

UNIVERSITE DE NANTES
UNITE DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Année 2012

N°

**Indications et limites des bridges en extension
en prothèse implantaire**

THESE POUR LE DIPLÔME D'ETAT DE DOCTEUR
EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

Margaux ADOLPH

Née le 15 janvier 1986

le 10/01/2012 devant le jury ci-dessous :

Président : M. le Professeur Bernard GIUMELLI

Assesseur : M. le Docteur Alain HOORNAERT

Assesseur : M. le Docteur Christophe MARGOTTIN

Directeur de thèse : M. le Professeur Yves AMOURIQ

UNIVERSITÉ DE NANTES	
Président	Monsieur LECOINTE Yves
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE	
Doyen	Monsieur LABOUX Olivier
Asseseurs	Monsieur JEAN Alain Monsieur HOORNAERT Alain Monsieur WEISS Pierre
Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	
Madame ALLIOT-LICHT Brigitte Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur JEAN Alain	Monsieur LABOUX Olivier Monsieur LESCLOUS Philippe Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre
Professeurs des Universités	
Monsieur BOHNE Wolf (Professeur Emérite)	Monsieur BOULER Jean-Michel
Maîtres de Conférences Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	Assistants hospitaliers universitaires des C.S.E.R.D.
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Monsieur BODIC François Madame CASTELOT-ENKEL Bénédicte Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Monsieur DENIAUD Joël Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LAGARDE André Monsieur LE BARS Pierre Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Monsieur RENAUDIN Stéphane Monsieur ROUVRE Michel Madame ROY Elisabeth Monsieur STUILLLOU Xavier Monsieur UNGER François Monsieur VERNER Christian	Monsieur BADRAN Zahi Madame BERTHOU-STRUBE Sophie Madame BLERY Pauline Madame BOUVET Gaëlle Monsieur CAMPARD Guillaume Monsieur COIRIER François Monsieur DEMOERSMAN Julien Monsieur FREUCHET Erwan Monsieur FRUCHET Aurélien Madame GIGOU Valériane Madame GOEMAERE-GALIERE Hélène Monsieur GOURÉ Tony Madame HYON-ROY Isabelle Monsieur MARGOTTIN Christophe Madame ODIER Amélie Monsieur PAISANT Guillaume Monsieur PERROT Erick Madame POUCH-TORTIGER Daphné Madame RENARD Emmanuelle

Par délibération, en date du 6 Décembre 1972, le conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'il n'entend leur donner aucune approbation, ni improbation.

A Monsieur le Professeur Bernard GIUMELLI

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur d'Etat en odontologie

Chef du Département de Prothèses

- NANTES -

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury de thèse,

Pour votre disponibilité malgré vos contraintes professionnelles,

Pour votre soutien, le suivi de notre cursus et la qualité de votre accueil,

Veillez trouver ici l'expression de mon profond respect et de ma sincère reconnaissance.

A Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Habilité à Diriger des Recherches

Département de Prothèses

- NANTES -

*Pour avoir accepté de diriger notre thèse,
Pour votre patience, votre gentillesse, la qualité et la rigueur de votre enseignement,
Pour nous avoir accompagné lors de notre voyage de promotion,
Pour nous avoir accueillie dans votre vacation clinique,
Veuillez trouver ici le témoignage de notre profond respect et de notre reconnaissance.*

A Monsieur le Docteur Alain HOORNAERT

Maître de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche dentaires

Docteur de l'Université d'Orsay

Département de Sciences anatomiques et physiologiques, occlusodontiques, biomatériaux, biophysique, radiologie.

- NANTES -

*Vous nous avez fait découvrir et aimer l'implantologie,
Vous avez été notre guide dans l'élaboration de notre sujet de thèse,*

*Votre disponibilité et vos conseils nous sont précieux,
Acceptez de trouver mes très sincères remerciements et ma profonde gratitude.*

A Monsieur le Docteur Christophe MARGOTTIN

Assistant hospitalier Universitaire

Département de Chirurgie buccale, physiopathologie, thérapeutiques, anesthésiologie et réanimation.

- NANTES -

*Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de participer à ce jury,
Nous avons toujours trouvé auprès de vous un accueil bienveillant, nous vous en remercions,
Puisse notre thèse être le témoignage de notre sincère reconnaissance.*

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	1
1. PROBLEMATIQUE.....	3
1.1 INTRODUCTION.....	3
1.2 RESORPTION OSSEUSE	4
1.2.1 Mécanismes de résorption	4
1.2.2 Conséquences de la résorption.....	5
1.2.3 Traitements adaptatifs face a la resorption.....	5
1.3 BIOMECANIQUE IMPLANTAIRE ET REPONSE OSSEUSE	6
1.3.1 ANALYSE BIOMECANIQUE.....	6
1.3.1.1 Les facteurs spécifiques de la prothèse implantaire.....	7
1.3.1.1.1 Absence du ligament parodontal	7
1.3.1.1.2 Rigidité de l'interface os –implant	8
1.3.1.2 Caractéristiques biomécaniques des PFIE	8
1.3.1.2.1 Conséquences des forces s'exerçant sur la prothèse	8
1.3.1.2.2 Conséquences des forces s'exerçant sur les implants	10
1.3.1.3 La biomécanique et le type d'édentement.....	11
1.3.1.3.1 L'édentement complet.....	12
1.3.1.3.2 L'édentement partiel	12
1.3.2 REPONSE OSSEUSE	13
1.3.2.1 Réponse osseuse physiologique : l'ostéo-intégration	13
1.3.2.2 Réponse osseuse pathologique : la perte osseuse	14
1.4 CONCLUSION	15
2. LE PROJET PROTHETIQUE	16
2.1 LES ÉTAPES DU PROJET PROTHETIQUE	16
2.2 LES TECHNIQUES D'IMAGERIE.....	17
2.2.1 Radiographie rétro-alvéolaire	17
2.2.2 Radiographie panoramique	17
2.2.3 Examen tomodensitométrie OU CT SCAN	18
2.2.4 Cone beam	18
2.2.5 Imagerie microCT	18
2.3 LA QUALITE OSSEUSE	19

3.	CHOIX THERAPEUTIQUES PROTHETIQUES.....	21
3.1	INTRODUCTION.....	21
3.2	« EVIDENCE BASED DENTISTRY »	21
3.3	ANALYSE DE LA LITTERATURE ET APPLICATION CLINIQUE CHEZ L'EDENTE COMPLET.....	24
3.3.1	ANALYSE DE LA LITTERATURE	25
3.3.1.1	A la mandibule	25
3.3.1.1.1	La satisfaction des patients.....	25
3.3.1.1.2	Le succès à long terme des PFCIE.....	26
3.3.1.2	Au maxillaire	28
3.3.2	CRITERES DE CHOIX D'UNE PROTHESE COMPLETE EN EXTENSION IMPLANTO-PORTEE- INDICATIONS ET LIMITES	31
3.3.2.1	Relation squelettique et volume osseux residuel.....	31
3.3.2.2	Considération chirurgicale.....	33
3.3.2.2.1	Nombre d'implants	33
3.3.2.2.2	Positionnement des implants	34
3.3.2.3	CONSIDERATION PROTHETIQUE ET CAHIER DES CHARGES DE L'EXTENSION.....	36
3.3.2.3.1	Forme de l'arcade et dessin prothétique.....	36
3.3.2.3.2	Longueur de l'extension.....	36
3.3.2.3.3	Espace prothétique	37
3.3.2.3.4	Point d'émergence implantaire et esthétique	37
3.3.2.3.5	Mise en charge.....	38
3.3.2.3.6	Le problème de la flexibilité mandibulaire	38
3.3.2.3.7	Choix d'un concept occluso prothétique	39
3.3.3	BRIDGE SUR PILOTIS : ANCIEN ET NOUVEAU CONCEPT.....	40
3.3.4	LES IMPLANTS INCLINES.....	41
3.3.4.1	rappel de la methode des elements finis.....	41
3.3.4.2	Application de la methode des elements finis a l'étude des implants inclines	42
3.3.4.3	Etudes cliniques des implants inclines.....	44
3.3.4.4	Discussion	46
3.3.5	CONCLUSION.....	48
3.4	ANALYSE DE LA LITTERATURE ET APPLICATION CLINIQUE CHEZ L'EDENTE PARTIEL	49
3.4.1	ANALYSE DE LA LITTERATURE	49
3.4.1.1	Taux de survie des PFPIE.....	49
3.4.1.2	Complications liées à la présence d'une extension	53
3.4.1.2.1	Complications biologiques liées à la présence d'une extension	53
3.4.1.2.2	Complications techniques liées à la présence d'une extension.....	53
3.4.1.3	Extension mésiale et distale	56

3.4.1.4	Discussion	58
3.4.2	CRITERES DE CHOIX D'UNE PROTHESE PARTIELLE EN EXTENSION IMPLANTO-PORTEE..	60
3.4.2.1.1	Au niveau des secteurs postérieurs	60
3.4.2.1.1.1	Spécificités anatomiques propres au secteur postérieur maxillaire :	60
3.4.2.1.1.2	Spécificités anatomiques propres au secteur mandibulaire postérieur :	61
3.4.2.1.2	Au niveau des secteurs antérieurs	62
3.4.2.1.2.1	Analyse du sourire.....	63
3.4.2.1.2.2	Les obstacles anatomiques	63
3.4.2.1.2.3	Contour crestal résiduel et comportement des tissus mous	64
3.4.2.2	Indications.....	65
3.4.2.2.1	Quantité osseuse insuffisante et/ou présence d'un obstacle anatomique	65
3.4.2.2.2	Qualité osseuse	66
3.4.2.2.3	Problème d'alignement.....	66
3.4.2.2.4	Indication esthétique	66
3.4.2.2.4.1	L'espace mésio-distal disponible en antérieur.....	67
3.4.2.2.4.2	Le comportement des tissus mous :	68
3.4.2.2.5	Echec d'ostéo-intégration d'un implant	68
3.4.2.3	Limites.....	69
3.4.2.3.1	Intérêt de remplacer les deuxièmes molaires.....	69
3.4.2.3.2	Densité osseuse	69
3.4.2.3.3	Connexion prothétique dent-implant	70
3.4.2.3.4	Inclinaison axiale des implants et des contacts occlusaux.....	70
3.4.3	RECOMMANDATIONS POUR LA CONCEPTION IMPLANTO-PROTHETIQUE D'UNE PFPIE	
3.4.3.1	Considérations chirurgicales.....	73
3.4.3.1.1	Positionnement des implants	74
3.4.3.1.2	Diamètre implantaire.....	74
3.4.3.2	Considérations prothétiques et cahier des charges de l'extension	75
3.4.3.2.1	Longueur mésio-distale du cantilever.....	75
3.4.3.2.2	Dimensions des embrasures.	76
3.4.3.2.3	Occlusion.....	76
3.4.3.2.4	Type de rétention des couronnes	77
3.4.3.2.5	Passivité de la prothèse.	78
3.4.3.2.6	Précautions concernant les patients atteints de bruxisme.....	79
	CONCLUSION	80
	BIBLIOGRAPHIE.....	82
	TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	97

INTRODUCTION

La réhabilitation orale par implants présente la particularité de se dérouler le plus souvent en deux étapes chronologiquement distinctes : la mise en place des implants, puis la mise en place de la prothèse.

Des impératifs propresexistent à chaque étape mais aussi une interdépendance dont il faut tenir compte dès le début de la réflexion. La pose d'un implant, guidée par le projet prothétique, résulte du meilleur compromis possible entre les contraintes anatomiques locales et la possibilité d'adapter une supra structure prothétique fonctionnelle, esthétique sans nuisance à la longévité sous jacente de l'implant.

Depuis les travaux de recherches scientifiques effectués par Brånemark et son équipe, le terme d'implant dentaire est devenu synonyme de thérapeutiqueprothétique à long terme. Ce succès repose sur l'introduction du concept d'ostéo-intégration qui a révolutionné cette discipline en permettant l'élaboration de systèmes implantaires cliniquement prévisibles.

Le problème des prothèses implanto-portées fut pendant longtemps insuffisamment analysé et maîtrisé :

- Solutions inadaptées sur des cas désespérésentraînant des échecsinévitables et prévisibles.
- Préjugés négatifsà son utilisationen fonction d'arguments scientifiques mal fondés ou peu crédibles.

L'objectif est de synthétiser une adéquation entre les conséquences de l'édentement et les moyens thérapeutiques en conservant des options thérapeutiques non dogmatiques et personnalisées à chaque cas clinique voire à chaque cas d'édentement.

En effet si certains cas d'édentement partiels ou complets peuvent-être résolus par les techniques classiques de la prothèse traditionnelle,d'autres ne bénéficieront de solutions adéquates que grâce à la prothèse implanto-portée.

Quelque soient les soins apportés à la réalisationclassique des prothèses partielles conventionnelles, les réactions des tissus de soutien et des dents support d'ancrage, demeurent des inconvénients notables.

Les prothèses complètes conventionnelles ont elles aussi leur limite même si elles sont fabriquées dans les règles de l'art car,les problèmes d'acceptation psychologique,l'inconfort,

et les difficultés de mastication sont constantes chez les édentés, ceci en rapport avec la résorption osseuse des maxillaires, ouvrant ainsi la voie à la prothèse implanto-portée.

Les praticiens ont exprimé de nombreuses préoccupations à l'égard de potentiels problèmes biologiques et techniques associés aux extensions utilisées pour restaurer une arcade partiellement ou totalement édentée.

Les extensions sont en général souvent déconseillées lors de la formation initiale des praticiens.

Nous proposerons d'étudier, si dans certaines situations, la prothèse en extension implanto-portée puisse être considérée comme une alternative thérapeutique intéressante.

Chaque projet prothétique implanto-porté possède ses spécificités mécaniques influençant la réponse osseuse. Notre discussion doit donc être préalablement basée sur la compréhension des principes biomécaniques particuliers aux bridges en extension de courte portée unilatérale et bridges complets. Puis, à travers une analyse critique de la littérature, nous aborderons une réflexion concernant les indications et limites des bridges en extension en prothèse implanto-portée ainsi que les éléments de choix permettant d'optimiser ce type de reconstruction.

Un algorithme décisionnel ne peut répondre avec exactitude et de façon constante aux situations cliniques complexes mais orientera vers un questionnement plus précis.

1. PROBLEMATIQUE

1.1 INTRODUCTION

Selon le lexique des termes de prothèse dentaire, un **bridge** est une prothèse fixée, visant au remplacement des dents absentes⁽¹⁷³⁾.

- ✓ Les bridges conventionnels implanto-portés sont constitués d'une travée encastrée aux deux extrémités par un ou plusieurs implants⁽¹⁷³⁾. (PFPI ou PFCI = prothèse fixée implanto-portée)



Figure 1- Représentation schématique d'un bridge implanto-porté^{MA}.

- ✓ Les bridges en extension implanto-portés se définissent comme un pont en extension, avec une extrémité de la travée solidarifiée à un ou plusieurs ancrages, pendant que l'autre reste libre. Ils sont donc constitués d'une travée encastrée à une seule extrémité par plusieurs implants⁽¹⁷³⁾. Nous différencierons :
 1. Les bridges de courte portée lors d'un édentement partiel. L'extension est alors distale ou mésiale. (PFPEI = Prothèse fixée partielle en extension implanto-portée)



Figure 2- Représentation schématique d'un bridge partiel en extension, composé d'une travée encastrée par deux implants à une extrémité, l'autre extrémité est en extension^{MA}.

2. Les bridges complets impliquant deux extensions de part et d'autre des soutiens implantaires. Les extensions sont alors distales. Une forme particulière d'extension mésiale peut aussi être retrouvée. (PFCEI = Prothèse fixée complète en extension implanto-portée)



Figure 3- Représentation schématique d'un bridge complet en extension, composé d'une travée encastrée par six implants, deux extrémités distales sont en extension^{MA}.

Malgré le taux élevé de succès implantaire rapporté par un grand nombre d'études cliniques, il existe aujourd'hui encore de nombreuses complications créées ou amplifiées au moment de la phase prothétique, pouvant aboutir *in fine* à la perte du soutien osseux et de l'intégration de l'implant.^(2, 3, 14, 62, 78, 99, 104, 132, 133, 144)

Les facteurs biologiques et biomécaniques entraînant des pertes osseuse et/ou des complications prothético-implantaires sont présentées dans les tableaux suivants :

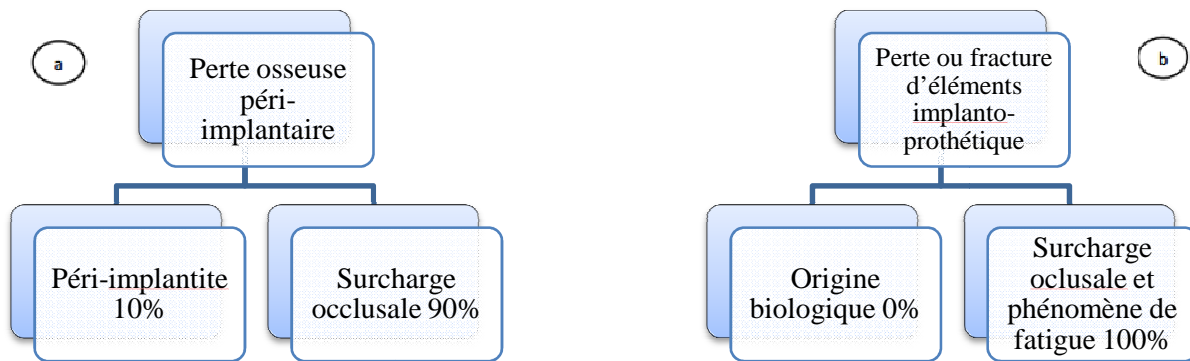


Figure 4- Tableau présentant les facteurs biologiques et biomécaniques entraînant des pertes osseuses (a) et complications prothético-implantaires (b) selon Martinez et coll. en 2008⁽¹⁷⁾.

1.2 RESORPTION OSSEUSE

Le tissu osseux est un tissu vivant, réactif sur le plan biomécanique, soumis aux mêmes lois de remaniement que les autres tissus osseux du squelette. Ainsi, les remaniements tissulaires liés à la sénescence ou suite à une extraction dentaire se traduisent par une modification inexorable des contours de l'alvéole^(17,29,41,42).

