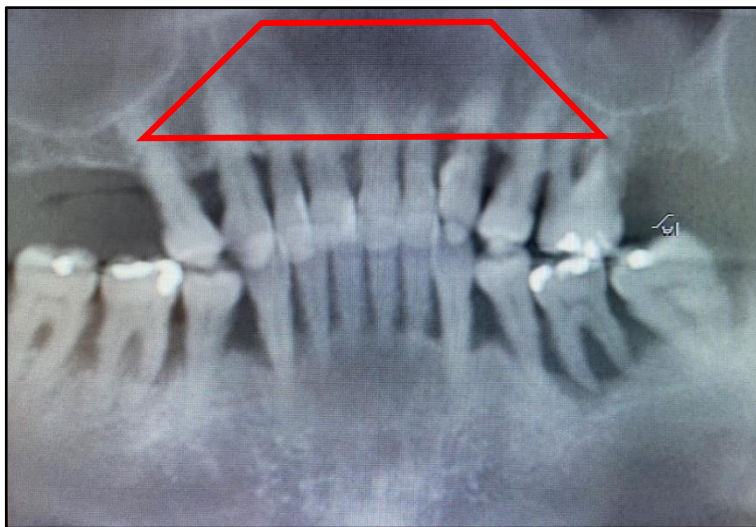


Figure 40 : Radiographie préopératoire

5.2 Deuxième rendez-vous : préparation pré-chirurgicale

L'objectif du deuxième rendez-vous est d'évaluer les critères esthétiques afin de trouver le meilleur compromis entre la demande du patient, les aptitudes du praticien et les impératifs anatomiques et prothétiques. Cette étape est la plus importante, elle est déterminante pour le succès de la chirurgie.

Une analyse complète de la face doit être réalisée grâce à des photos de face et de profil (au repos et avec un sourire forcé) afin de déterminer la position des yeux, de la bouche, de la pointe du nez et du menton.

L'ensemble de ces photos permettront de mettre en valeur des éléments primordiaux parmi lesquels on retrouve :

- La ligne du sourire qui, en fonction de sa hauteur, déterminera la nécessité ou non de réaliser une ostéotomie verticale. En présence d'une ligne du sourire haute, une ostéotomie verticale sera nécessaire pour remonter la ligne de transition de la prothèse et la rendre invisible (cf. les éléments d'analyse pré-chirurgicaux).
- Le soutien de la lèvre, conditionné par la position des dents antérieures maxillaires.
- La dimension verticale d'occlusion représentée par la distance entre le point sous nasal et le menton.
- Le milieu inter incisif qui doit être aligné sur le plan sagittal médian



Figure 41 : Photos de face et de profil au repos et avec sourire forcé pour l'analyse esthétique du patient

A la suite de l'analyse esthétique, on effectue des empreintes qui serviront de base à la réalisation d'un wax-up qui servira de duplicata en résine transparente simulant les futures formes et positions des dents de la prothèse. Ce wax-up permet d'évaluer la nécessité de fausse gencive.



Figure 42 : Duplicata en résine transparente du wax-up réalisé par le prothésiste

5.3 Troisième rendez-vous : phase chirurgicale et prothétique

Le troisième rendez-vous se compose d'une phase chirurgicale suivie d'une phase prothétique.

5.3.1 La phase chirurgicale

Le patient arrive au cabinet prémédiqué par antibiotiques et anti-inflammatoires. Il réalise un bain de bouche antiseptique puis il est installé au bloc opératoire.

On réalise alors :

- l'anesthésie
- l'extraction des dents résiduelles s'il en reste
- l'incision avec décharges distales
- le décollement du lambeau
- un petit orifice qui permettra le passage d'une sonde parodontale pour repérer la paroi antérieure du sinus afin de déterminer l'angulation des implants postérieurs et la position de la jonction implant / prothèse
- une ostéotomie verticale si nécessaire, pour cacher la ligne de transition et/ou pour élargir la largeur de la table osseuse
- la mise en place du guide chirurgical (guide de Maló ou autre)
- la mise en place des implants et des multi-units pour le rattrapage d'axe
- les sutures

A la fin de l'opération afin de vérifier le bon positionnement des implants, on réalise un contrôle radiographique.