La résorption ne se produit pas seulement après l'édentation mais est un processus continu lié à l'âge, accentué par les pertes dentaires⁽¹⁹⁾.

1.2.1 MECANISMES DE RESORPTION

En 2005, Lindhe et Araujo⁽¹⁰⁾, à travers une étude histologique réalisée sur le chien, observent que ce phénomène se déroule en deux phases distinctes, interne et externe :

- L'os cortical interne est remplacé par de l'os alvéolaire, se traduisant par un effondrement vertical de la crête osseuse.

- Puis, les corticales externes se résorbent, principalement en vestibulaire, posant un problème esthétique particulièrement dans les secteurs antérieurs. Cette résorption est moindre coté lingual, entraînant donc fréquemment de ce côté un déport de la crête.

Cette résorption sera la plus significative au cours de la première année post extractionnelle. Une réduction moyenne de 21% à 3 mois, 36% à 6 mois atteint 44% à 12 mois pour ensuite continuer à un rythme moindre au cours de la vie du patient^(15, 16, 41, 42).

1.2.2 CONSEQUENCES DE LA RESORPTION

Les conséquences anatomiques entraînent des problématiques distinctes et donc une approche différenciée selon les sites édentés mandibulaire ou maxillaire :

- A la mandibule, selon le stade de résorption⁽¹⁶⁾, le déplacement de la crête en lingual, le changement de position et l'exposition crestale du foramen mentonnier ainsi que la proximité du nerf alvéolaire inférieur peuvent être des obstacles indéniables lors de l'étude du placement implantaire, nécessitant une nouvelle réflexion prothétique incluant éventuellement une extension.
- Au maxillaire, la résorption osseuse est plus importante dans la partie antérieure du maxillaire que dans la partie postérieure⁽⁶³⁾. Il se profile alors une différence de problématique et gestion des sites osseux avec d'une part un site antérieur résorbé, à forte demande esthétique, dépourvu d'obstacles anatomiques et d'autre part un site postérieur à résorption et demande esthétique moindre mais incluant un obstacle anatomique fondamental et décisif, le sinus maxillaire.

1.2.3 TRAITEMENTS ADAPTATIFS FACE A LA RESORPTION

Pour palier à cette résorption, différents traitements s'adaptent à la situation anatomique présente ou transforment cette situation afin d'assurer un résultat esthétique et fonctionnel adéquat. Nous différencierons :

1. Un traitement chirurgical d'augmentation/régénération osseuse développé afin de permettre le placement optimal des implants⁽⁴⁹⁾.
 - Pour le patient : cette solution allonge, complique le plan de traitement, et en augmente les risques et le coût. Des contre-indications d'ordre général connues interdisent ces traitements.

- Pour l'omnipraticien : le traitement sort du cadre de l'implantologie habituelle. Le temps de traitement, le matériel supplémentaire nécessaire et le manque de pratique peuvent réorienter son choix. Ces options thérapeutiques complexes, comprennent un taux de complications non négligeable⁽⁴⁶⁾ et sont donc limitées en pratique implantaire. L'objet de l'étude présentée n'est pas la remise en question des indications d'augmentation/régénération osseuse, mais d'en souligner les problématiques et d'en approcher les alternatives.
- 2. Un traitement adaptatif implantaire tel que les implants courts, les implants angulés, ou les implants ptérygo-palato-tubérositaires⁽⁴⁹⁾.
- 3. Un traitement adaptatif prothétique tel que la prothèse en extension

Quelques soient les techniques utilisées, la résorption osseuse pré et post-prothétique, est une problématique majeure en implantologie. Ses spécificités sont :

- autonome : résulte de facteurs intrinsèques
- induite : due à des éléments extérieurs tels qu'une influence mécanique, que nous développerons dans le chapitre suivant.

1.3 BIOMECANIQUE IMPLANTAIRE ET REPONSE OSSEUSE

La biomécanique désigne l'application de la mécanique à des systèmes biologiques. Cela suppose d'une part la compréhension du fonctionnement biologique des systèmes vivants, d'autre part une approche des déterminants mécaniques⁽⁵⁶⁾.

En implantologie, l'os représente la composante biologique du modèle d'étude et les éléments implantaires font partie de l'entité mécanique.

Cette étude de la biomécanique et son rôle dans la transmission des contraintes aux structures périodentaires permet de déterminer les conditions nécessaires les plus favorables à la pérennité thérapeutique prothétique.

1.3.1 ANALYSE BIOMECANIQUE

Dans un premier temps nous passerons en revue les caractéristiques biomécaniques générales des prothèses implantaires puis nous développerons les facteurs particuliers inhérents des extensions

1.3.1.1 LES FACTEURS SPECIFIQUES DE LA PROTHESE IMPLANTAIRE

Ces facteurs influençant la distribution des forces sont l'absence du ligament parodontal et la rigidité de l'interface os-implant⁽¹¹⁷⁾.

1.3.1.1.1 Absence du ligament parodontal

En denture naturelle, la viscoélasticité du ligament parodontal permet un mouvement d'enfoncement et de déplacement latéral des dents dans l'alvéole. Cela favorise :

- l'absorption et l'amortissement des contraintes,
- le déplacement du centre de rotation vers l'apex, éloignant les contraintes de la crête osseuse marginale et minimisant ainsi le risque de perte osseuse crestale.

1. En présence d'un implant, l'absence de ligament provoque :

- la transmission des contraintes directement à l'implant et à l'os environnant,
- un déplacement restreint des implants, une concentration du centre de rotation et des contraintes occlusales dans la zone cervicale, vers le col implantaire et la crête osseuse marginale, augmentant donc le risque de perte osseuse péri implantaire cervical et/ou de fracture prothétique en cervicale.

Ces contraintes sont d'autant plus importantes que le niveau osseux est réduit.

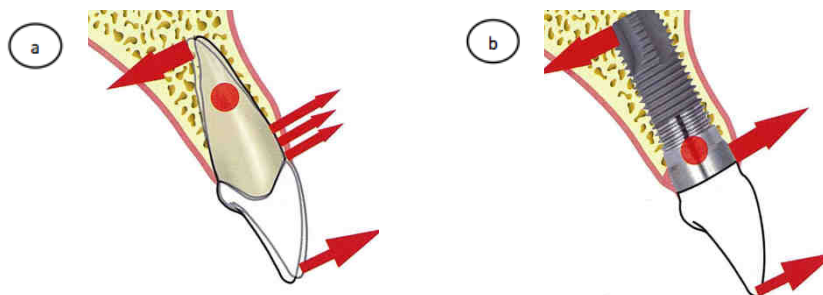


Figure 5-Ligament parodontal et centre de rotation, conséquence sur la transmission des forces selon Martinez et coll. en 2008⁽¹¹⁷⁾

a-Centre de rotation de la dent vers l'apex, transmission favorable des contraintes

b-Centre de rotation vers le col de l'implant, moins bonne répartition des contraintes

1.3.1.1.2 Rigidité de l'interface os –implant

Pour une charge occlusale identique, on observe un différentiel de mobilité entre une dent et un implant^(130, 174, 120, 103)

Du fait de la rigidité de l'interface os-implant, les contraintes restent concentrées dans l'os autour de l'implant directement sollicité par la force. Ainsi, la solidarisation des prothèses implantaire, inhérente aux prothèses en extension, n'améliore pas la répartition et l'intensité des contraintes car celles-ci ne sont pas distribuées aux implants adjacents⁽¹⁷⁴⁾.

1.3.1.2 CARACTERISTIQUES BIOMECANIQUES DES PFIE

Les analyses théoriques et les calculs par éléments finis ont pris en compte les forces développées dans l'axe des prothèse ou les forces transversales appliquées réellement pendant la fonction pour étudier l'influence d'une extension.

1.3.1.2.1 Conséquences des forces s'exerçant sur la prothèse

Les forces occlusales entraînent des contraintes. Ces contraintes sont les réponses internes du système implanto-prothétique qui résiste aux forces occlusales.

Deux types de forces occlusales s'exercent communément sur une prothèse,⁽¹⁵⁰⁾ les forces de compression et les forces de traction :

- Si ces forces s'exercent le long du grand axe, forces axiales, la répartition de celles-ci s'effectuera tout au long des spires de la restauration.
- Si ces forces s'exercent latéralement, la répartition sera déséquilibrée.

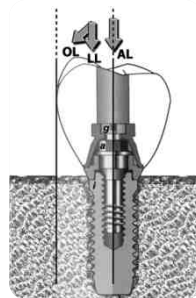


Figure 6-Forces axiales (AL), forces axiales positionnées latéralement (LL), et forces latérales (OL) s'exerçant sur une prothèse implantaire selon Sahin et coll. en 2002⁽¹⁵⁰⁾

1. La mastication implique principalement des forces axiales. Cependant, le mouvement horizontal de la mandibule et l'inclinaison des cuspidés créent également des forces latérales. La problématique des forces latérales est leur action en bras de levier, créent ainsi un mouvement de flexion au niveau du système implantaire⁽¹⁵⁰⁾.
2. De plus, la caractéristique principale de l'utilisation des extensions est la transformation des forces verticales en moment de flexion.

En effet une force appliquée verticalement sur l'extension n'est pas décomposée selon l'axe corono-radulaire des implants. Elle s'exerce sur la travée, et tel un bras de levier entraîne une contrainte majorée sur les implants⁽⁸⁰⁾.

- Un bras de levier est la distance (d) d'une force occlusale (f) à son point d'appui mesuré perpendiculairement à la distance de cette force.
- Le mouvement de flexion est un mouvement de rotation, caractérisé par son moment (Mt) pouvant se former dans les trois axes cliniques (occluso-apical, mésio-distale et vestibulo-lingual).

➡ Le moment de flexion subi est le produit de la force occlusale par le bras de levier.



Figure 7-Formule mathématique du moment de flexion exercé par le bras de levier selon Dufour et coll. en 2006⁽⁵⁶⁾.

➤ Par conséquent :

- Une force relativement faible mais appliquée latéralement ou à distance peut donc avoir une résultante fortement délétère.⁽⁵⁷⁾⁽¹³⁸⁾⁽¹⁶¹⁾
- Les contraintes sont doublées avec une force oblique de 30° par rapport à une force axiale.
(174)

➡ La contrainte est une force évaluée par unité de section exprimée en N/mm² ou en « microstrains » (microdéformation).



Figure 8-Formule mathématique d'une contrainte selon Shillingburg 1998⁽¹⁵⁷⁾.

Proportionnelle au cube de sa longueur et inversement proportionnelle au cube de sa largeur et de sa hauteur

Selon la loi fondamentale de proportionnalité de Hooke :

-

(57).

- En condition de déformation plastique, la contrainte est permanente et non réversible.
- L'effort maximal nécessaire pour briser une structure, est appelé résistance⁽⁴⁴⁾. Si une force est supérieure au deux tiers de la contrainte limite d'un matériau, il se fracture.

1.3.1.2.2 Conséquences des forces s'exerçant sur les implants

Pour résister aux forces, les piliers effectuent un mouvement de compensation. Il en résulte selon Brunski *et coll.* 2003⁽³⁷⁾ et Rangert *et coll.* 1989⁽¹³⁸⁾:

- 1) une contrainte de compression sur le pilier le plus proche de l'extension qui agit comme un point d'appui.
- 2) une contrainte de traction sur l'implant à distance qui agit comme une résistance au déplacement.

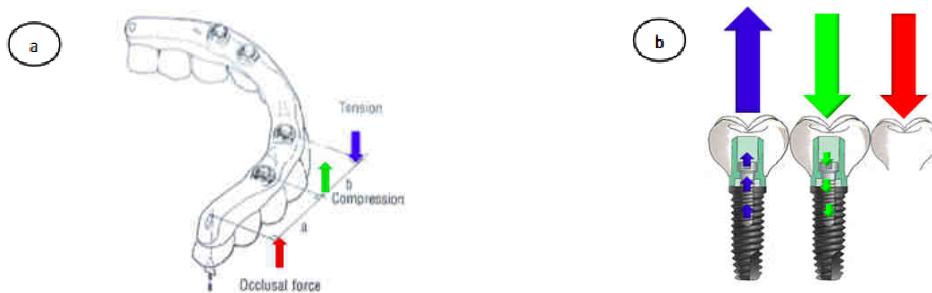


Figure 9-Schéma d'une force occlusal et mouvement de compensation des implants selon Rangert *et coll.* 1989⁽¹³⁸⁾ (a) et l'auteur^{AM} (b).

Le mouvement de flexion de l'implant adjacent à l'extension se décompose en traction au centre de l'implant ayant tendance à éloigner les composants implanto-prothétiques et compression à l'interface os-implant adjacent à l'extension.

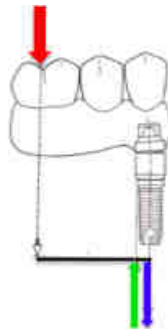


Figure 10-Schéma d'une force occlusal et mouvement de compensation de l'implant adjacent à l'extension selon Rangert *et coll.* 1989⁽¹³⁸⁾.

- L'étude de Bechelli et Bechelli *et coll.* en 1991⁽²²⁾ concluait qu'en présence d'une extension l'implant le plus affecté se trouve le plus éloigné du cantilever. Cette conclusion est infirmée par les études *in vitro* suivantes :
- McAlarney *et coll.* 1996⁽¹¹⁵⁾, Osier *et coll.* 1991⁽¹²⁹⁾ : les contraintes sont les plus importantes au niveau de l'interface os/implant adjacente à l'extension, de deux à trois fois supérieures aux contraintes habituellement mesurées sur un implant standard.
- Yokoyama *et coll.* 2004⁽¹⁸⁰⁾, Stegaroiu *et coll.* 1998⁽¹⁶¹⁾, Barbier *et coll.* 1997⁽²⁰⁾, Sertgöz *et coll.* 1996⁽¹⁵⁴⁾, Rodriguez *et coll.* 1993, White *et coll.* 1994⁽¹⁷⁷⁾, Rangert *et coll.* 1993⁽¹³⁹⁾ : Le pilier le plus proche de l'extension supporte plus de 50% des forces appliquées sur l'extension.
- Selon les auteurs Yokoyama *et coll.* 2004⁽¹⁸⁰⁾, Stegaroiu *et coll.* 1998⁽¹⁶²⁾, Sertgöz *et coll.* 1996⁽¹⁵⁴⁾, White *et coll.* 1994⁽¹⁷⁷⁾, une surcharge occlusale au niveau des implants peut alors être provoquée.
- Brunski *et coll.* 2003⁽³⁷⁾ conclut que l'augmentation de la longueur mésio-distale du cantilever par rapport à la distance inter-implantaire augmente les forces de traction et de compression.

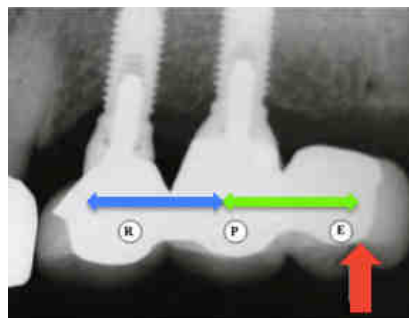


Figure 11-Le bras de l'effort est représenté par la flèche verte horizontale, et le bras de la résistance est représenté par la flèche bleu horizontale^{AM}.

1.3.1.3 LA BIOMECANIQUE ET LE TYPE D'EDENTEMENT

Les différences biomécaniques inhérentes à chaque édentement vont singulariser le traitement d'une arcade partiellement ou totalement édentée.

1.3.1.3.1 L'édentement complet

La structure prothétique va permettre de répartir les forces de mastication sur les différents implants. Un polygone créé par les piliers non alignés permet un système prothétique équilibré. L'arcade peut-être divisée en cinq plans⁽²⁴⁾ : un plan incisif, deux plans canins et deux plans molaires subissant des forces de différentes direction, l'idéal est un bridge complet où tous les plans se neutralisent⁽¹³⁹⁾.

- Indépendamment de la longueur du cantilever, les contraintes les plus importantes seront toujours situées dans la région de l'implant le plus proche du point d'application de la force⁽¹³⁸⁾.
- Dans certains cas de résorption osseuse importante, une extension mésiale corrige le manque de tissus. Cette extension compense la distance entre l'implant le plus antérieur et le bord libre de l'incisive la plus antérieure. Expliquée par Brosky et coll. en 2003⁽³⁴⁾, une telle extension agit comme un levier et provoque un mouvement de rotation autour de l'axe séparant les implants les plus mésiaux. Ce mouvement, d'autant plus important que la courbure est prononcée, constitue un facteur de risque supplémentaire à évaluer⁽³⁴⁾.

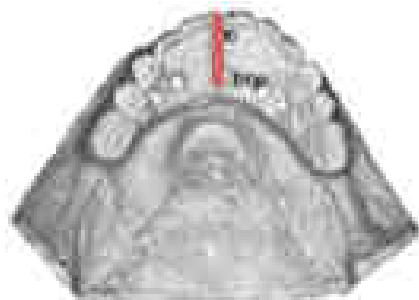


Figure 12-Cantilever antérieur d'une prothèse transvisière mandibulaire selon Brosky et coll 2003⁽³⁴⁾

1.3.1.3.2 L'édentement partiel⁽¹⁴⁰⁾

- Les bridges partiels, à la différence des bridges complets, ne bénéficient pas d'arc de stabilisation et sont ainsi plus vulnérables aux forces de flexion.

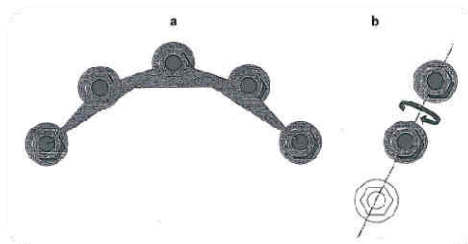


Figure 13-Conceptions prothétiques spécifiques selon l'édentement selon Rangert et coll. 1997⁽¹⁴⁰⁾.
arc de stabilisation des bridges complets et disposition en ligne des bridges de courte portée

- Le différentiel de mobilité entre les dents et les implants, peut induire une surcharge lors de la présence, dans un même secteur, de dents et prothèses implanto-portées.
- Il n'existe pas à notre connaissance de données théoriques différenciant la biomécanique d'une extension mésiale et distale.