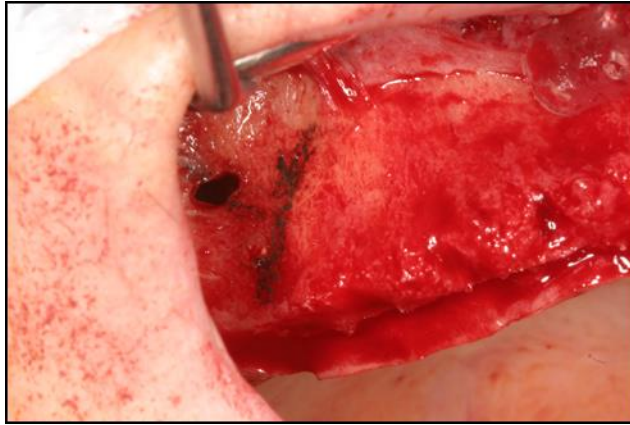


Figure 43 : Orifice permettant le passage d'une sonde parodontale pour repérer la paroi antérieure du sinus

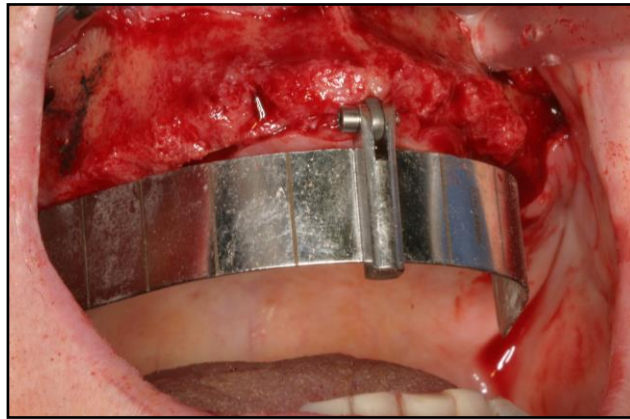


Figure 44 : Mise en place du guide chirurgical de Maló

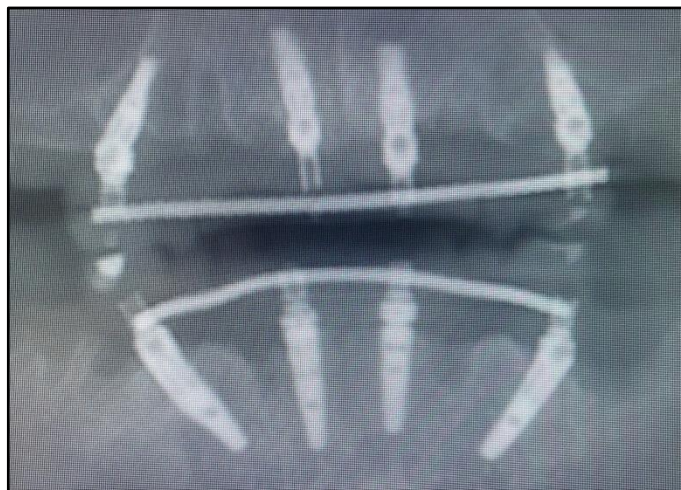


Figure 45 Radiographie post-opératoire

5.3.2 La phase prothétique

Dans les cas de mise en charge immédiate, une phase prothétique est réalisée à la suite de la chirurgie. Deux solutions sont envisageables :

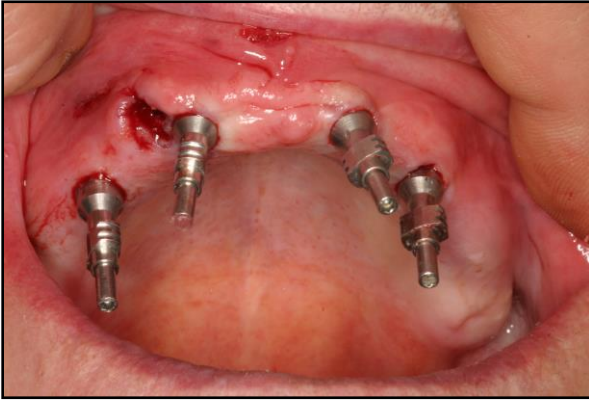
- Le rebasage d'une prothèse complète (ancienne prothèse d'usage ou prothèse réalisée au préalable) sur des gaines provisoires en bouche après la chirurgie
- La réalisation d'un appareil complet provisoire dans les 48 heures

Dans ce cas clinique nous détaillerons la deuxième solution.

Une fois les sutures finies, on réalise une empreinte en pick-up selon les étapes suivantes :

- essai d'un porte-empreinte en plastique
- mise en place des transferts d'empreinte sur les multi-units
- création d'une fenêtre dans le porte-empreinte au niveau des transferts
- mise en place d'une feuille de cire par-dessus le porte-empreinte au niveau des fenêtres
- réalisation de l'empreinte au plâtre ou à l'impregum
- dévissage des transferts
- retrait du porte-empreinte
- mise en place des capuchons de cicatrisation pour éviter l'invagination de la gencive
- mise en place des analogues sur l'empreinte puis coulée du modèle
- mesure de la relation intermaxillaire (RIM) à l'aide d'un pied à coulisse.

Il est intéressant de conserver deux dents postérieures droite et gauche quand cela est possible afin de garder la dimension verticale d'occlusion et d'enregistrer la RIM plus facilement.



*Figure 46 : Mise en place des transferts
d'empreinte*



*Figure 47 : Empreinte réalisée au plâtre
avant mise en place des analogue*

Après coulée de l'empreinte, le prothésiste réalise une maquette en cire avec des dents du commerce sur des gaines titanées. Cette maquette constituera l'appareil provisoire du patient, elle pourra être essayée avant de la transformer en appareil résine.



Figure 48 : Appareil provisoire en cire

5.4 Quatrième rendez-vous : le contrôle

Il est important de réaliser un rendez-vous de contrôle dans les jours suivant la chirurgie. L'hygiène du patient est à vérifier et on lui rappelle l'importance des rendez-vous

de contrôle. Après la période de cicatrisation pouvant aller de 3 à 6 mois, on devra vérifier radiologiquement et cliniquement l'absence de perte osseuse, d'infection et de mobilité des implants.



Figure 49 : Appareil provisoire en résine du patient

Les appareils définitifs seront réalisés après avoir porté la prothèse provisoire entre 6 mois et 1 an selon la situation clinique. L'appareil provisoire permettra pendant cette période de vérifier que :

- les critères esthétiques sont respectés et conviennent au patient,
- la capacité masticatoire est conservée,
- l'intégration des implants chez le patient est bonne.



Figure 50: Appareil définitif du patient

6. Conclusion

Face à l'augmentation de l'espérance de vie et au vieillissement de la population, le nombre de personnes édentées dans le monde est en perpétuelle croissance.

Il est nécessaire d'offrir des solutions thérapeutiques adaptées aux patients et à leurs besoins. Pour cela, il existe des solutions amovibles et des solutions fixes, qui offrent une qualité de vie différente aux patients.

L'implantologie ayant démontré sa fiabilité, elle est devenue une solution incontournable en dentisterie et permet de réhabiliter les patients édentés.

L'évolution des implants (forme, spires, état de surface...) et des techniques chirurgicales (implants inclinés, mise en charge immédiate...) ont amené Paulo Maló à développer puis démocratiser le all-on-4 maxillaire, offrant une alternative plus rapide et moins onéreuse en comparaison aux solutions plus conventionnelles comme le all-on-6 qui utilise un nombre d'implants plus importants et nécessite la plupart du temps d'avoir recours à des techniques d'augmentation osseuse.