Cependant nous savons que dans les secteurs postérieurs :

- 1) Les forces masticatoires sont plus intenses
- 2) L'os disponible est généralement moins favorable en quantité comme en qualité
- 3) L'arcade est plutôt rectiligne.

1.3.2 REPONSE OSSEUSE

L'os présente un caractère instantané et évolutif à long terme, en fonction des contraintes qu'il subit. Cette caractéristique d'adaptation permet de comprendre la réponse osseuse biomécanique physiologique ou pathologique à l'implantation.

1.3.2.1 REPONSE OSSEUSE PHYSIOLOGIQUE : L'OSTEO-INTEGRATION

La définition de l'ostéo-intégration est « une jonction anatomique et fonctionnelle directe entre l'os vivant remanié et la surface de l'implant mis en charge »⁽⁴⁹⁾.

Cette définition, donnée à l'échelle du micromètre, se fonde sur des observations histologiques menées à l'aide du microscope optique⁽³³⁾. Cliniquement cette « ankylose fonctionnelle » se traduit par une stabilité implantaire. Enfin à la radiographie, une apposition osseuse directe est mise en évidence sur le pourtour de l'implant ; il ne doit pas être observé de zone radio-claire⁽⁴⁹⁾.

L'os va réagir en deux temps face à un implant :

1. La stabilité mécanique primaire⁽¹¹⁷⁾ : joue un rôle important dans son pronostic d'intégration. Cet ancrage mécanique initial diminue progressivement tout en étant remplacé par une stabilité biologique.
2. La stabilité biologique réactionnelle secondaire : correspond au processus actif de l'ostéo-intégration. Selon Schenk et Buser 1998⁽¹⁵³⁾ : une apposition d'os immature de 4 à 6 semaines est suivie d'une adaptation de la masse osseuse à la charge, correspondant à une apposition osseuse au début du deuxième mois. Enfin un mécanisme de remodelage

osseux débute lorsque la prothèse implanto-portée est mise en place sous les contraintes occlusales permettant une intégration fonctionnelle⁽¹⁰⁶⁾.

1.3.2.2 REPONSE OSSEUSE PATHOLOGIQUE : LA PERTE OSSEUSE

- Wolff, dès 1892, énonce que l'atrophie osseuse peut résulter tant d'une hyper que d'une hypofonction⁽¹⁷⁸⁾. Cette loi universelle est réactualisée par Frost en 2000⁽⁷²⁾. La croissance et la perte osseuse sont autorégulées par la déformation élastique mécanique locale de l'os. Une certaine quantité de contrainte est nécessaire pour maintenir l'homéostasie osseuse.
- Ces lois sont confirmées dans les études *in vitro*⁽⁹⁸⁾ et les études effectuées sur des animaux.^(87, 88, 89)
- Ainsi, l'ostéo-intégration répond à une surcharge occlusale par une résorption osseuse. Cette perte est attribuée à des fissures microscopiques dans la matrice osseuse⁽³⁵⁾. L'importance de la surcharge entraînant un échec mécanique ou biologique n'est pas encore déterminée^(36,179).
- Selon les auteurs Yokoyama *et coll.* 2004⁽¹⁸⁰⁾, Stegaroiu *et coll.* 1998⁽¹⁶¹⁾, Sertgözet *et coll.* 1996⁽¹⁵⁴⁾, White *et coll.* 1994⁽¹⁷⁷⁾: en présence d'une extension, cette perte osseuse sera localisée principalement au niveau crestal de l'interface os-implant adjacente à l'extension.

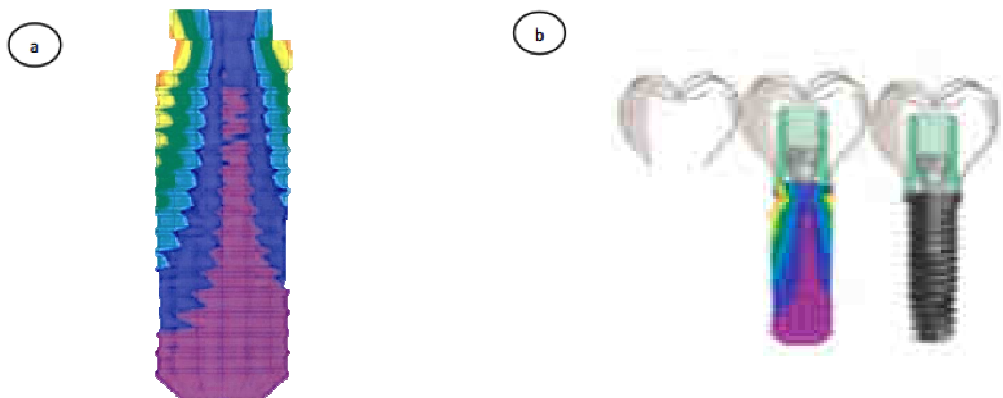


Figure 14-Localisation des contraintes en jaune et orange au niveau du col implantaire selon Pierrisnard *et coll.* en 2008⁽¹¹⁷⁾(a) et transposition au niveau de l'implant adjacent à l'extension^{AM} (b).

1.4 CONCLUSION

La résorption post extractionnelle est une entité pathologique multifactorielle, chronique, progressive, irréversible, et cumulative, présentant une grande variabilité individuelle.

Problématique constante et complexe, tant dans le sens vertical que vestibulo-lingual, celle-ci peut être source de difficultés dans le choix des sites implantaires et des implants.

Les réhabilitations implantaires actuelles doivent prendre en considération les impératifs prothétiques afin de donner totale satisfaction aux diverses demandes de nos patients. La cire de diagnostic prothétique permet de mettre en évidence certaines situations cliniques défavorables s'opposant à l'emplacement idéal implantaire. Nous pouvons ainsi objectiver une insuffisance de soutien osseux, une présence d'éléments anatomiques localisés et un risque esthétique.

Une conception prothétique alternative proposant l'utilisation d'un bridge en extension implanto-porté peut-être proposée

L'étude biomécanique et la compréhension de la physiopathologie du tissu osseux nous amènent à conclure que quelque soit la situation clinique envisagée, la présence d'une extension représente un facteur de risque biomécanique :

- ✓ un bridge en extension implanto-porté soumis à des forces fonctionnelles et/ou parafunctionnelles peut induire des forces latérales délétères et une surcharge occlusale sur les implants, principalement sur l'implant le plus proche de l'extension. Ces implants transmettent des contraintes plus importantes localisées essentiellement au niveau de l'os marginal. Si ces forces dépassent la réponse physiologique de l'os, la conséquence biologique sera une résorption osseuse à l'interface os-implant.
- ✓ Les forces exercées au delà des tolérances du biomatériau peuvent générer des problèmes mécaniques (relâchement ou fracture de la vis, descellement ou fracture de l'armature).

Ainsi, dans une approche biomécanique, un taux plus important de complications peut être attendu pour les thérapeutiques implantaires incluant un bridge en extension.

- Un bridge en extension implanto-porté peut-être une indication comme alternative thérapeutique.
- En corolaire, la diminution de la qualité et de la quantité osseuse est également un facteur qui amoindrit le potentiel d'absorption des forces et doit donc être pris en compte lors de l'élaboration du choix prothétique et implantaire et peut constituer une éventuelle limite à l'utilisation des extensions.

2. LE PROJET PROTHETIQUE

Tout traitement prothétique implantaire inclut une réflexion sur ses alternatives. L'analyse radiographique permet une aide complémentaire apportant des éléments diagnostiques et thérapeutiques à notre réflexion clinique.

Nous développerons dans ce chapitre les étapes du projet prothétique implantaire ainsi qu'un bref rappel des moyens d'imagerie.

2.1 LES ÉTAPES DU PROJET PROTHETIQUE

Après les premières consultations visant à orienter le patient vers un traitement implantaire, la validation du projet prothétique est une étape essentielle de l'ensemble du traitement implantaire. Les étapes doivent suivre une démarche chronologique, logique et cohérente⁽⁴⁹⁾ :

1. La cire de diagnostic est un montage en cire qui prévisualise la situation et l'anatomie des prothèses sur les modèles du patient. Ce montage est réalisé de manière idéale, c'est à dire qu'il n'intègre pas encore d'éventuels compromis.



Figure 15-Cire de diagnostic des dents manquantes maxillaires selon Davarpanah et coll. en 2011⁽⁴⁸⁾

2. Un guide radiologique est ensuite confectionné à partir des modèles d'études montés sur articulateur et de la cire de diagnostic. Pour ce faire, une reproduction de la cire diagnostic en résine radio-claire est élaborée. La résine est percée au niveau des points d'émergence des futurs implants selon l'axe de la crête et rempli d'un matériau radio-opaque.



Figure 16-Guide radiologique sur le modèle selon Davarpanah et coll. en 2011⁽⁴⁸⁾

3. L'étude pré-implantaire tomодensitométrique est réalisée à partir du guide radiologique. La longueur, le diamètre, et l'orientation de chaque implant sont déterminés.

2.2 LES TECHNIQUES D'IMAGERIE

Lors du bilan radiographique pré-implantaire, les examens rétro-alvéolaires ou panoramiques sont parfois suffisants lorsque les sites à implanter ne présentent pas d'obstacles anatomiques et que le volume osseux est important. Toutefois, ce type d'imagerie ne renseigne pas sur le volume disponible. Dans ce cas l'examen clinique apporte certes une estimation, mais seule l'imagerie volumique permet d'identifier précisément ce paramètre primordial.

2.2.1 RADIOGRAPHIE RETRO-ALVEOLAIRE^(167,75)

Avec l'utilisation d'un angulateur en technique long cône, l'agrandissement de la zone radiographiée est minime, moins de 10%. La finesse des détails est très intéressante. Il nous est possible d'ajuster individuellement pour chaque implant l'angulation du faisceau des rayons X.

2.2.2 RADIOGRAPHIE PANORAMIQUE^(167,75,172)

Cet examen est une technique orthopantomographique. Le film et le tube radiogène sont solidaires et animés de mouvements complexes inverses de part et d'autre du patient.

Ce dispositif engendre deux conséquences :

- Dans la zone postérieure : l'épaisseur de la coupe est importante, les images des racines et couronnes des dents sont nettes, la visualisation du canal dentaire est possible.
- Dans la zone antérieure : cette tomographie efface efficacement la colonne cervicale. En conséquence l'épaisseur de coupe est faible, les bords libres et l'apex des incisives ne peuvent pas toujours être visualisés en même temps (le plan de coupe est vertical et fin, les incisives étant inclinées, soit le bord libre soit l'apex disparaît du plan de coupe)

-

2.2.3 EXAMEN TOMODENSITOMETRIQUE OU CT SCAN^(147,48,49,75,55)

Le CT scan est une technique d'acquisition d'imagerie sectionnelle volumique. Le principe est la réalisation d'une série de coupes axiales fines de 1mm d'épaisseur, espacées tous les 0,5mm. Le « scout view » est le plan de référence permettant d'obtenir les coupes d'acquisition, il est préalablement repéré sur un scanogramme de profil.

Les coupes axiales sont les coupes natives. Des coupes coronales et panoramiques sont reconstruites grâce à un logiciel informatique.

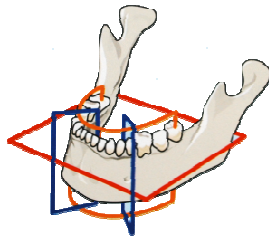


Figure 17- Les différents plans de coupe d'un CT scan selon Davarpanah et coll. en 2011⁽⁴⁸⁾
Axiale = horizontale (en rouge), coronale = frontale (en bleu), panoramique = tangentielle (en orange)

2.2.4 CONE BEAM⁽⁴⁸⁾

La nécessité de mettre au point des examens radiologiques moins irradiants a conduit récemment à l'élaboration de la tomographie volumique numérisée par faisceau conique ou cone beam. Cette technique à faisceau incident de rayons X conique permet une acquisition de l'image en une seule rotation. Son utilisation est similaire à celle du scanner conventionnel.

2.2.5 IMAGERIE MICROCT⁽⁴⁹⁾

Cette imagerie permet la visualisation en trois dimensions de l'architecture osseuse au voisinage de l'implant. Actuellement son application est plutôt fondamentale, dans l'étude des interfaces os-implant. Son application en recherche clinique est en cours.

Ces techniques d'examen permettent ainsi l'exploitation idéale du volume osseux en déterminant la longueur et le diamètre idéal de l'implant en fonction de la future prothèse et d'estimer la quantité et qualité osseuse que nous allons développer.

2.3 LA QUALITE OSSEUSE

- La classification histologique de Lekholm et Zarb⁽¹⁰⁵⁾ présente 4 types d'os :
- groupe I : L'os est composé essentiellement d'un tissu homogène compact
 - groupe II : Une couche épaisse d'os compact entoure un noyau d'os spongieux dense
 - groupe III : Une couche très fine d'os cortical entoure un noyau d'os spongieux dense
 - groupe IV : Une couche très fine d'os cortical entoure l'os spongieux de faible densité

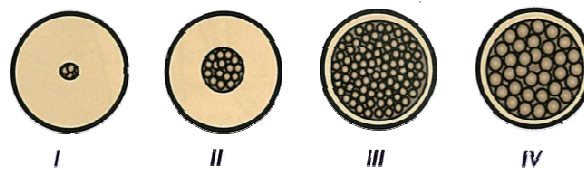


Figure 18-Classification osseuse selon Lekholm et Zarb 1985⁽¹⁰⁵⁾

- La nouvelle génération d'appareil tomодensitométrique assisté à un logiciel informatique permet d'évaluer, par des unités Hounsfield (UH) la densité. Ces unités correspondent à la densité des pixels :
- plus le nombre d'UH est petit, plus l'image est radio-claire, plus le matériel est de faible densité
 - plus le nombre d'UH est importante, plus l'image est radio-opaque, plus le matériel est dense.
- La localisation clinique est différente selon le type d'os :

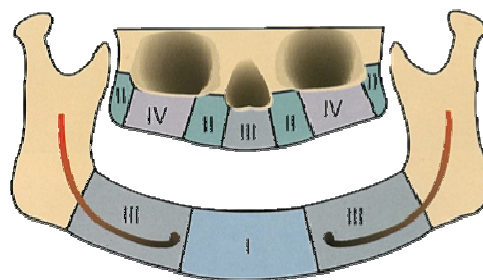


Figure 19-Analogie entre la classification osseuse selon Lekholm et Zarb et la localisation clinique des différents types d'os selon Davarpanah et coll. en 2008⁽⁴⁹⁾.

- Tableau d'équivalence entre la qualité osseuse selon Lekholm et Zarb, la densité représentée par les Unités Hounsfield et la localisation clinique pour l'évaluation chirurgicale préimplantaire.

Qualité selon Lekholm et Zarb	Densité osseuse (UH)	Localisation clinique
1	> 850	Mandibule antérieure
2 et 3	500-800	Mandibule postérieure Maxillaire antérieur
4	0-500	Maxillaire postérieur

Figure 20-*Qualité et densité de l'os selon sa localisation clinique selon Martinez et coll. en 2008⁽¹¹⁷⁾*

Les informations recueillies lors de l'examen clinique et les différents examens complémentaires sont confrontées au cahier des charges des solutions prothétiques et implantaire. Les données analysées permettent d'affiner la liste des solutions prothétiques possibles et de valider un plan de traitement final.

3. CHOIX THERAPEUTIQUES PROTHETIQUES

3.1 INTRODUCTION

Le nombre de patients demandeurs d'une reconstruction fixe sur implant a considérablement augmenté ces dernières années.

En présence d'un édentement, chaque proposition thérapeutique implanto-portée adaptée à la situation clinique possède une estimation des taux de survie connus à moyen ou long terme, présentée dans le tableau suivant :

Taux de survie (%)	5 ans	10 ans	15 ans	20 ans
Couronne unitaire implanto-portée	94,5	89,4	-	-
Prothèse fixe partielle implanto-portée	95	86,7	-	-
Prothèse fixe complète implanto-portée	-	-	-	84,3
Prothèse amovible complète stabilisée sur implant	-	-	100	-

Figure 21-Tableau résumant les taux de survie des prothèses implanto-portées selon Eliaziewicz-Wajnsztok et coll. en 2009⁽⁵⁹⁾. D'après les études de Pjetursson et coll. 2007, Brägger et coll. 2005, Pjetursson et coll. 2004, Attard et coll. 2004.

Le choix des options prothétiques pour remplacer les dents absentes doit être basé sur des preuves scientifiques ; La démarche méthodique actuelle s'appuie sur le schéma de « l'Evidence Based Dentistry ».⁽⁷⁾

3.2 « EVIDENCE BASED DENTISTRY »

L' « Evidence Based Dentistry » est une application de l' « Evidence Based Medicine » et se définit comme l'utilisation consciencieuse et judicieuse des meilleures données actuelles de la recherche clinique dans la prise en charge personnalisée de chaque patient" ⁽¹⁴⁹⁾.

La démarche proposée consiste à identifier les niveaux de preuve scientifiques fournis par la littérature et à formaliser des recommandations prenant en compte les informations fournies. Elle permet donc l'intégration des données avérées de la science à l'expérience et à la pratique clinique quotidienne, tout en tenant compte de la demande et des besoins des patients afin de prendre une décision clinique raisonnée⁽⁹⁵⁾ :

Quatre étapes successives constituent sa démarche⁽⁹⁵⁾ :

1. La formulation d'une question clinique claire et précise à partir d'un problème clinique posé.
2. La recherche d'articles pertinents dans la littérature.
3. L'évaluation critique de la validité et de l'intérêt des résultats trouvés et l'extraction des preuves qui sont à la base des décisions cliniques.
4. L'intégration de ces preuves dans la pratique médicale courante afin de répondre à la question initiale.

Nous pouvons définir une "hiérarchie" des différents types d'étude, établie en fonction de leur qualité méthodologique intrinsèque. Du plus bas niveau de preuve au plus haut :

- ✓ Etudes *in vitro*
- ✓ Etudes animales
- ✓ Hypothèses biologiques, opinions d'expert ou d'auteur
- ✓ Séries de cas

Description d'une série de cas comparables, sans comparaison avec un groupe témoin.

- ✓ Étude de cas-témoins

Etude d'observation rétrospective dans laquelle les caractéristiques des malades (cas) sont comparées à celles de sujets indemnes de la maladie (témoins).

La sélection des sujets est réalisée en fonction de l'issue.

- ✓ Étude longitudinale de cohorte ou de suivi

Etude d'observation, le plus souvent prospective, dans laquelle un groupe exposé à un traitement particulier est suivi pendant une période déterminée et comparé à un groupe contrôle non exposé. La sélection des sujets est réalisée en fonction de l'exposition.

Etude éventuellement rétrospective réalisée sur la base de dossiers médicaux.

- ✓ Essai contrôlé randomisé

Etude expérimentale où les patients sont répartis de manière aléatoire en 2 groupes.

La répartition au hasard ayant pour but d'assurer que les patients répartis dans les 2 groupes de l'essai soient rigoureusement semblables en tous points, excepté en ce qui concerne le traitement reçu. La réalisation de l'étude, effectuée en double aveugle permet d'écartier tout biais éventuel.

L'issue est à mesurer chez au moins 80% des participants entrés dans l'étude, ce qui correspond à des pertes au niveau du suivi inférieures ou égales à 20%.

✓ **Revue systématique**

Étude pouvant être définie comme une démarche scientifique rigoureuse de revue critique de la littérature.

✓ **Méta-analyse**

Étude qui consiste à rassembler les données issues d'études comparables et à les ré-analyser au moyen d'outils statistiques adéquats. Elle regroupe des études pertinentes dans le but de faire le point sur une question.

Selon le niveau de preuve scientifique, l'agence nationale d'évaluation et d'accréditation en santé soumet en 2000 une gradation des recommandations que nous utiliserons dans ce travail.

NIVEAU DE PREUVE SCIENTIFIQUE FOURNI PAR LA LITTÉRATURE	GRADE DES RECOMMANDATIONS
Niveau 1 - Essais comparatifs randomisés de forte puissance - Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés - Analyse de décision basée sur des études bien menées	A Preuve scientifique établie
Niveau 2 - Essais comparatifs randomisés de faible puissance - Études comparatives non randomisées bien menées - Études de cohorte	B Présomption scientifique
Niveau 3 - Études cas-témoin	C
Niveau 4 - Études comparatives comportant des biais importants - Études rétrospectives - Séries de cas - Études épidémiologiques descriptives (transversale, longitudinale)	Faible niveau de preuve scientifique

Figure 22-Grade des recommandations publié par l'agence nationale d'évaluation et d'accréditation en santé en 2000 suivant le niveau de preuve scientifique fourni par les études⁽⁷⁾.

3.3 ANALYSE DE LA LITTÉRATURE ET APPLICATION CLINIQUE CHEZ L'ÉDENTE COMPLET

En 1915, lorsque GW Gillet⁽⁷⁷⁾ écrivait : « la prochaine décennie verra la fin des prothèses amovibles et fixes », il ne faisait aucun doute pour lui que la perte des dents et son expression extrême, l'édentement total, devait très vite disparaître. Aujourd'hui, force est de constater que rien ne vient étayer cette prédiction. L'Organisation Mondiale de la Santé prévoit 30% d'édentés totaux dans le monde en 2030.

Les implants dentaires sont reconnus en tant qu'option thérapeutique fiable pour le traitement des patients totalement édentés^(figure 21).

Ainsi, les études récentes concernant le succès des prothèses complètes fixées sur implants sont devenues rares et se concentrent actuellement sur les délais de mise en charge.

Références	Nombre d'implants	Succès implantaire	Période d'étude	Perte osseuse 1ère année	Perte osseuse Période de suivi
Adell et coll. 1981	2768	81-91%	15 ans	0,83 mm	0,36 mm
Adell et coll. 1985	95	NP	3 ans	0,9 mm	0,05 mm
Lekholm et coll. 1986	125	NP	15 ans	0,20 mm	0,07 mm
Quirynen et al. 1991	196	100-94,4%	4 ans	0,8 mm	<0,1 mm
Jemt 1994	449	92,1% (max)	5 ans	1,1 mm	1,15 mm
Jemt and Book 1996	510	72,4-94,5%	5 ans	NP	0,65 mm
Lindquist et coll. 1996	NP	98,9	15 ans	NP	NP
Naert et al. 1997	449	97% (mand.)	9 ans	0,7 mm	0,05 mm
Ferrigno et al. 2002	1286	95%	10 ans	NP	NP
Bryant et coll. 2007		95%	5 ans	0,5 mm	

Figure 23 : Tableau d'études concernant la survie implantaire et la perte osseuse lors de réhabilitations fixes complètes implanto-portées^{AM}

Plusieurs options thérapeutiques s'offrent à nous :

- La prothèse amovible totale conventionnelle
- La prothèse amovible complète supra implantaire (PACSI)
- Le bridge complet sur implant sans extension
- Le bridge sur pilotis ou bridge complet en extension (PFCIE)

Le maxillaire et la mandibule édentés présentent des caractéristiques anatomiques qui leur sont propres, influençant le type de reconstruction à envisager selon le cas clinique.

3.3.1 ANALYSE DE LA LITTÉRATURE

3.3.1.1 A LA MANDIBULE

L'édentation mandibulaire complète est un véritable handicap pour nos patients. En effet, le traitement d'une mandibule par les techniques classiques de prothèses amovibles est un défi particulièrement difficile à relever compte tenu de l'absence quasi systématique de stabilité de la prothèse. La validité scientifique et le succès à long terme des traitements implantaires ont permis de révolutionner la vie de ces patients.

Le choix entre une prothèse fixe ou amovible sur implant, outre les critères déterminants lors de l'examen clinique, peut-être influencé par le succès à long terme de la réhabilitation totale mandibulaire et la satisfaction des patients.

3.3.1.1.1 La satisfaction des patients

La satisfaction des patients, d'un point de vue esthétique et fonctionnel, étant un objectif primordial de nos réhabilitations, le choix du type de prothèse doit tenir compte de ce paramètre.

- Les études de Allen *et coll.* 2003⁽⁵⁾ (grade B), Awad *et coll.* 2003⁽¹⁸⁾ (grade B), Boerrigter *et coll.* 1995⁽³⁰⁾ (grade B), et Heydecke *et coll.* 2003⁽⁸⁶⁾ (grade C) s'accordent pour dire que la satisfaction des patients est meilleure lorsqu'ils sont réhabilités avec une prothèse amovible sur implants comparativement à une prothèse amovible conventionnelle.
- L'étude Morais *et coll.* 2003⁽¹²¹⁾ (essai clinique randomisé incluant un faible échantillon, grade B) a également mis en évidence qu'une prothèse amovible sur 2 implants améliore significativement la nutrition des patients âgés par rapport à une prothèse amovible conventionnelle.
- Les études Feine *et coll.* en 1994^(66,67) (grade C) ont comparé les différents types de prothèse implanto-portées : prothèse amovible totale et prothèse fixe mandibulaire sur un nombre restreint de quinze sujets. Concernant le choix de la prothèse, la stabilité oriente le choix vers une prothèse fixe, néanmoins la facilité d'entretien de l'appareil oriente les personnes âgées vers un choix amovible. Les résultats suggèrent que le choix de la prothèse se fait pour des raisons spécifiques et le clinicien doit tenir compte de ces

informations pour choisir le type de prothèse le plus approprié. Concernant la fonction masticatoire, le résultat surprenant est que la prothèse supra implantaire stabilisée et retenue par deux implants n'est pas moins efficace que la prothèse fixe. Concernant l'évaluation psychométrique, nous ne retrouvons pas de différence entre les deux types de prothèses quant à la satisfaction générale, l'adaptation des prothèses, la fonction et la qualité de vie.

- ✓ Selon les études Assunção *et coll.* en 2007⁽¹³⁾, 2009⁽¹³⁾, et 2010⁽¹³⁾ (grade C), Feine *et coll.* en 1994^(66,67,68) (grade C) et Zani *et coll.* en 2009⁽¹⁸³⁾ (grade C), la comparaison avec les deux autres alternatives thérapeutiques est favorable à la prothèse amovible implanto-retendue, non seulement vis à vis de la prothèse conventionnelle, ce que l'on comprend aisément, mais aussi vis à vis de la prothèse fixe implantaire dont l'intérêt est variable selon les patients.
- ✓ Le traitement de l'édenté complet mandibulaire par prothèse amovible implanto-retendue a fait l'objet de nombreuses publications ces dernières années dans la littérature et a donné lieu à une conférence de consensus tenue à l'université de Mc Gilles en 2002⁽⁶⁵⁾. La conclusion est de privilégier deux implants supportant une prothèse amovible

3.3.1.1.2 Le succès à long terme des PFCIE

1. L'étude de Bryant *et coll.* en 2007⁽³⁸⁾ (grade B), revue systématique de 72 études d'un suivi de 5 ans, incluant une méta-analyse, conclut qu'il n'existe pas d'évidence scientifique prouvant que le taux de survie implantaire est influencé par le type de prothèse, amovible ou fixe. Les options prothétiques fixes ou amovibles présentent ainsi les mêmes taux de survie implantaire :
 - ✓ les taux de survie confondus varient de 83 à 100% selon les études
 - ✓ les taux de survie moyens sont respectivement, pour les prothèses mandibulaires amovibles et fixes de 95,7% et 96,7% à cinq ans, et de 95,4% et 91% à dix ans.
2. Les résultats des différentes études, regroupés dans le tableau suivant, indiquent que les PFCIE ont un taux de survie élevé.

Cependant, ces études se basaient principalement sur le taux de succès implantaire, sans inclure de critères précis définissant les différentes complications rencontrées.

3. Galluci *et coll.* en 2009⁽⁷³⁾ proposent une étude longitudinale prospective multicentrique à 5 ans, incluant 237 implants chez 45 patients. (Le caractère multicentrique apporte un critère de qualité ; grade B). Lors de cette étude des paramètres précis sont définis afin de définir précisément les taux de survie et taux de complications biologiques et techniques des PFCIE.
 - ✓ Une PCIE serait une option de traitement scientifique valide avec un taux de survie implantaire de 100 % et taux de survie prothétique de 95,5 %
 - ✓ La majorité des complications était d'ordre technique prothétique (70%)
 - ✓ Toutes les complications biologiques étaient réversibles
 - ✓ Il n'existait pas de corrélation significative entre l'augmentation de la longueur de l'extension et l'augmentation des complications.
4. D'après Diss *et coll.* en 2005⁽⁵⁴⁾ (grade C), il n'existe pas de différence entre les taux de survie des bridges complets mandibulaires avec ou sans extensions distales.

Auteurs	Type d'études	Grade	Nombre de patient	Nombre d'implant	Nombre d'implants par arcade	Nombre de PFCI		Période d'étude	Survie implantaire	Survie prothétique	
						Sans extension	Avec extension			Sans extension	Avec extension
Galluci 2009	Prospective multicentrique	C	45	237	4 à 6	-	45	5 ans	100 %	-	95,5 %
Bryant 2007	Revue systématique	B			4 à 6	-		5 ans	83 à 100%	-	
Onorp et coll. 1999	prospective	C	53	-	-	-	53	5 ans	99 %	-	100 %

Figure 24-Tableau d'études concernant la survie implantaire et prothétique des PFCIE à la mandibule^{AM}

En conclusion à la mandibule :

- De nombreuses études objectivent des résultats fiables pour une PFCI
- Le traitement de choix est la mise en place de deux implants supportant une prothèse amovible.
- Les données ci-dessus soulignent, qu'une PFCI à la mandibule est associée à un taux de survie élevé de l'ordre de 95% et serait donc une option thérapeutique prévisible, en s'appuyant sur des études de grade B et majoritairement de grade C.
- La demande du patient est un critère fondamental. Si le patient est demandeur d'une prothèse fixe implanto-portée une PFCI peut-être réalisé lors de cas clinique adéquat associé à une conception rigoureuse.

3.3.1.2 AU MAXILLAIRE

Les cavités nasales et sinus maxillaires associés à une qualité et quantité osseuse moindre peuvent compromettre le succès prothétique implantaire maxillaire.

- ✓ Esposito et coll. en 1998⁽⁶²⁾ (grade B), dans leur étude incluant une méta-analyse, montrent que les implants placés au maxillaire présentent un taux de survie inférieur aux implants mandibulaires, et retrouvent des taux de complications plus fréquents.
De plus, les résultats des études de Jemt et Lekholm en 1995⁽⁹³⁾ (grade C), Jemt et Chai en 1996⁽⁹²⁾ (étude de cohorte multicentrique prospective d'un suivi de 5 ans, grade B), concernant les taux de succès implantaires maxillaires à cinq ans, sont de 72% pour les prothèses amovibles, contre 92% pour les reconstructions fixes
- ✓ L'étude de Hutton et coll. en 1995⁽⁸⁵⁾ (grade C), après un suivi à 3 ans, aboutit à un taux d'échecs implantaires soutenant une overdenture de 27,6% au maxillaire et seulement 3,3% à la mandibule.
 - les PFCI présentent un meilleur taux de survie que les PACSI
 - Ce meilleur taux apparent de réussite en faveur des prothèses fixées n'est-il pas biaisé en défaveur des PACSI qui sont souvent privilégiées dès lors que la résorption osseuse est d'emblée importante ?

- En outre l'importance des mouvements de flexions et micromouvements en rapport avec des extensions mésiales et distales sur une armature fixe ne contribue-t-elle pas elle-même en défaveur de la PACSI ?

Nous n'avons pas retrouvé dans la littérature une contribution significative en réponse à ces questions.

Les études prospectives (grade C) de Martens *et coll.* 2010⁽¹¹⁸⁾, Fischer *et coll.* 2008⁽⁷¹⁾, Rasmusson *et coll.* 2005⁽¹⁴¹⁾, Bergkvist *et coll.* 2004⁽²⁵⁾...présentent pour les PFCIEau maxillaire :

- ✓ des taux de survies implantaire de 96,6% à 99,9%
- ✓ Des taux de survie prothétiques de l'ordre de 100%

Les résultats de ces études sont regroupés dans le tableau suivant :

Auteurs	Type d'études	Grade	Nombre de patient	Nombre d'implant	Nombre d'implants par arcade	Nombre de PFCI		Période d'étude	Survie implantaire	Survie prothétique	
						Sans extension	Avec extension			Sans extension	Avec extension
Mertens <i>et coll.</i> 2010	prospective	C	17	106	6	-	17	8 ans	99 %	-	100 %
Fischer <i>et coll.</i> 2008	prospective	C	21	139	6	-	24	5 ans	97,9 %	-	-
Rasmusson <i>et coll.</i> 2005	prospective	C	16	91	6	-	16	10 ans	96,6 %	-	100 %
Bergkvist <i>et coll.</i> 2004	prospective	C	25	146	5 à 7	-	25	2 ans	96,6 %	-	-

Figure 24-Tableau des études concernant la survie implantaire et prothétiques desPFCIE au maxillaire^{AM}.

Toutefois :

1. Ce traitement est souvent accompagné de problèmes phonétiques (en raison des espaces nécessaires pour l'hygiène entre la crête alvéolaire et la prothèse) influençant négativement la satisfaction des patients.⁽⁸⁶⁾
2. Une difficulté de cette réhabilitation est la gestion de l'esthétisme.
3. La situation anatomique est souvent problématique.

En conclusion au maxillaire :

Certains cas cliniques offrent peu de possibilités de traitement, il reste encore difficile de proposer une solution fixe à des patients présentant un volume osseux insuffisant. Ainsi, face à une prothèse amovible maxillaire conventionnelle, plus fiable qu'à la mandibule et généralement bien tolérée, chez les sujets à forte résorption osseuse en situation maxillaire, il demeure légitime de privilégier la prothèse amovible complète conventionnelle⁽¹¹⁾.

Cependant :

- Les données ci-dessus soulignent cependant qu'une PFCIE au maxillaire est associée à un taux de survie élevé et serait donc une option thérapeutique prévisible.
- Deux thérapeutiques sont le plus souvent envisagées avec une prothèse en extension:
 - la mise en place de six à huit implants
 - la mise en place de quatre implants selon le protocole « All-on-four »

3.3.2 CRITERES DE CHOIX D'UNE PROTHESE COMPLETE EN EXTENSION IMPLANTO-PORTEE-INDICATIONS ET LIMITES

Les options thérapeutiques sont déterminées par :

- l'importance de la résorption alvéolaire
- le rapport interarcades⁽¹⁶³⁾
- les résultats de l'analyse esthétique et fonctionnelle
- la demande du patient

Le degré de résorption des crêtes résiduelles, la nature de l'arcade antagoniste, la relation squelettique, conditionnent le type de prothèse à réaliser ainsi que le nombre et la position des implants.

Sans pour autant oublier les différentes possibilités thérapeutiques, nous allons étudier plus précisément les PFCIE, c'est à dire le bridge sur pilotis.

3.3.2.1 RELATION SQUELETTIQUE ET VOLUME OSSEUX RESIDUEL

- ✓ L'étude de Tallgren et coll. en 1972⁽¹⁶²⁾, sur une période de 25 ans effectuée sur des édentés complets indique :
 - une résorption du maxillaire de 2,5 à 3 mm (avec une moyenne de 0,1 mm par an)
 - une résorption de la mandibule de 9 à 10 mm (avec une moyenne de 0,4 mm par an) soit quatre fois plus rapide en moyenne qu'au maxillaire. La perte de volume osseux mandibulaire peut dépasser 65 % du volume initial avant édentement⁽¹⁷⁾.

- ✓ La résorption des maxillaires est inversée, centripète au maxillaire et centrifuge à la mandibule⁽⁶⁹⁾
 - Classe I
Selon Davarpanahet coll. en 2008⁽⁵¹⁾ et 2007⁽⁵⁰⁾ (grade C), Bedrossian et coll. en 2008⁽²⁴⁾ (grade C), Zitzmann et coll. en 1999⁽¹⁸⁴⁾ (grade C), le rapport inter-arcade étant idéal, l'option thérapeutique est déterminée par le volume osseux résiduel.