Les méthodes d'analyses sur éléments finis ont permis l'étude de la biomécanique des implants. Ces études ont montré :

- l'importance de la distance AP sur la valeur et la répartition des forces exercées sur les implants,
- que les forces sur les implants dépendent de leur répartition dans l'espace et non de leur nombre,
- l'intérêt et le bénéfice des implants angulés.

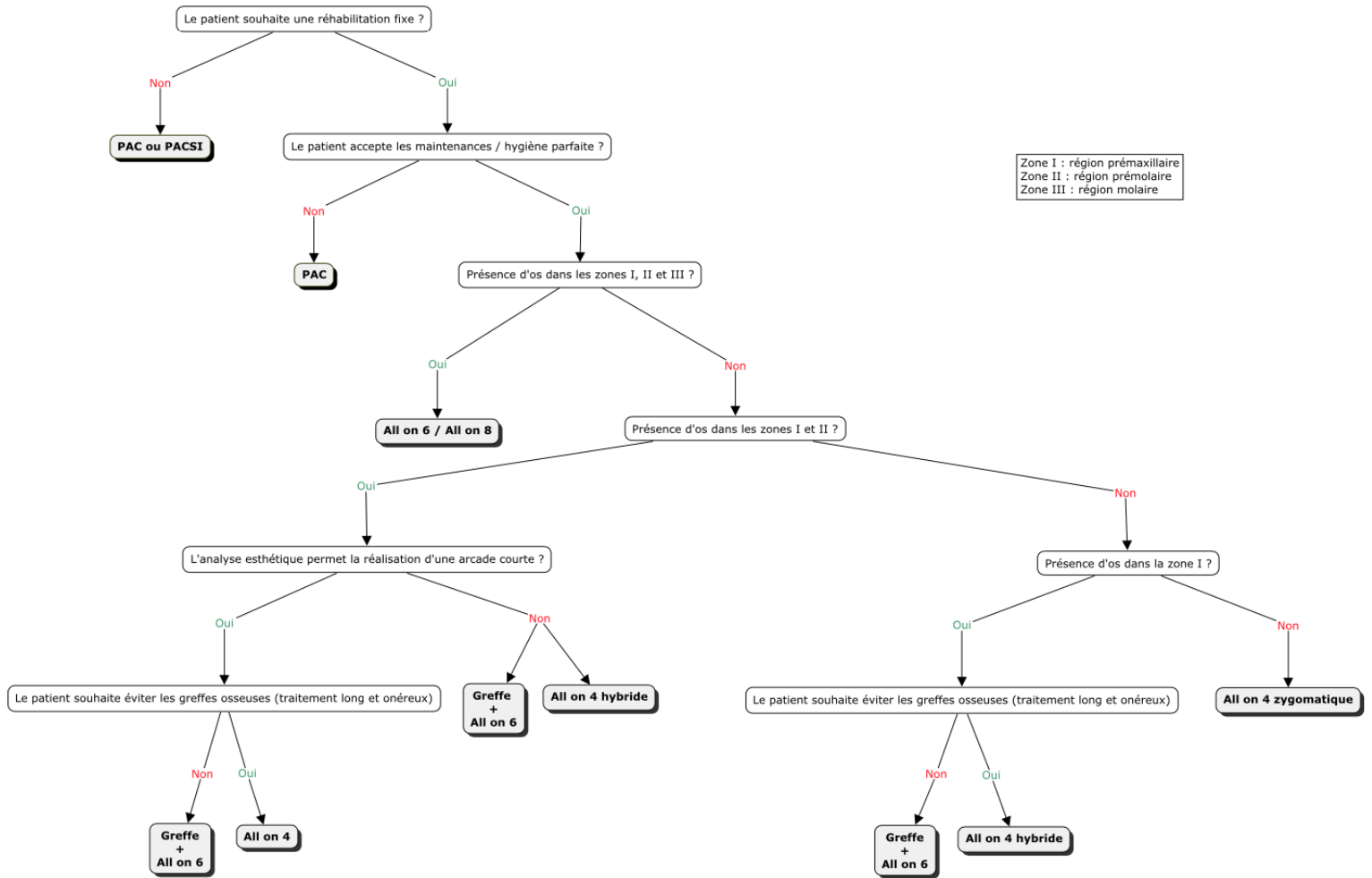
Les taux de succès compris entre 94.7% et 98.8% observés dans de nombreuses études sur le all-on-4 maxillaire avec un recul de 15 ans, permettent d'affirmer qu'il s'agit d'une technique fiable dans le traitement à long terme des patients édentés.