 - Classe II
Le Dr Angle définit la classe II comme une mésio-position du maxillaire par rapport à la mandibule ; Le type de sourire et la demande esthétique du patient doivent être pris en compte

Selon Davarpanahet *coll.* en 2008⁽⁵¹⁾ et 2007⁽⁵⁰⁾ (grade C), Bedrossian *et coll.* en 2008⁽²⁴⁾ (grade C), Zitzmann *et coll.* en 1999⁽¹⁸⁴⁾ (grade C) :

- ✓ A la mandibule : la PFCIE peut être un traitement de choix
 - Elle nécessite un cantilever moins important par rapport à une classe I pour obtenir une occlusion molaire, situation biomécaniquement favorable.
 - L'angulation vestibulée pour les implants mandibulaires est difficile à réaliser, le résultat esthétique et fonctionnel doit être prévisualisé, notamment si une extension mésiale est réalisée pour compenser la béance⁽³⁴⁾.
- ✓ Au maxillaire :
 - L'obtention d'une occlusion molaire nécessite une extension plus longue, provoquant une surcharge occlusale au niveau des implants postérieurs. Si possible un nombre plus important d'implants postérieurs permet de compenser les forces occlusales.
 - L'angulation palatine pour les implants maxillaires est là aussi difficile à obtenir, le résultat esthétique et phonétique doit être anticipé. L'altération du soutien des lèvres, une modification importante de l'esthétique faciale, difficilement acceptable par le patient, peuvent nous conduire plutôt vers une compensation prothétique du décalage des bases en envisageant une PACSI.

➤ Classe III

La disto-position du maxillaire retrouvée en cas de classe III impose de déterminer les impératifs esthétiques et fonctionnels qui doivent être anticipés.

Le choix dépendra aussi du volume osseux.

Selon Davarpanahet *coll.* en 2008⁽⁵¹⁾ et 2007⁽⁵⁰⁾ (grade C), Bedrossian *et coll.* en 2008⁽²⁴⁾ (grade C), Zitzmann *et coll.* en 1999⁽¹⁸⁴⁾ (grade C) :

- ✓ A la mandibule :
 - En présence d'un volume osseux adéquat, une angulation linguale des implants et un dessin prothétique adapté peuvent atténuer le décalage squelettique.
 - En présence d'un volume osseux réduit, seul le dessin prothétique pourra compenser ce décalage.
- ✓ Au maxillaire :
 - En présence d'un volume osseux adéquat, une angulation vestibulée des implants et un dessin prothétique adapté peuvent atténuer le décalage squelettique.

- En présence d'un volume osseux réduit, seul le dessin prothétique pourra compenser ce décalage

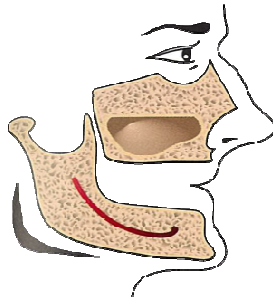


Figure 25-représentation schématique d'un patient en présence d'une résorption osseuse modérée selon Davarpanah et coll. en 2008⁽⁴⁹⁾.

La résorption continue suite à l'édentement entraîne en cas d'édentement de longue durée une altération du contour crestal. La résorption des maxillaires est inversée, centripète au maxillaire et centrifuge à la mandibule, entraînant le plus souvent un décalage interarcades.

- ✓ Si ce décalage reste modéré, une angulation des axes implantaire permettra de rattraper ce léger décalage, une PFCIE restera alors une indication
- ✓ En cas de décalage plus important une PACSI voir même une reconstruction chirurgicale du volume osseux est à envisager, les limites de notre reconstruction prothétiques sont atteintes.

3.3.2.2 CONSIDERATION CHIRURGICALE

3.3.2.2.1 Nombre d'implants

Le nombre d'implants dépend de la forme de l'arcade et du volume osseux résiduel.

- ✓ Au maxillaire :
 - Selon les résultats de l'étude de Jemt et coll en 1994⁽⁹¹⁾(grade C), idéalement 8 implants sont recommandés.
 - Cependant, les résultats des études (grade C) du tableau 23 permettent aussi de prôner 5 à 7 implants.
 - En outre, les résultats des études de Malò et coll. ^(111,112,113) favorisent le développement de la mise en place de 4 implants

✓ A la mandibule :

- D'après les résultats des études idéalement 6 implants placés en avant des trous mentonniers permettent d'obtenir un excellent résultat
- Dans certains cas, l'utilisation d'un minimum de 4 implants peut-être envisagée selon les études de Malò *et coll.* ^(111,112,113)

- Un recul clinique important permet d'appuyer la fiabilité des protocoles de 6 à 8 implants.
- Un faible niveau de preuve scientifique qualifie la mise en place de 4 implants comme un protocole fiable à court terme. Des études scientifiquement pertinentes à long terme sont souhaitées.
- Le nombre d'implants pouvant être mis en place reste tributaire, quelque soit le cas clinique, de la situation anatomique.

3.3.2.2.2 *Positionnement des implants*

1. Le volume osseux résiduel est à évaluer dans les trois plans de l'espace pour faire le choix du nombre, diamètre et longueur des implants⁽⁴⁹⁾.
2. Il ne faut pas oublier que les implants soutiennent une arcade prothétique ayant pour objectif une réhabilitation esthétique et fonctionnelle.

A ce titre le dessin prothétique doit inclure un minimum de 12 dents, de première molaire à première molaire afin de satisfaire aux critères esthétiques de la majorité des patients et à une nécessité fonctionnelle de mastication

3. Or :

✓ Au maxillaire :

- dans la moitié des cas clinique, la paroi mésiale du sinus maxillaire est en avant de la première molaire⁽⁸¹⁾.
- La distance entre la paroi inférieure du sinus et la crête osseuse varie de 0,5 à 21 mm, avec une moyenne de 6,5mm⁽¹⁷¹⁾, ne permettant pas la mise en place d'implant.

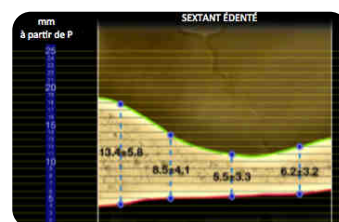


Figure 26-Profil de la crête alvéolaire et du sinus maxillaire selon Farina *et coll* en 2011⁽⁶⁴⁾.

✓ A la mandibule :

- La distance entre le bord alvéolaire et le canal mandibulaire est variable de 1 à 17,5 mm⁽¹⁷¹⁾
- Le foramen mentonnier se déplace vers une position plus crestale, à 9 mm en moyenne de la crête alvéolaire⁽⁸²⁾.
- les résultats de l'étude d'Apostolakis et coll. en 2011⁽⁹⁾ concernant la boucle antérieure du nerf alvéolaire démontrent qu'une distance de sécurité d'au moins 6 mm entre le bord antérieur du foramen mentonnier et l'implant le plus distal inter-foraminal doit-être respectée. En effet cette boucle était présente chez 48% des sujets étudiés et mesurée avec une longueur maximale de 5,7 mm.

Dans ces conditions, la conception d'une extension lors du projet prothétique permet donc d'obtenir une circonférence prothétique adéquate.

- Lorsque la largeur osseuse est adéquate (> 6mm), le nombre d'implants est calculé par rapport à la distance mésio-distale disponible en avant des trous mentonniers à la mandibule ou en avant des sinus maxillaires. Le nombre d'implants nécessaire est présenté dans le tableau suivant :

Distance osseuse mésio-distale disponible	Nombre d'implants (standard) conseillés
29 mm	4
36 mm	5
43 mm	6
50 mm	7
57 mm	8

Figure 27-Nombre d'implants conseillés en fonction de la distance mésio-distale osseuse selon Davarpanah et coll. en 2008⁽⁴⁹⁾.

3.3.2.3 CONSIDERATION PROTHETIQUE ET CAHIER DES CHARGES

DE L'EXTENSION

3.3.2.3.1 *Forme de l'arcade et dessin prothétique*

Une arcade ovoïde permet un positionnement des implants en demi-cercle. La distribution des implants sur toute la longueur de la crête osseuse optimise la disposition biomécanique et permet d'envisager des cantilevers distaux plus longs.

A contrario, une arcade rectangulaire associée à des émergences des nerfs mentonniers mésiales oblige à un positionnement implantaire en ligne droite. D'un point de vue biomécanique, le placement des implants sur une même ligne droite entraîne un risque de surcharge important. La distribution des contraintes n'est pas optimale, et contre-indique donc des extensions importantes.⁽¹⁴²⁾

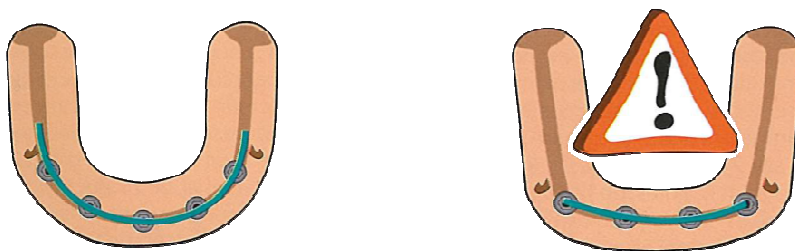


Figure 28-Forme de l'arcade et dessin prothétique selon Davarpanah et coll. en 2008⁽⁴⁹⁾.

3.3.2.3.2 *Longueur de l'extension*

- ✓ Les études *in vitro* : Eskitascioglu et coll. 2004⁽⁶¹⁾(grade C), Ogawa et coll. 2000⁽¹²⁶⁾(grade C), Mc Cartney et coll. 1992⁽¹¹⁶⁾(grade C), Osier et coll. 1991⁽¹²⁹⁾(grade C), Shackleton et coll. 1994 (grade C) estiment que la longueur de l'extension mandibulaire ne doit pas dépasser 20 mm.
- ✓ Les études *in vivo* : Tarnow et coll. 1997⁽¹⁶⁵⁾(grade C), Brunski et coll. 2003⁽³⁷⁾(grade C), Colomina et coll. 2001⁽⁴⁷⁾(grade C), Randow et coll. 1999⁽¹³⁷⁾ démontrent qu'une extension
 - jusqu'à 14 mm est cliniquement acceptable à la mandibule
 - ne doit pas excéder 10 mm au maxillaire.
- ✓ Mc Alarney et coll. 2000⁽¹¹⁵⁾ (grade C) et White et coll. 1994⁽¹⁷⁷⁾(grade C) concluent que la longueur du cantilever ne doit pas excéder la longueur antéropostérieure de la zone où les implants sont distribués.

- En pratique, selon les auteurs Davarpanah *et coll.* en 2007, la longueur de l'extension est souvent calculée en fonction de la répartition des implants sur l'arcade. Plus la distance entre l'implant le plus antérieur et le plus postérieur est grande, plus l'extension peut-être longue. Elle correspond à la distance antéro-postérieure séparant les lignes parallèles tracées à travers, le milieu de l'implant le plus antérieur et l'implant le pluspostérieur multiplié par 1,5 ⁽⁵⁰⁾

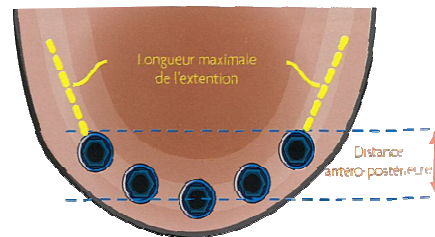


Figure 29-Calcul de la longueur maximale de l'extension selon Davarpanah *et coll.* en 2007⁽⁵⁰⁾

- Il n'y a pas de consensus commun scientifiquement établi concernant la longueur de l'extension
- Les extensions maxillaires devraient être plus courtes que les extensions mandibulaires.

3.3.2.3.3 Espace prothétique

Le nombre, la longueur et le diamètre implantaires doivent être analysés en fonction de l'espace prothétique disponible. La dimension verticale résiduelle détermine l'espace prothétique disponible.

Selon Davarpanah *et coll.* en 2008⁽⁴⁹⁾ et 2007⁽⁵⁰⁾ (grade C), Bedrossian *et coll.* en 2008⁽²⁴⁾ (grade C), Zitzmann *et coll.* en 1999⁽¹⁸⁴⁾ (grade C), la structure prothétique nécessite une hauteur minimale de 7 mm correspondant à la résistance mécanique de l'infrastructure et du matériau cosmétique. Un bon rapport ancrage implantaire/prothèse est capital pour un bon pronostic.

3.3.2.3.4 Point d'émergence implantaire et esthétique

Le site d'émergence implantaire dans le plan vestibulo-palatin est déterminant pour l'obtention d'un résultat esthétique satisfaisant et doit-être rigoureusement anticipée avant la phase chirurgicale en cas de bridge complet⁽²⁴⁾.

En effet, une des différences entre le bridge sur pilotis en extension et le bridge complet en extension est l'utilisation de fausse gencive avec les bridges sur pilotis permettant de compenser une résorption osseuse vestibulo-palatine modérée.

De plus, la fausse gencive permettra aussi de s'affranchir d'un résultat esthétique disgracieux retrouvé avec les bridges complets en extension si un positionnement imparfait des implants entraîne une visibilité de l'émergence implantaire au niveau des embrasures prothétiques.

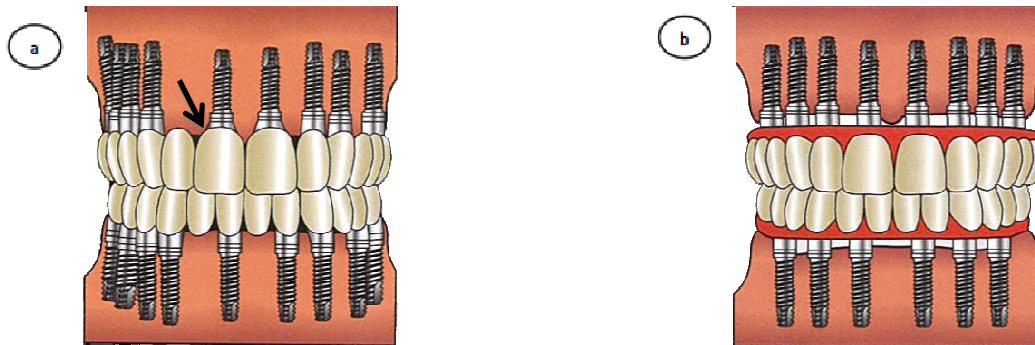


Figure 30-Bridge complet en extension (a) et bridge sur pilotis (b) selon Davarpanah et coll. en 2008⁽⁴⁹⁾.

3.3.2.3.5 Mise en charge

Malo *et coll.* en 2005⁽¹¹³⁾, Capelliet *coll.*⁽⁴⁰⁾, Tarnow *et coll.* 1997⁽¹⁶⁵⁾, Brunski *et coll.* 1993⁽³⁵⁾, soutiennent que la présence des cantilevers est néfaste au niveau biomécanique lors de mise en charge immédiate, tandis que Testori *et coll.*⁽¹⁶⁸⁾, Colomina *et coll.* 2001⁽⁴⁷⁾, Randow *et coll.* 1999⁽¹³⁷⁾ ont obtenu des résultats comparables aux procédés conventionnels en deux temps en présence d'une extension.

Sans consensus réel, nous concluons que les extensions devraient être restreintes en utilisation et/ou en taille au cours de la phase de cicatrisation osseuse sans oublier toutefois qu'un manque de calage postérieur peut s'accompagner d'un inconfort pour le patient.

3.3.2.3.6 Le problème de la flexibilité mandibulaire

La forme anatomique, les sites d'insertions musculaires postérieurs et l'architecture osseuse de la mandibule sont à l'origine d'une déformation lors de l'ouverture buccale⁽⁵⁴⁾ :

- ✓ Chaque hémi-arcade présente une forme de voûte, convexe, qui agit comme un bras de levier. Des contraintes très importantes apparaissent au sein de l'os, même si les forces occlusales sont faibles.
- ✓ D'un point de vue biomécanique :
 - un bridge complet dento-porté génère des forces de torsions qui sont habituellement compensées par le potentiel d'adaptation du ligament parodontal des dents naturelles.
 - Un bridge complet implanto-porté, peut ne pas supporter ces forces de torsions et aboutir à des fractures de la suprastructure prothétique et à un inconfort voire des douleurs.
 - Il semble donc qu'afin de respecter la flexibilité naturelle de la mandibule, une segmentation des bridges complets soit recommandée dans le cas d'implantation distale aux foramsmentonniers⁽⁵¹⁾.
 - Cette segmentation est impossible lors d'une mise en charge immédiate. Les impératifs de celle-ci passent par la nécessité de la réalisation d'une structure monobloc liant de manière rigide les implants ostéo-ancrés.

Cette division n'est pas nécessaire pour les bridges sur pilotis dont les implants sont placés entre les deux foramsmentonniers.

3.3.2.3.7 *Choix d'un concept occluso prothétique*

Le concept occluso-prothétique à retenir va dépendre de la nature de l'arcade antagoniste et de la présence ou l'absence de canines naturelles, porteuses de récepteurs desmodontaux.

- ✓ PFCIE faisant face à des dents naturelles
 - Le concept occlusal est orienté vers une fonction canine et donc une désocclusion immédiate des secteurs cuspidés dans toutes les excursions mandibulaires.
- ✓ PFCIE faisant face à une PAC
 - Le concept de l'occlusion bilatéralement équilibrée doit-être appliqué.
- ✓ PFCIE faisant face à des implants
 - Cette situation est la plus délicate. L'absence de toute information proprioceptive épicrotique ne permet pas la modulation de la contraction de la musculature manductrice. Tous les choix occlusaux sont justifiés. Les forces masticatoires chez

l'édenté total augmentant considérablement après la mise en charge des implants (85% en 2 mois), la condition *sine quanon* à ce type de restaurations implantaires bimaxillaires est un contrôle clinique et radiographique régulier, pour dépister les conséquences de l'évolution occlusale, chez un patient motivé et informé des risques encourus.