Ces bons résultats pourraient nous inciter, lorsque cela est possible, à limiter la réalisation de greffes osseuses coûteuses et contraignantes pour le patient et à privilégier la réalisation d'une réhabilitation implanto-portée globale sur 4 implants.

Cette thérapeutique reste complexe et demande une planification et une préparation au préalable pour le bon positionnement des implants.

Afin de faciliter cette démarche thérapeutique qui nécessite d'être bien encadrée dans sa réalisation et dans son indication, nous proposons un arbre décisionnel qu'il nous semble important de respecter.

Arbre décisionnel



7. Iconographie

Figure 1 : Proportion de personnes édentées dans le monde occidental et en Asie (OMS, 2003)

Figure 2 : Pourcentages d'enfants ayant des caries non traitées selon l'origine sociale parentale (Ministère des affaires sociales, 2013)

Figure 3 : Evolution de la stabilité totale, primaire et secondaire

Figure 4 : Evolution du nombre d'implants grâce à l'amélioration des propriétés mécaniques

Figure 5 : Prothèse amovible supra-implantaire

Figure 6 : Prothèse fixée supra-implantaire

Figure 7 : Illustration du cantilever (partie en porte à faux de la prothèse)

Figure 8 : Schéma de répartition des forces exercées sur une prothèse monobloc implantaire

Figure 9 : Modèle d'étude créé par Richard Skalak

Figure 10 : Force subie par les implants postérieurs en fonction de leur distribution

Figure 11 : Force subie par les implants en fonction de l'importance du cantilever

Figure 12 : Répartition spatiale des implants en fonction de leur nombre

Figure 13 : Force subie par les implants postérieurs en fonction de leur distribution et de leur nombre

Figure 14 : Force subie par une prothèse sur 4 ou 6 implants en fonction de différents retraits

Figure 15 : Illustration schématique de la distance AP

Figure 16 : Illustration du dispositif Brånemark Novum®

Figure 17 : Choix de la technique de réhabilitation en fonction de la résorption osseuse (Edmond Bedrossian 2013)

Figure 18 : Illustration d'un all-on-4 hybride

Figure 19 : Illustration de l'espace prothétique en fonction de la résorption osseuse

Figure 20 : Illustration d'un bridge à émergence implantaire

Figure 21 : Illustration d'un bridge avec fausse gencive

Figure 22 : classification de Tjan et coll. (1984)

Figure 23 : Ligne de transition apicale par rapport à la ligne du sourire

Figure 24 : Ligne du sourire apicale par rapport à la ligne de transition

Figure 25 : Illustration de l'espace prothétique ou distance inter-arcade

Figure 26 : Evolution du soutien de la lèvre avant et après réhabilitation prothétique

Figure 27 : Illustration d'un guide chirurgical pour la réalisation d'un all-on-4

Figure 28 : Illustration de l'intérêt des multi-units dans un all-on-4

Figure 29 : Taux de survie cumulés des implants sur 15 ans en réhabilitation all-on-4 maxillaire (Maló 2019)

Figure 30 : Taux de survie cumulés des implants à 12, 24 et 36 mois sur réhabilitation all-on-4 (Sebastian B.M. Patzelt, 2014)

Figure 31 : Perte d'os marginal autour des implants à 12, 24 et 36 mois sur réhabilitation all-on-4 (Sebastian B.M. Patzelt, 2014)