3.3.3 BRIDGE SUR PILOTIS : ANCIEN ET NOUVEAU CONCEPT

Les bridges sur pilotis sont à différencier en deux concepts différents :

1. Une première option traditionnelle^(photo a) : consiste à placer des implants verticaux, parallèles entre eux, reliés entre eux par un bridge complet fixe.
 - Ce type de prothèse est réalisé avec des extensions distales dans le but de reconstituer une arcade avec des molaires.
 - De plus, en raison de la résorption osseuse avancée ou présence d'obstacles anatomiques, l'implant le plus distal est souvent relativement court (< 10mm).
 - Biomécaniquement, un implant court et une extension distale engendrent des complications techniques.
 - De nombreuses conceptions prothétiques sont en inadéquation avec l'anatomie et les impératifs implantaires techniques, le positionnement idéal de l'implant devient impossible.
2. Pour palier à ces inconvénients, l'utilisation d'implants inclinés est une des options alternatives proposées^(photo b). Des implants sont placés dans un axe oblique jusqu'à 45 degrés. Ils se trouvent ainsi parallèles à la paroi antérieure du sinus maxillaire ou foramen mentonnier. La justification biomécanique de ces implants est basée sur :
 1. la réduction de longueur de l'extension tout en gardant le même dessin prothétique
 2. l'augmentation de l'aire du polygone de soutien prothétique
 3. l'affranchissement des obstacles anatomiques
 4. Les implants peuvent être plus longs, permettant un développement de la mise en charge immédiate grâce à une bonne stabilité mécanique primaire
 5. Diminuer le nombre d'implants en améliorant la répartition des charges

- ✓ Au maxillaire, l'inclinaison permet un axe implantaire dans la région canine et une émergence du col de l'implant dans la région prémolaire.
- ✓ A la mandibule, plus le foramen mentonnier est loin de la crête, plus l'implant peut-être incliné, plus l'émergence sera distale. La longueur du cantilever est ainsi diminuée tout en gardant le même nombre d'unités masticatoires et donc un maintien efficace des fonctions manducatrices.

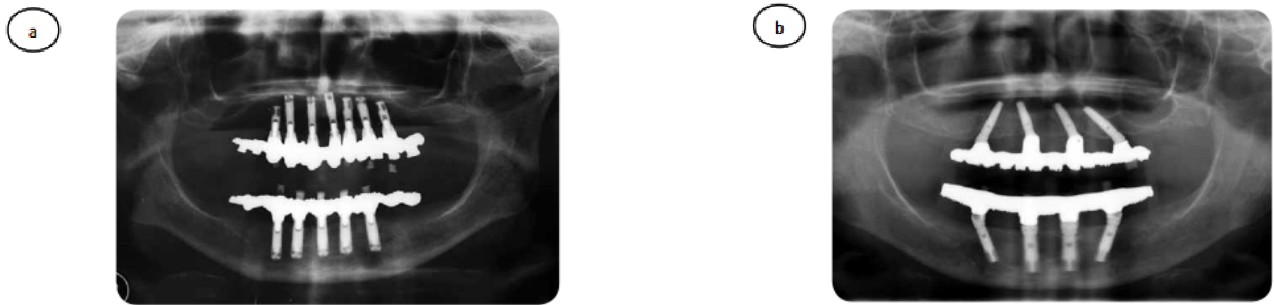


Figure 31-Radiographie panoramique d'un édentécomplet restauré avec deux PFCE supportées par :
 a-cinq implants verticaux entre les foramens mentonniers à la mandibule, sept implants au maxillaire
 b-quatre implants dont les deux distaux sont inclinés au maxillaire et à la mandibule

3.3.4 LES IMPLANTS INCLINES

3.3.4.1 RAPPEL DE LA METHODE DES ELEMENTS FINIS^(69,131)

La méthode des éléments finis est une méthode d'analyse des contraintes. Calculer une structure en éléments finis consiste à élaborer un modèle plus simple que la structure à étudier mais en présentant les mêmes propriétés mécaniques.

1. Un plan de masse est réalisé à partir de coupes en série de l'élément à étudier.
2. Cette maquette est ensuite découpée en petits éléments quadrangulaires (d'où le nom de méthode des éléments finis), réunis les uns aux autres par leurs sommets appelés nœuds .

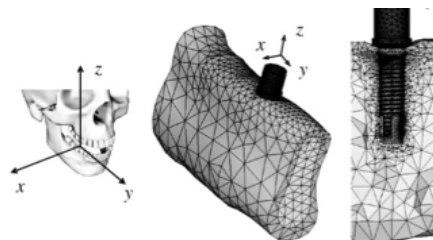


Figure 32-Exemple de modélisation d'un implant à la mandibule⁽⁶⁹⁾

3. Un logiciel calcule alors le déplacement de ces nœuds correspondant aux contraintes, ceci pour chaque cas de sollicitations mécaniques extérieures à l'élément.

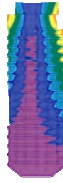


Figure 33-Exemple de localisation des contraintes sur un implant⁽¹³¹⁾

Les contraintes plus importantes se localisent au niveau du col de l'implant (rouge, orange, jaune)

La méthode s'applique à des systèmes qui associent des métaux à des matériaux vivants. Un immense champ d'investigations s'offre à nous puisqu'il devient maintenant possible de prévoir le comportement des prothèses ou implants.

Le calcul devient l'outil idéal pour la conception de nouvelles prothèses qui peuvent s'éloigner des formes « anatomiques » puisque les matériaux utilisés ont des caractéristiques intrinsèques très différentes de celles du tissu vivant.

L'application de cette méthode permet de progresser dans la compréhension théorique des matériaux permettant le développement d'application clinique.

3.3.4.2 APPLICATION DE LA METHODE DES ELEMENTS FINIS A L'ETUDE DES IMPLANTS INCLINES

- ✓ Les protocoles de mise en place d'implants inclinés bien que récents ont fait l'objet de nombreuses études fondamentales.

Certaines expérimentations *in vitro*

-implantaire.

Plusieurs auteurs ont aussi démontré, via des analyses photoélastiques, cette moins bonne distribution des contraintes.

Nous pouvons cependant remarquer que ces études ont été menées sur des implants unitaires ou édentements partiels mais non sur des arcades complètes. Or, la méthode des éléments finis portant sur plusieurs implants, utilisés pour restaurer un édentement complet, apporte des conclusions différentes.

Prenons l'exemple de l'étude récente de Bevilacqua *et coll.* en 2011⁽²⁷⁾ (grade C). Les auteurs ont étudié l'influence de l'inclinaison des implants associée à une diminution de la longueur de l'extension sur les implants supportant une prothèse fixe complète au maxillaire. Quatre modèles sont étudiés : les configurations II, III, IV comportent des implants distaux bilatéraux de plus en plus inclinés et des extensions de plus en plus raccourcies.



Figure 34- Caractéristiques des prothèses fixes complètes implanto-portées utilisées dans l'étude⁽²⁷⁾.

L'étude porte sur la transmission des contraintes au niveau des implants, de la prothèse et de l'os, en appliquant une force verticale de 150N sur la partie distale de l'extension.

- Au niveau des implants : nous pouvons observer un stress plus important au niveau de l'implant distal en situation I par rapport à la situation IV

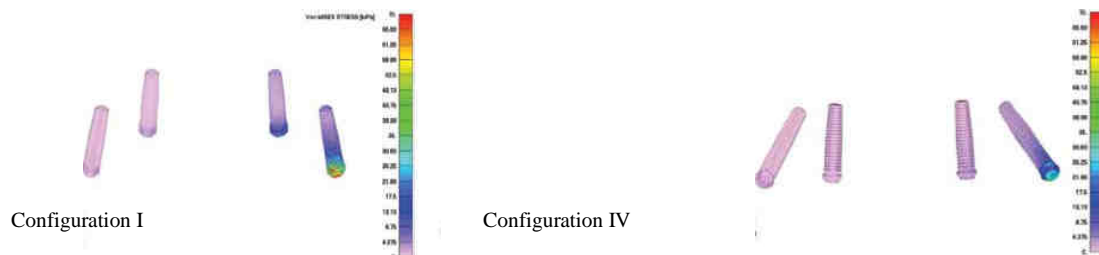


Figure 35- Contraintes au niveau des implants⁽²⁷⁾.

- Au niveau de la prothèse : le stress est retrouvé principalement au niveau de la partie distale de la prothèse, celui-ci étant plus important dans le cas de la configuration I.

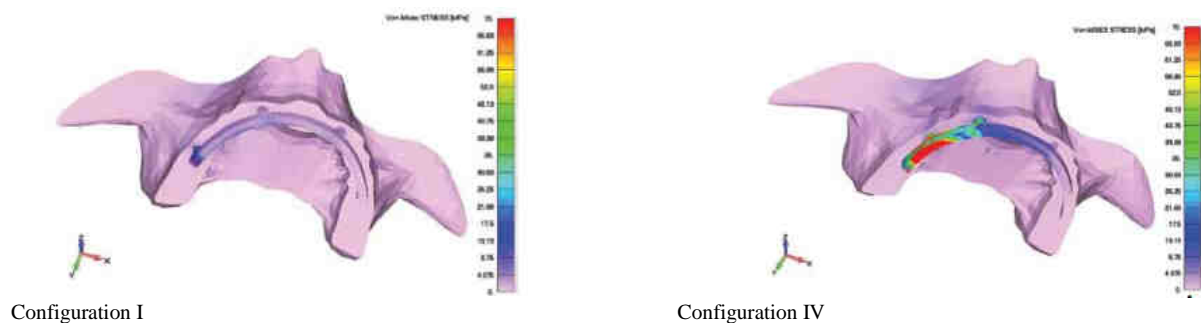


Figure 36- Contraintes au niveau de la prothèse⁽²⁷⁾.

- Au niveau osseux : L'inclinaison de l'implant distal permet de réduire les contraintes osseuses au niveau de l'os cortical et spongieux. Ce constat est retrouvé au niveau des implants distaux et mésiaux.

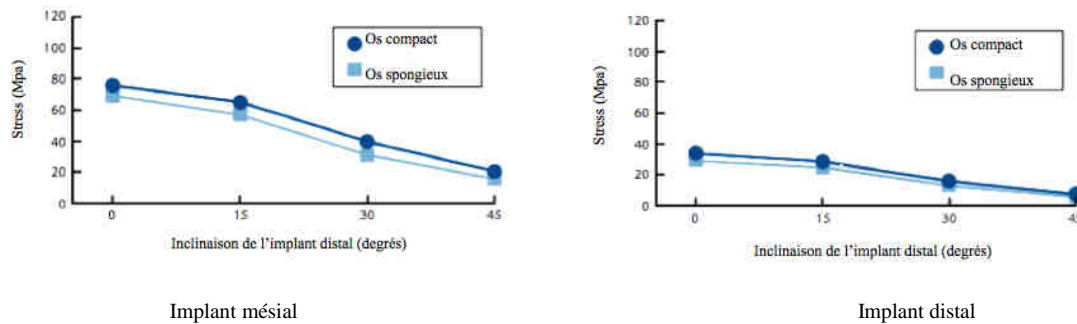


Figure 37-Contraintes au niveau osseux⁽²⁷⁾.

A l'inverse des implants inclinés unitaires, cette étude nous permet de conclure que l'inclinaison des implants distaux associée à une diminution de la longueur des extensions, permet de diminuer le stress péri-implantaire et les fractures des prothèses comparées aux implants droits supportant des extensions de longueur plus importante.

Ces résultats sont en accord avec les études de Geremia *et coll.* 2009⁽⁷⁶⁾ et Zampelis *et coll.* 2007⁽¹⁸²⁾. Les mêmes conclusions sont retrouvées à la mandibule (Bevilacqua *et coll.* 2008⁽²⁸⁾)

Nous insistons cependant sur la spécificité théorique de ces études, une indication scientifiquement valide trouvant son développement grâce aux résultats des études cliniques.

3.3.4.3 ETUDES CLINIQUES DES IMPLANTS INCLINES

Celetti *et coll.* en 1995⁽⁴³⁾ dans leur étude chez le singe (grade C), d'une durée insuffisante d'un an, ne trouvent pas de différence histologique concernant les tissus impliqués dans l'ostéo-intégration.

D'autres études ont suivi chez l'homme, démontrant que l'utilisation des implants angulés est fiable à court et moyen terme :

1. Une revue systématique de Del Fabbro *et coll.*⁽⁵³⁾ en 2010 (grade B) évalue le taux de survie d'implants verticaux et inclinés après un minimum de suivi d'an.

Sept études prospectives et deux rétrospectives regroupent 1026 implants droits et 966 implants inclinés distaux.

2. Trois études concernant les implants inclinés ne sont pas incluses dans cette revue systématique :

- Sethi *et coll.* 2000⁽¹⁵⁵⁾, dans une large étude clinique prospective sur 5 ans (grade C) portant sur 467 patients et 2261 implants dont l'angulation varie de 0 à 45° répartis en deux groupes randomisés concluent qu'il ne semble pas y avoir de différence statistique de survie des implants en fonction de l'angulation.

- Krekmaikov *et coll.* 2000⁽¹⁰⁰⁾ (grade C) annoncent des taux de survie importants dans une étude où ils cherchent à diminuer la longueur des cantilevers distaux ; A 5 ans, le taux de succès des implants angulés maxillaires est de 96 % et 100 % à la mandibule. Une diminution de longueur des extensions en moyenne de 9,3 mm est obtenue au maxillaire et 6,5 à la mandibule.

- Malò *et coll.* dans une étude plus récente de 2011⁽¹¹¹⁾ (grade C), confirment les précédents résultats des études de 2003 et 2005 (deux études rétrospectives (grade C) portant sur un protocole de mise en fonction immédiate d'une PFTIE supportée par quatre implants, en angulant les deux implants distaux en antérieur de la paroi antérieure du foramen mentonnier ou le long de la paroi antérieure du sinus. Ce concept est connu sous le nom de « All-on-Four ». Cette étude longitudinale prospective d'un suivi de 10 ans. fournit des taux de survie implantaire de 94,8% et taux de survie prothétique de 99,2% semblables à 5 et 10 ans.

Auteurs	Types d'études	Nombre d'implants		Echecs implantaires		Localisation des implants ayant échoué	Taux de succès prothétique
		Droits	Inclinés	Droits	inclinés		
Agliardi <i>et coll.</i> 2009*	Prospective	308	308	4	1	md 1/max 4	100
Weinstein <i>et coll.</i> 2009*	Prospective	40	40	0	0	-	100
Agliardi <i>et coll.</i> 2008*	Prospective	42	84	0	0	-	100
Francetti <i>et coll.</i> 2008*	Prospective	124	124	0	0	-	100
Tealdo <i>et coll.</i> 2008*	Prospective	64	47	2	5	max	100
Capelli <i>et coll.</i> 2007*	Prospective	212	130	2	1	max	100
Malò <i>et coll.</i> 2007*	Rétrospective	46	46	1	1	max	100
Malò <i>et coll.</i> 2006*	Rétrospective	93	96	0	2	max	100
Malò <i>et coll.</i> 2005*	Rétrospective	64	64	0	3	max	NP
Calandriello <i>et coll.</i> 2005*	Prospective	33	27	1	1	max	100

*étude incluse dans la revue systématique de Del Fabbro *et coll.* 2010

Figure 38-Tableau récapitulatif des études concernant les implants inclinés

3.3.4.4 DISCUSSION

- ✓ Les auteurs de l'étude de Geremia *et coll.* 2009⁽⁷⁶⁾ analysent la différence entre les implants droits et inclinés. Nous remarquons cependant que l'émergence des implants droits et inclinés reste la même. Or, pour compenser l'angulation des implants, la nécessaire utilisation de piliers angulés annule la diminution de longueur de l'extension.

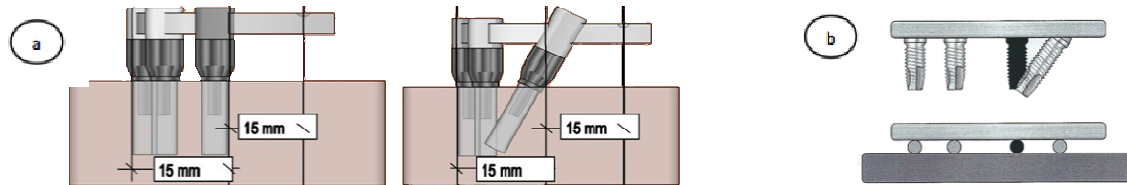


Figure 39-Comparaison du centre de rotation entre les implants utilisés dans les études de Geremia *et coll.* 2009⁽⁷⁶⁾ et Krekmakov *and coll.* 2000⁽¹⁰⁰⁾

Or :

- L'utilisation d'implants angulés crée un moment de flexion
- Une diminution de longueur de l'extension permet de réduire les contraintes
- Ainsi le moment de flexion engendré par l'inclinaison des implants doit être compensé par une diminution de longueur du cantilever.

Selon nos recherches, aucune étude ne prend en compte :

- 1) L'inclinaison maximum de l'implant pour contourner un obstacle anatomique
 - 2) l'utilisation de piliers angulés pour se rapprocher de la perpendiculaire du plan occlusal
 - 3) La diminution de la longueur de l'extension.
- ✓ La revue systématique de **Del Fabbro et coll. 2010**⁽⁵³⁾ nécessite plusieurs observations :
 - 1) Les auteurs ont recherché dans de nombreuses bases de données sans restriction linguistique
 - 2) Les critères d'inclusion et d'exclusion étaient précisément détaillés
 - 3) Les auteurs des études incluses ont été contactés pour obtenir les données manquantes.
 - 4) Il existe un nombre d'articles (dix études) trop limité pour appuyer la validité de cette revue, celle-ci ne comportant en outre aucune étude randomisée
 - 5) La période de suivi des différentes études incluses est courte

- 6) Le titre de la revue n'aborde que les implants inclinés tandis que l'objet de l'étude concerne les implants inclinés associés à une mise en charge immédiate.

Les implants inclinés sont une méthode récente qui commence à se répandre auprès des cliniciens depuis une dizaine d'années

Les études se basent sur une hétérogénéité des protocoles implantaire et prothétiques, tant dans la conception implantaire, le nombre d'implants, le positionnement implantaire ou le délai de mise en charge.