Figure 32 : Comparatif du succès implantaire et de la perte d'os marginal en réhabilitation all-on-4 et all-on-6 après sinus-lift (Wim Slot, 2019)

Figure 33 : Répartition des forces sur les piliers dans les cas de réhabilitation all-on-4 et all-on-6 (Cláudia Lopes Brilhante Bhering, 2016)

Figure 34 : Répartition des forces sur les implants dans les cas de réhabilitation all-on-4 et all-on-6 (Cláudia Lopes Brilhante Bhering, 2016)

Figure 35 : Répartition des forces sur l'infrastructure de la prothèse dans les cas de réhabilitation all-on-4 et all-on-6 (Cláudia Lopes Brilhante Bhering, 2016)

Figure 36 : Valeur des forces subies par les implants dans le cas de réhabilitations all-on-4 et all-on-6

Figure 37 : Valeur des forces subies par les piliers dans le cas de réhabilitations all-on-4 et all-on-6

Figure 38 : Valeur des forces subies par l'infrastructure de la prothèse dans le cas de réhabilitations all-on-4 et all-on-6

Figure 39 : Photo intrabuccale du patient

Figure 40 : Radiographie préopératoire

Figure 41 : Photos de face et de profil au repos et avec sourire forcé pour l'analyse esthétique du patient

Figure 42 : Duplicata en résine transparente du wax-up réalisé par le prothésiste

Figure 43 : Orifice permettant le passage de la sonde parodontale pour repérage de la paroi antérieure du sinus

Figure 44 : Mise en place du guide chirurgical de Maló

Figure 45 : Radiographie post-opératoire

Figure 46 : Mise en place des transferts d'empreinte

Figure 47 : Empreinte réalisée au plâtre avant mise en place des analogues

Figure 48 : Appareil provisoire en cire

Figure 49 : Appareil provisoire en résine du patient

Figure 50 : Appareil définitif du patient

8. Références bibliographiques

1. Ljungqvist O, van Gossum A, Sanz ML, de Man F. The European fight against malnutrition. *Clin Nutr.* avr 2010;29(2):149-50.
2. Tonetti MS. Cigarette smoking and periodontal diseases: etiology and management of disease. *Ann Periodontol.* juill 1998;3(1):88-101.
3. Pesci-Bardon C, Prêcheur I. L'alcool : une drogue licite aux conséquences bucco-dentaires non négligeables. *Actual Odonto-Stomatol.* 1 avr 2013;(262):24-32.
4. Hùe O, Berteretche M-V. Prothèse complète : réalité clinique, solutions thérapeutiques. Paris Berlin Chicago [etc.]: Quintessence international; 2003. 292 p.
5. Brånemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent.* sept 1983;50(3):399-410.
6. Buser D, Sennerby L, De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontol 2000.* 2017;73(1):7-21.
7. Brånemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T. *Tissue-Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry.* 1985.
8. Att W, Stappert C. Implant therapy to improve quality of life. *Quintessence Int.* sept 2003;34(8):573-81.
9. Jung J-H, Choi B-H, Zhu S-J, Lee S-H, Huh J-Y, You T-M, et al. The effects of exposing dental implants to the maxillary sinus cavity on sinus complications. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* nov 2006;102(5):602-5.
10. Kullar AS, Miller CS. Are There Contraindications for Placing Dental Implants? *Dent Clin North Am.* 2019;63(3):345-62.
11. Skalak R. Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses. *J Prosthet Dent.* juin 1983;49(6):843-8.
12. Morgan MJ, James DF. Force and moment distributions among osseointegrated dental implants. *J Biomech.* sept 1995;28(9):1103-9.
13. Aparicio C. *Zygomatic Implants: The Anatomy Guided Approach.* 2012.
14. Ogawa T, Dhaliwal S, Naert I, Mine A, Kronstrom M, Sasaki K, et al. Effect of tilted and

short distal implants on axial forces and bending moments in implants supporting fixed dental prostheses: an in vitro study. *Int J Prosthodont.* déc 2010;23(6):566-73.

15. 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.* avr 2010;25(2):239-46.
16. Bedrossian E. *Implant Treatment Planning for the Edentulous Patient - 1st Edition.* 2011.
17. Koutouzis T, Wennström JL. Bone level changes at axial- and non-axial-positioned implants supporting fixed partial dentures. A 5-year retrospective longitudinal study. *Clin Oral Implants Res.* oct 2007;18(5):585-90.
18. Sethi A, Kaus T, Sochor P, Axmann-Krcmar D, Chanavaz M. Evolution of the concept of angulated abutments in implant dentistry: 14-year clinical data. *Implant Dent.* 2002;11(1):41-51.
19. Del Fabbro M, Ceresoli V. The fate of marginal bone around axial vs. tilted implants: a systematic review. *Eur J Oral Implantol.* 2014;7 Suppl 2:S171-189.
20. Balshi TJ, Wolfinger GJ, Balshi SF. Analysis of 356 pterygomaxillary implants in edentulous arches for fixed prosthesis anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants.* juin 1999;14(3):398-406.
21. Mattsson T, Köndell PA, Gynther GW, Fredholm U, Bolin A. Implant treatment without bone grafting in severely resorbed edentulous maxillae. *J Oral Maxillofac Surg.* mars 1999;57(3):281-7.
22. 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.* déc 1995;6(4):227-31.
23. Chow J, Hui E, Liu J, Li D, Wat P, Li W, et al. The Hong Kong Bridge Protocol. Immediate loading of mandibular Brånemark fixtures using a fixed provisional prosthesis: preliminary results. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2001;3(3):166-74.
24. Brånemark PI, Engstrand P, Ohnell LO, Gröndahl K, Nilsson P, Hagberg K, et al. Brånemark Novum: a new treatment concept for rehabilitation of the edentulous mandible. Preliminary results from a prospective clinical follow-up study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 1999;1(1):2-16.
25. Maló P, Rangert B, Nobre M. « All-on-Four » immediate-function concept with Brånemark System implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study.

Clin Implant Dent Relat Res. 2003;5 Suppl 1:2-9.

26. Maló P, de Araújo Nobre M, Lopes A, Ferro A, Nunes M. The All-on-4 concept for full-arch rehabilitation of the edentulous maxillae: A longitudinal study with 5-13 years of follow-up. Clin Implant Dent Relat Res. août 2019;21(4):538-49.

27. Akca K, Eser A, Eckert S, Cavusoglu Y, Cehreli MC. Immediate versus conventional loading of implant-supported maxillary overdentures: a finite element stress analysis. Int J Oral Maxillofac Implants. avr 2013;28(2):e57-63.

28. DISS A, BRINCAT T, PIERRE D, FOURGERAIS G. Traitement implantaire de l'édenté complet maxillaire en mise en charge immédiate. LEFILDENTAIRE magazine dentaire. 2009.

29. Maló P, de Araujo Nobre M, Lopes A. The use of computer-guided flapless implant surgery and four implants placed in immediate function to support a fixed denture: preliminary results after a mean follow-up period of thirteen months. J Prosthet Dent. juin 2007;97(6 Suppl):S26-34.

30. Moreno Vazquez JC, Gonzalez de Rivera AS, Gil HS, Mifsut RS. Complication rate in 200 consecutive sinus lift procedures: guidelines for prevention and treatment. J Oral Maxillofac Surg. mai 2014;72(5):892-901.

31. Dada K, Daas M, Maló P. Esthétique et implants pour l'édenté complet maxillaire. Paris: Quintessence international; 2011. 249 p.

32. Salinas T. Implant treatment and the edentulous maxilla. Pract Proced Aesthet Dent. avr 2004;16(3):247-8.

33. Zitzmann NU, Marinello CP. Treatment plan for restoring the edentulous maxilla with implant-supported restorations: removable overdenture versus fixed partial denture design. J Prosthet Dent. août 1999;82(2):188-96.