✓ Concernant le positionnement implantaire :

- Aucune angulation minimum n'est définie dans les études pour définir le terme d'angulation.
- Les implants sont en moyenne angulés de 25° à 35° à la mandibule versus 30° à 45° au maxillaire afin de respecter le plan d'occlusion, mais il n'existe pas de consensus scientifique concernant l'angulation minimum, moyen et maximum des implants.

✓ Concernant la mise en charge :

- En ce qui concerne les différences de perte osseuse autour des implants, la revue de la littérature est unanime mais de faible niveau de preuve scientifique (grade C) : il n'y a pas de différence significative. Et ce, aussi bien pour
 1. un protocole de mise en charge immédiate : Maldet *coll.* 2011⁽¹¹¹⁾ et les études incluses dans la revue systématique de Del Fabbro *et coll.* 2010⁽⁵³⁾
 2. un protocole de mise en charge différée : Testori *et coll.* 2008⁽¹⁶⁸⁾ (grade C), Krekmaikov *et coll.* 2000⁽¹⁰⁰⁾ (grade C)
- Avec des protocoles de mise en charge différents chez l'édenté complet, ces auteurs trouvent des valeurs de résorption équivalente autour des implants droits et angulés avec des valeurs de 0,8 à 0,9 mm.

A l'étude de ces publications, de grade C, nous pouvons constater que cette technique présente à l'heure actuelle une indication de pronostic intéressant à moyen terme. Il est néanmoins indispensable de valider ces protocoles par des études de forte validité scientifique présentant des résultats à long terme, une homogénéité des protocoles, et d'effectuer une comparaison avec les techniques de greffes osseuse, d'implants courts ou zygomatique.

3.3.5 CONCLUSION

En conclusion, en prothèse complète, Il est essentiel de déterminer la classe squelettique, surtout en présence d'une résorption importante qui ne permet pas le placement d'implants sur toute l'arcade. La présence d'un cantilever postérieur de longue portée augmente le risque de complications et d'échec implantaire.

Ainsi, le bridge sur pilotis est surtout indiqué face à une résorption modérée des crêtes osseuses, lorsqu'un bridge complet implanto-porté ne peut-être réalisé dans des conditions satisfaisantes.

Les avantages d'une PFCIE sont :

- prothèse fixée
- palais dégagé
- prothèse transvissée à des piliers, donc démontable par le praticien

Les inconvénients sont :

- une maintenance parfois difficile
- des problèmes phonétiques au maxillaire
- des problèmes esthétiques (visibilité des composants métalliques en présence d'un sourire gingivale, soutien inadéquat des lèvres)

3.4 ANALYSE DE LA LITTÉRATURE ET APPLICATION CLINIQUE CHEZ L'EDENTE PARTIEL

Les bridges partiels en extension sont considérés comme une procédure alternative plus simple. Toutefois, biomécaniquement les études *in vitro* révèlent que des contraintes plus élevées sont mesurées au niveau des implantssoutenant une extension et au niveau de la prothèse en elle-même

L'objet de ce chapitre à travers une analyse critique de la littérature est d'évaluer dans quelle mesure l'utilisation d'un bridge partiel en extension implantoporté peut être considéré comme une alternative thérapeutique fiable.

3.4.1 ANALYSE DE LA LITTÉRATURE

Deux revues systématiques récentes ressortent de l'analyse de la littérature : Aglietta *et coll.* en 2008⁽⁸⁾ et Zurdo *et coll.* en 2009⁽¹⁸⁵⁾ :

1. **Aglietta *et coll.*** en 2008⁽⁸⁾ proposent une revue systématique incluant une méta-analyse pour estimer les taux de survie et taux de complications des PFPIE, à partir de cinq études, d'une durée minimum de cinq ans. (Wennström 2004⁽¹⁷⁶⁾, Hälg 2008⁽⁸²⁾, Eliasson 2006⁽⁵⁸⁾, Kreissl 2007⁽⁹⁹⁾, Brägger 2005⁽³²⁾).
2. **Zurdo *et coll.***⁽¹⁸⁵⁾ à partir de trois études, effectuent une revue systématique dont l'objectif est aussi d'analyser les taux de survie et complications des PFPIE. (Wennström 2004⁽¹⁷⁶⁾, Hälg 2008⁽⁸²⁾, Kreissl 2007⁽⁹⁹⁾).

3.4.1.1 TAUX DE SURVIE DES PFPIE

1. **Aglietta *et coll.***⁽⁸⁾ présentent un taux de survie pour les PFPIE à cinq ans et à dix ans de :
 - ✓ 94,3% à cinq ans
 - ✓ 88,9 % à dix ans
2. **Zurdo *et coll.***⁽¹⁸⁵⁾ présentent un taux de survie à cinq ans pour les PFPIE et PFPI, respectivement de :

- ✓ 91,9 % pour les PFPIE
- ✓ 95,8 % pour les PFPI

3. Quatre études concernant les PFPIE ne sont pas incluses dans ces revues systématiques :

- Trois études ne répondent pas à certains critères d'inclusion, comme un suivi minimum de cinq ans. Nous pouvons cependant remarquer que ces études ont démontré des taux de survie de :
 - ✓ 98 % pour Romeo *et coll.* 2003⁽¹⁴⁴⁾
 - ✓ 100 % pour Johansson *et coll.* 2003⁽⁹⁴⁾ et Becker *et coll.* 2004⁽²³⁾
- Une étude plus récente de Romeo *et coll.* en 2009⁽¹⁴⁵⁾, longitudinale prospective, conclut que les PFPIE peuvent être considérés comme un traitement de choix approprié (taux de survie de 100%), s'appuyant sur le fait que le pronostic des implants supportant les PFPIE et la perte osseuse marginale ne sont pas influencés par la position ou la longueur du cantilever, ni son emplacement.

Les auteurs déduisent aussi que le type de dentition opposée n'est pas un facteur corrélé au pronostic des implants.

- Détaillons individuellement ces différentes études, selon le type d'étude et grade des recommandations :

Les études cas témoins (grade C) : Wennström *et coll.* en 2004⁽¹⁷⁶⁾ et Hälg *et coll.* en 2008⁽⁸²⁾.

Ces études rétrospectives comparent les PFPI avec et sans extension après cinq ans de mise en fonction. Les taux de survie des prothèses sont de :

- 92% (PFPIE) *versus* 96% (PFPI) pour l'étude de Wennström *et coll.*⁽¹⁷⁶⁾.
- 89,9% (PFPIE) *versus* 96,3% (PFPI) pour l'étude de Hälg *et coll.*⁽⁸²⁾.

Les deux études ont également signalé un taux de survie important des implants dans les groupes avec et sans extension.

Les études longitudinales

- ***rétrospectives*** (grade C) : Eliasson *et coll.* 2006⁽⁵⁸⁾, Johansson *et coll.* 2003⁽⁹⁴⁾

- ***prospectives*** (grade B) : Brägger *et coll.* 2005⁽³²⁾, Romeo *et coll.* 2003⁽¹⁴⁴⁾ et 2009⁽¹⁴⁵⁾. Kreissler *et coll.* 2007⁽⁹⁹⁾.

A l'exception de Romeo *et coll.* 2009⁽¹⁴⁵⁾, les résultats dérivent de recherches principalement centrées sur des PFPI ne comprenant pas d'extension.

Série de cas (grade C) :Becker et coll. 2004⁽²³⁾ notent que soixante PFPIE fonctionnent sans aucun problème technique majeur après un suivi de 10 ans. Le taux de survie est alors de 100 %

Auteurs	Type d'études	Nbre de patients	Nbre de PFPIE	Localisation des PFPIE	Nbre d'années de suivi	Nbre d'échecs Implantaires	Nbre d'échecs prothétiques	Estimation à 5 ans de la survie des PFPIE
Romeo et coll. 2009	Cohorte Prospective	45	59	33 max 26 md	8,2	0	0	100
Hälg et coll. 2008*/**	Cas témoin Rétrospective	27	27	13 max 14 md	5	2	3	89,5
Kreissl and coll. 2007*/**	Cohorte Prospective	20	23	max et md (NP)	5	1	1	95,7
Eliasson et coll. 2006*	Cohorte Rétrospective	NP	61	NP	10,5	1	0	100
Brägger and coll. 2005*	Cohorte Prospective	14	18	11 max 7 md	9,4	1	3	91,5
Wennström et coll. 2004*/**	Cas témoin Rétrospective	28	26	16 max 8 md	5	2	2	92,6
Becker and coll. 2004	Série de cas	35	60	54 max 6 md	10	0	0	100
Romeo and coll. 2003	Cohorte Prospective	38	49	7 max 42 md	1 à 7	3	1	98
Johansson et coll. 2003	Cohorte Rétrospective	83	65	NP	4.1	NP	0	100

NP : Non précisé dans l'étude

Nbre : Nombre

*étude incluse dans la revue systématique de Aglietta et coll. 2008

**étude incluse dans la revue systématique de Zurdo et coll. 2009

Figure 40-Tableau des études portant sur la survie des PFPIE

Les résultats de ces différentes études indiquent que les PFPIE ont un taux de survie élevé, de l'ordre de 95,4% à cinq ans.

Afin de déterminer la signification de ces données, nous proposons de comparer les résultats des deux revues systématiques précédentes (grade B) avec les résultats des revues systématiques (grade B) étudiant les taux de survie d'autres solutions implanto-prothétiques^{figure 44(163, 133, 134,101, 185)}. Ces comparaisons ont révélé que :

- ✓ Le taux de survie des PFPIE est semblable à celui des PFP dento-portées⁽¹⁶³⁾ ou implanto-portées sans extension⁽¹³⁴⁾.
- ✓ Le taux de survie des prothèses après 10 ans est meilleur pour les PFPIE qu'il ne l'est pour les bridges en extension dento-portés⁽¹³⁴⁾ ou pour les prothèses dento-implanto-portées⁽¹⁰¹⁾.

Auteurs	Types d'études	Nombre d'études analysées	Pilier étudiés	Taux de survie (%)			
				Prothèses		Implants	
				5 ans	10 ans	5 ans	10 ans
Aglietta et col. 2008	Revue systématique	5	PFPIE	94.3	88.9	98.5	91.7
Zurdo et col. 2009	Revue systématique	3	PFPIE	91.9	NP	NP	NP
Lang et col. 2004	Revue systématique	13	Implants/Dents	94.1	77.8	90.1	82.1
Pjetursson et col. 2004	Revue systématique	21	Implants	95.0	86.7	95.4	92.8
Pjetursson et col. 2004	Revue systématique	13	Extensions/Dents	NP	81.8	NP	NP
Tan et col. 2004	Revue systématique	19	Dents	NP	89.1	NP	NP

Figure 41-Tableau portant sur la survie des différentes prothèses partielles et implants après 5 et 10 ans.

Les données ci-dessus soulignent qu'une PFPIE est associée à un taux de survie élevé, semblable aux autres options prothétiques et serait donc une option thérapeutique prévisible.

3.4.1.2 COMPLICATIONS LIEES A LA PRESENCE D'UNE EXTENSION

- ✓ Malgré un taux de survie élevé, les complications techniques et biologiques sont fréquentes et sont communes à toutes formes de prothèses implantato-portées⁽¹³³⁾. Toutes complications confondues, on observe un taux de 39,7% à cinq ans⁽¹³²⁾.
- ✓ L'infection péri-implantaire et la surcharge occlusale sont les principales causes de la perte osseuse péri-implantaire et/ou perte d'ostéo-intégration⁽¹¹⁷⁾.

3.4.1.2.1 Complications biologiques liées à la présence d'une extension

A terme, les complications biologiques peuvent conduire à la perte de l'implant et de la prothèse, si le processus n'est pas contrôlé⁽¹³²⁾.

1. Les complications biologiques en prothèse implantaire représentent 8,6% des cas après 5 ans selon la revue systématique de Pjetursson *et coll.*⁽¹³²⁾ (grade B).
2. Les complications biologiques en présence de PFPIE selon la revue systématique de Aglietta *et coll.*⁽⁸⁾ représentent 9% des cas après 5 ans.
3. Les résultats de la revue systématique de Zurdo *et coll.*⁽¹⁸⁵⁾ ne révèlent pas de différence statistiquement significative concernant le niveau osseux péri-implantaire entre les groupes des PFPIE et les groupes des PFPI sans extension des deux études cas témoins incluses dans la revue.

Les résultats des revues systématiques de grade B d'Aglietta *et coll.* et de Zurdo *et coll.* ne révèlent pas d'augmentation des complications biologiques en présence d'une extension.

3.4.1.2.2 Complications techniques liées à la présence d'une extension

Pjetursson *et coll.* différencient les complications techniques en trois catégories⁽¹³³⁾:

- Complications majeures : fracture de l'implant et perte de la suprastructure
- Complications moyennes : fracture du pilier, de l'armature ou de la céramique
- Complications mineures : perte de la vis occlusale, perte de la vis du pilier, petite fracture de céramique.

1. **Aglietta et coll.**, revue systématique, grade B

- ✓ Problèmes techniques mineurs : 20%
- ✓ Fracture d'implant : 1,3%
- ✓ pas de fracture de l'armature
- ✓ Les fractures des vis du pilier, desserrage de la vis et perte de rétention des couronnes étaient toutes des complications relativement rares.

2. **Zurdo et coll.**, revue systématique, grade B

- ✓ Problèmes techniques mineurs : 20,3% PFPIE *versus* 9,7% pour les PFPI
- ✓ Fracture d'implant : 2,9% PFPIE *versus* 2,4% pour les PFPI

3. Cinq études ne sont pas incluses dans ces revues systématiques :

- Deux études dont les complications prothétiques ne sont pas spécifiques aux PFPIE :
 - ✓ Nedir *et coll.* 2006⁽¹²⁵⁾ (étude rétrospective de grade C) : 29,4% de complications pour les PFPIE *versus* 7,9 % pour les PFPI après un faible recul, inférieur à 5 ans
 - ✓ De Boever *et coll.* 2006⁽⁵²⁾ (étude rétrospective de grade C) : 50% de complications pour les PFPIE après un recul de seulement 40 mois

Les résultats de ces deux études indiquent qu'il y aurait un taux élevé de complications prothétiques en présence d'une extension, mais nous n'avons pas pu déterminer si ces complications étaient mineures ou majeures :

- Johansson *et coll.* 2003⁽⁹⁴⁾ (étude rétrospective de grade C), constatent un plus grand nombre de vis desserrées pour les PFPIE par rapport aux PFPI ; Cependant cette différence n'était pas statistiquement significative.
- Romeo *et coll.* 2003⁽¹⁴⁴⁾ (étude longitudinale prospective de grade B), mentionnent 2% d'échecs prothétiques après 5 ans de suivi, sans différencier les types de complications techniques impliquées.
- L'étude plus récente, longitudinale prospective de Romeo *et coll.* 2009⁽¹⁴⁵⁾ (grade B), indique après un suivi de 8 ans, supérieur aux études précédentes : 42,3% de complications prothétiques mineures avec un taux de survie prothétique de 100%.

Les résultats controversés de ces différentes études peuvent éventuellement être expliqués par une différence de protocole : population étudiée, délai de suivi et dessin prothétique différent.

L'insuffisance de précision ne permet pas d'intégrer ces cinq études dans le tableau suivant :

Auteurs	Nbre implant fracturés	Nbre de fractures de céramiques	Nbre de fracture d'armature	Nbre de vis du pilier fracturés	Nbre de cas avec perte de la vis	Nbre de cas de perte de rétention
Wennström <i>et coll.</i> 2004	2	1	0	0	2	NP
Hälg <i>et coll.</i> 2008	2	4	0	0	NP	1
Eliasson <i>et coll.</i> 2006	0	2	0	3	7	NP
Kreissl <i>et coll.</i> 2007	0	8	0	1	5	NP
Brägger <i>et coll.</i> 2005	1	1	0	1	0	2
Taux à 5 ans (%)	1,3	10,3	0	2,1	8,2	5,7
Taux à 10 ans (%)	2,5	19,6	0	4,1	15,7	11,1

Figure 42-Tableau portant sur les complications techniques associées aux implants supportant des prothèses fixes partielles en extension selon les revues systématiques de Aglietta *et coll.* et Zurdo *et coll.*

- Nous pouvons remarquer que les complications techniques ne remettent pas nécessairement en cause la survie des PFPIE, mais elles témoignent de l'importance d'une maintenance sérieuse.

Prenons l'exemple de l'étude d'Hälg *et coll.*⁽⁸²⁾ : 18,5% de problèmes techniques avec les PFPIE. Cependant, ces problèmes étaient mineurs : quatre cas de céramique écaillée et un cas de descellement.

- A contrario, la fracture d'un implant est une complication technique majeure qui peut entraîner la perte d'une PFPIE. À cet égard :
 - Hälg *et coll.* 2008⁽⁸²⁾ ont rapporté trois cas d'implants fracturés concernant deux implants de 3,3 mm de diamètre et un implant cylindrique creux. Après vérification les fabricants ont contre indiqué l'utilisation de ces implants en cas d'extension.
 - Romeo *et coll.* 2003⁽¹⁴⁴⁾ ont également signalé la fracture de deux implants de 3,3 mm de diamètre soutenant des PFPIE.
 - Brägger *et coll.* 2005⁽³²⁾, notent aussi la fracture d'un seul implant, celui-ci étant cylindrique creux.

Compte tenu de ces éléments les implants de 3,3 mm de diamètre comportent un plus grand risque de fracture que les implants plus larges, ils sont donc à éviter lorsqu'un projet prothétique inclut une PFPIE. Il en est de même pour les implants conçus comme des cylindres creux.

Les études de grade B et C ayant fourni des données concernant les problèmes techniques associés aux extensions ont rapporté que :

1. les complications techniques en rapport avec des PFPIE surviennent à une fréquence plus élevée que pour les PFPI ;
2. Ces complications sont fréquemment mineures et solutionables et n'ont pas abouti à la perte de la prothèse.

3.4.1.3 EXTENSION MÉSIALE ET DISTALE

Précisons que les bridges dento-portés en extension mésiale (incisive latérale ou prémolaire) supportent mieux les forces occlusales⁽¹⁷³⁾.

1. Au vu de la littérature, il n'existe pas d'étude spécifique comparant le comportement des extensions mésiales par rapport aux extensions distales en prothèse implantaire.