34. Steenberghe D van. Réhabilitation orale immédiate ou rapide à l'aide d'implants. Rueil-Malmaison: CDP; 2006. 76 p.

35. Ottoni JMP, Oliveira ZFL, Mansini R, Cabral AM. Correlation Between Placement Torque and Survival of Single-Tooth Implants. 2005;20(5):8.

36. Capelli M, Zuffetti F, Del Fabbro M, Testori T. Immediate rehabilitation of the completely edentulous jaw with fixed prostheses supported by either upright or tilted implants: a multicenter clinical study. Int J Oral Maxillofac Implants. août 2007;22(4):639-44.

37. Menini M, Signori A, Tealdo T, Bevilacqua M, Pera F, Ravera G, et al. Tilted implants in

the immediate loading rehabilitation of the maxilla: a systematic review. *J Dent Res.* sept 2012;91(9):821-7.

38. Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures in 4,641 consecutively placed Brånemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1991;6(2):142-6.

39. Esposito M, Grusovin MG, Maghaireh H, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: different times for loading dental implants. *Cochrane Database Syst Rev.* 28 mars 2013;(3):CD003878.

40. Szmukler-Moncler S, Salama H, Reingewirtz Y, Dubruille JH. Timing of loading and effect of micromotion on bone-dental implant interface: review of experimental literature. *J Biomed Mater Res.* 1998;43(2):192-203.

41. Davarpanah M, Moncler SS-, Collectif. Manuel d'implantologie clinique : Concepts, protocoles et innovations récentes. 2e édition. Paris: Cahiers de prothèses éditions; 2008. 539 p.

42. Patzelt SBM, Bahat O, Reynolds MA, Strub JR. The all-on-four treatment concept: a systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res.* déc 2014;16(6):836-55.

43. Slot W, Raghoobar GM, Cune MS, Vissink A, Meijer HJA. Four or six implants in the maxillary posterior region to support an overdenture: 5-year results from a randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res.* févr 2019;30(2):169-77.

44. Bhering CLB, Mesquita MF, Kemmoku DT, Noritomi PY, Consani RLX, Barão VAR. Comparison between all-on-four and all-on-six treatment concepts and framework material on stress distribution in atrophic maxilla: A prototyping guided 3D-FEA study. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 1 déc 2016;69:715-25.

BADET Alexandre – Réhabilitations complètes maxillaires sur 4 implants : analyse des critères objectifs dans l'établissement d'un arbre décisionnel.

Résumé :

La réhabilitation des patients édentés complets représente un secteur d'activité croissant et il est important de leur offrir des solutions adaptées à leurs attentes (esthétiques, fonctionnelles ...) et en accord avec les données acquises de la science. Techniquement utilisation d'implants rend possible la réalisation de prothèses complètes fixées qui assure une stabilité et un confort optimal aux patients.

Nous développerons dans ce travail comment, grâce à l'évolution de l'implantologie et des techniques chirurgicales les réhabilitations complètes maxillaires sur quatre implants sont devenues possibles. Nous définirons quels sont les critères décisionnels importants qui résultent de l'analyse de la biomécanique des implants et d'une étude esthétique complète du patient.

Pour répondre aux besoins de nos pratique nous proposons un arbre décisionnel pour déterminer quelle réhabilitation fixe sur implants serait la plus adaptée pour un patient en fonction de ses attentes et de son anatomie.

Mots clés :

Réhabilitations complètes maxillaires
Prothèse fixée sur 4 implants
All-on-4
Implants

Jury :

Président : Monsieur le Professeur Olivier ROBIN
Assesseurs : Monsieur le Docteur Thomas FORTIN
Madame le Docteur Sophie VEYRE
Madame le Docteur Benjamin FITOUCHI
Monsieur le Docteur Harmik MINASSIAN

Adresse de l'auteur :

BADET Alexandre
23 rue des peupliers
69003 LYON