Il peut-être argumenté que les charges biomécaniques appliquées à une extension seront plus importantes que celle-ci soit mésiale ou distale (Lundgren et coll. 1989⁽¹⁰⁹⁾, Tashkandi et coll. 1996⁽¹⁶⁶⁾). Quelle que soit l'extension, des contraintes de compression et tension seront transférées aux implants (en considérant les autres variables équivalentes : site, longueur, extension, armature).

- ✓ Romeo *et coll.* en 2003⁽¹⁴⁴⁾ (grade B) ont rapporté une différence non significative concernant le taux de survie prothétique que l'extension soit distale ou mésiale
- ✓ Romeo *et coll.* en 2009⁽¹⁴⁵⁾ (grade C) confirment leur étude précédente. En effet, plus de complications étaient observées pour les extensions distales. Ces complications étaient mineures et la perte osseuse était la même quelque soit le type d'extension, de l'ordre de 1,1 mm.

2. Aucune étude clinique ne discute spécifiquement des extensions mésiales avant Tymstra et coll. en 2011 ⁽¹⁷⁰⁾(grade C).

Leur étude pilote prospective n'ayant que 10 sujets et une année de suivi compare deux groupes ayant un édentement de deux incisives, centrale et latérale. Le traitement :

- pour un groupe est avec deux implants et deux couronnes solidaires,
- pour l'autre groupe avec un implant et un bridge avec l'incisive latérale en extension.
 - ✓ Aucune différence significative n'est observée concernant les tissus durs et mous. entre un implant unique et deux implants adjacents remplaçant deux incisives, centrales et latérales adjacentes.

3. Selon certains auteurs, l'intérêt de ce traitement était exposé lors de présentation de cas cliniques (avis d'auteur, grade C)

Auteurs	Type d'études	Nbre de patients	Nbre de PFPIE	Type d'extension		Nbre d'années de suivi	Complications	
				Mésiale	Distale		Mésiale	Distale
Romeo et coll. 2009	Cohorte Prospective	45	59	32	27	8,2	34,3%	41,9%
Hälg et coll. 2008*/**	Cas témoin Rétrospective	27	27	12	15	5	NP	NP
Kreissl and coll. 2007*/**	Cohorte Prospective	20	23	18	15	5	NP	NP
Brägger and coll. 2005*	Cohorte Prospective	14	18	16	6	9,4	NP	NP
Romeo and coll. 2003	Cohorte Prospective	38	49	34	15	1 à 7	2,9%	0%

NP : Non précisé dans l'étude

Figure 43-Tableau portant sur les conséquences différentielles d'une extension mésiale ou distale

Contrairement à la prothèse en extension dento-portée, nous n'avons pas retrouvé dans la littérature une contribution significative permettant de favoriser une extension mésiale ou distale implanto-portée. Ainsi, des études cliniques à long terme sont nécessaires pour comparer la fiabilité de ce type de traitement et les performances biomécaniques de telles restaurations.

3.4.1.4 DISCUSSION

- ✓ La revue systématique d'**Aglietta et coll.**⁽⁸⁾ est critiquable à plusieurs niveaux :
 - 1) Le titre de l'étude « taux de survie et complications » se présente comme une problématique vaste qui empêche une recherche ciblée d'éléments pertinents.
 - 2) Les auteurs n'ont utilisé qu'une seule base de recherche (Medline) et uniquement des articles en langue anglaise.
 - 3) Les critères d'inclusion n'ont pas été suffisamment détaillés, il en ressort une hétérogénéité des études : mélange des cantilevers mésiaux et distaux, mélange des prothèses maxillaires et mandibulaires, différents types et nombre d'implants.
 - 4) Seulement cinq études sont incluses, dont uniquement deux études avaient pour objet principal l'étude des PFPIE.
 - 5) La seule variable permettant d'estimer la survie des prothèses est la perte osseuse, celle-ci étant contradictoire pour les deux études précédemment citées.
 - 6) Il existe une différence entre le titre de la revue annonçant une période d'observation d'au moins cinq ans, les taux de survie à 5 et 10 ans et les taux de complications uniquement à 5 ans.
 - 7) Les taux obtenus ne sont pas comparés avec les taux d'autres conceptions prothétiques
- Cette revue indique que les PFPIE sont un traitement fiable.
- La méta-analyse proposée, en raison des biais décrits précédemment, est à considérer avec précaution. Il semble donc prématuré d'appuyer la pertinence des données de cette étude

- ✓ La revue de **Zurdo et coll. 2009**⁽¹⁸⁵⁾ présente aussi des éléments insatisfaisants.
 - 1) Le titre de l'étude ne met pas en évidence le délai du suivie
 - 2) Les auteurs n'ont utilisé qu'une seule base de recherche (Medline) et uniquement des articles en langue anglaise.
 - 3) Seulement 3 articles sont inclus : 2 études cas témoins, prospective (Wennström 2004) et rétrospective (Hälg 2008), et une étude de cohorte prospective (Kreissl 07). Les auteurs de ces études n'ont pas été contactés pour obtenir les données manquantes.
 - 4) Les études possèdent des caractéristiques prothétiques et implantaires différentes. Les résultats entre les études sont différents excepté en ce qui concerne le taux de complication mécanique

- 5) Toutes les prothèses ont été considérées indépendantes, même si certains patients possédaient plus d'une prothèse. De plus, le nombre de prothèses avec et sans extension n'était pas le même.
- Cette revue conclut qu'il n'existe pas de différence significative concernant le niveau osseux péri-implantaire mais que l'incorporation d'une extension est associée à une incidence plus élevée de complications techniques mineures.
 - La taille de l'échantillon de cette étude est trop faible pour obtenir un bon niveau de preuve.

D'après l'analyse de la littérature, nous constatons qu'il existe un nombre limité d'études cliniques qui étudient les PFPIE. Ces études sont de surcroît de faible niveau de preuve scientifique.

Cependant, les données que nous avons examinées ont systématiquement démontré que la conception d'une extension unilatérale de courte portée est une procédure possible pour restaurer une zone partiellement édentée. Cette conclusion est en accord avec la déclaration de consensus récente de l'Association Européenne pour l'Ostéo-intégration, qui stipule que : "une prothèse fixe partielle implanto-portée avec une extension courte (une dent) est une thérapie restauratrice acceptable, et pourrait être considérée comme une alternative aux procédures qui nécessitent une chirurgie plus avancée (exemple, des sinus lift, greffe, etc) ou pour raisons esthétiques ».

Le praticien, après analyse des indications et limites propres à son patient, se doit de fournir à celui-ci toutes les explications nécessaires à sa réflexion. La prise de décision ne se fera qu'après son consentement libre et éclairé.

Les rendez-vous de maintenance semblent indispensables pour objectiver précocement tous signes d'alertes mineurs.

- Les taux de survie des prothèses implanto-portées varient selon le type de prothèses
- Le pronostic à moyen terme des PFPIE et celui des PFPI est comparable.
- les complications techniques mineures en rapport avec des PFPIE surviennent à une fréquence plus élevée que pour les PFPI.
- Des études de niveaux de preuves supérieures sont nécessaires pour renforcer les preuves de ces études.

3.4.2 CRITERES DE CHOIX D'UNE PROTHESE PARTIELLE EN EXTENSION IMPLANTO-PORTEE

Chacune des situations cliniques est unique. Cependant différentes données peuvent être synthétisées pour expliquer le choix des indications et limites des PFPIE.

Nous proposerons un cahier des charges permettant de guider le praticien dans sa réflexion thérapeutique et conception des choix technologiques prothético-implantaires.

Les critères de choix thérapeutiques seront développés en segmentant les secteurs antérieurs et postérieurs des deux maxillaires.

3.4.2.1.1 *Au niveau des secteurs postérieurs*

3.4.2.1.1.1 *Spécificités anatomiques propres au secteur postérieur maxillaire :*

- ✓ **Obstacle anatomique** : Sinus maxillaire
 - ✓ **Qualité osseuse** : os de faible densité, dit de type IV
 - ✓ **Quantité osseuse** : limitée par la résorption osseuse et la présence du sinus maxillaire
- Pramstraller *et coll.* 2010⁽¹³⁵⁾ proposent un graphique illustrant les hauteurs moyennes d'os résiduelles selon les sites édentés postérieurs maxillaires:

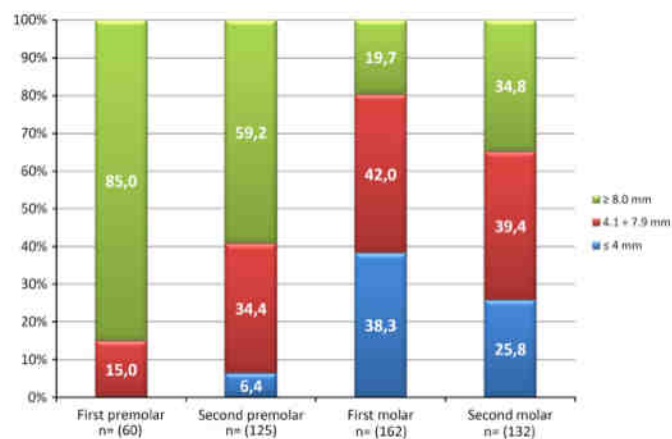


Figure 44-Répartition moyenne en pourcentage des hauteurs osseuses résiduelles selon Pramstraller *et coll.*⁽¹³⁵⁾.

3.4.2.1.1.2 Spécificités anatomiques propres au secteur mandibulaire postérieur :

✓ **Obstacles anatomiques :**

1) Canal dentaire inférieur et nerf alvéolaire :

- Au niveau molaire, la distance entre le bord alvéolaire et le canal mandibulaire est variable de 1 à 17,5 mm⁽¹⁷¹⁾. Au niveau prémolaire, elle peut osciller entre 0,5 à 20,5 mm⁽¹⁴³⁾.
- Quatre trajectoires différentes peuvent exister d'après l'étude radiographique de 386 clichés de Liu *et collen* 2009⁽¹⁰⁸⁾:

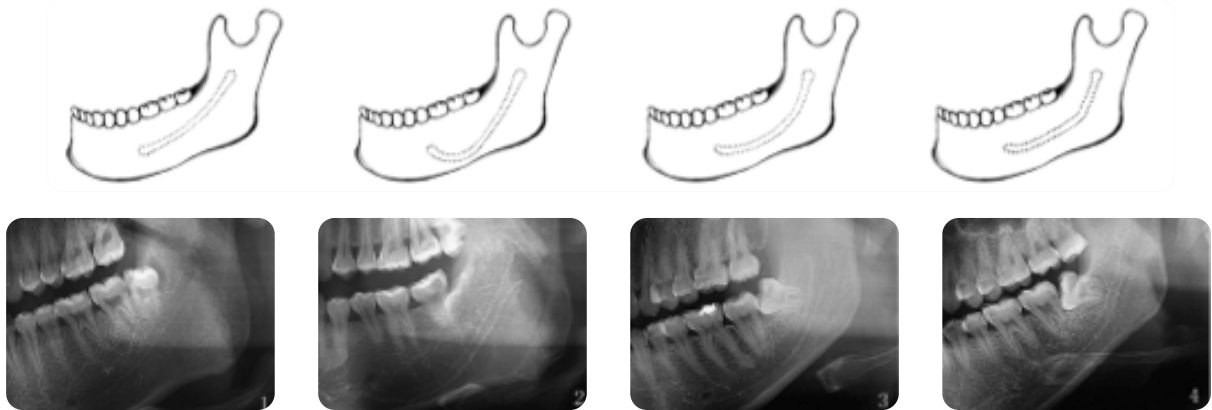


Figure 45- Les quatre trajectoires possibles du nerf alvéolaire inférieur⁽¹⁰⁸⁾

(1-courbe linéaire, 2-arc elliptique dissymétrique, 3-arc elliptique symétrique, 4-courbe avec untournant)

- 2) *Foramen mentonnier* : il se déplace vers une position plus postérieure et plus haute, en regard du site de la deuxième prémolaire, centrée sur la crête⁽¹⁷¹⁾.
- 3) *Concavité de la loge sous maxillaire* : peut limiter le diamètre implantaire
- 4) *Nerf et artère linguaux*
- 5) *Foramen lingual* : d'après Katakamiet *coll.* 2009⁽⁹⁶⁾, une variation anatomique de ce foramen, aussi rare soit-elle, doit-être évaluée lors de l'étude radiologique.

✓ **Qualité osseuse** : os de type III, de meilleur pronostic qu'au maxillaire

✓ **Quantité osseuse** : souvent limitée par l'association de la résorption osseuse et les obstacles anatomiques

- Liu et coll 2009⁽¹⁰⁸⁾ étudient aussi la hauteur d'os moyenne entre le bord supérieur du canal alvéolaire et la crête osseuse à partir des clichés panoramiques.

- La résorption étant la plus significative au cours de la première année post extractionnelle, atteignant 44% à 12 mois^(17, 29), nous proposons le graphique suivant à titre indicatif pour comprendre la rapidité d'apparition d'une insuffisance de hauteur.

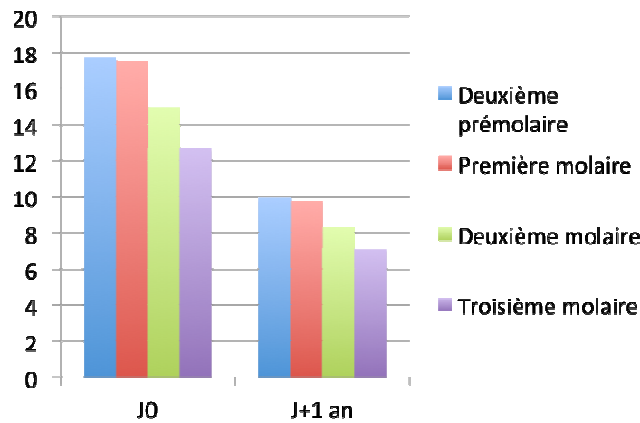


Figure 46-Hauteurs osseuses moyennes (mm) entre la paroi supérieur du canal alvéolaire et la crête osseuse selon les sites postérieurs mandibulaires avant (J0) et après avulsion dentaires à 1 an (J+1).

3.4.2.1.2 Au niveau des secteurs antérieurs⁽⁵¹⁾

Les prothèses fixées implanto-portées au niveau du secteur antérieur maxillaire doivent répondre de façon spécifique à un double objectif :

- un impératif fonctionnel lié à l'obtention de l'ostéo intégration
- un impératif de résultat esthétique basé sur le maintien des tissus mous et notamment des papilles

Paradoxalement ces deux objectifs sont souvent antagonistes dans le protocole implantaire classique, basé sur les principes de d'ostéo-intégration, édité par Brånemark.

En effet durant la période de mise en nourrice de l'implant nous assistons fréquemment à un remodelage des tissus mous du secteur édenté, avec notamment la disparition des papilles nécessaires au résultat esthétique recherché.

A contrario une mise en fonction immédiate de l'implant par prothèse transitoire pour conserver les structures anatomiques molles péri-implantaires peut s'opposer à l'ostéo-intégration par l'application de contraintes occlusales trop importantes.

Lorsque deux dents adjacentes sont extraites, la papille inter dentaire est laissée sans une dent naturelle de chaque côté et sera généralement diminuée de hauteur de 1 à 2mm

Ainsi, il est très difficile d'obtenir un résultat esthétique satisfaisant au niveau des tissus mous quand plusieurs dents adjacentes ont été perdues et que les contours des tissus mous ont été altérés par la résorption. Il est particulièrement important de savoir si l'on pourra créer l'apparence de papilles symétriques sur ces sites⁽⁵⁰⁾.

- Quand les dents sont en place, la papille inter dentaire est soutenue par l'attache parodontale des fibres et représente « l'idéal » à rechercher.
- Ce soutien n'existe pas en présence d'implants multiples, il faut donc employer d'autres méthodes pour obtenir un contour esthétique gingival.

Les possibilités de recours peuvent-être une augmentation des tissus mous et/ou durs, des techniques de remodelage des tissus (pontiques ovales) ou encore des substituts de tissus mous tels que la céramique rose pour imiter les papilles. (Si l'on utilise des substituts artificiels de tissus mous, la nécessité de masquer la jonction entre ceux-ci et les tissus naturels rajoute encore une difficulté à la complexité du cas).

Le résultat recherché ne peut s'appuyer sur une méthodologie unique mais sur un choix thérapeutique spécifique de chaque cas clinique à traiter afin de répondre à ce double challenge.

3.4.2.1.2.1 *Analyse du sourire*

Selon Bert en 2009⁽²⁶⁾, deux types de sourire peuvent-être différenciés :

- le sourire laissant voir les dents : Il faudra alors apprécier la ligne du sourire et le bord libre des dents.
- le sourire les lèvres fermées : l'appui de celles-ci doit-être équilibré sur un support gingivo-osseux à évaluer.

3.4.2.1.2.2 *Les obstacles anatomiques*

➤ A la mandibule : D'après Rosano *et coll.* en 2009⁽¹⁴⁶⁾, les vaisseaux sanguins au niveau du plancher buccal peuvent-être à proximité de la corticale linguale en position médiane. Des saignements peuvent alors se produire. En conséquence, les auteurs suggèrent une planification minutieuse du positionnement implantaire, voir même une réduction du nombre d'implants.

➤ Au maxillaire : La position et la morphologie du canal naso-palatin sont identifiées lors de l'analyse radiographique.

L'étude récente de Bornstein et coll. 2011⁽³¹⁾, portant sur 100 édentés partiels, objective de nombreuses variations anatomiques du canal naso-palatin. Dans les cas particuliers où le canal est de taille importante, le nombre et/ou le positionnement idéal des implants peut être compromis. Le choix de diminuer le nombre d'implants et d'adopter une extension peut alors être envisagé⁽¹⁵¹⁾.

Les risques biomécaniques doivent être mesurés, il conviendra par exemple de ne pas effectuer un bridge en extension ayant comme seul pilier implantaire une incisive latérale et comme extension une incisive centrale, les forces biomécaniques étant fortement déséquilibrées.

3.4.2.1.2.3 *Contour crestal résiduel et comportement des tissus mous*

➤ A la mandibule : La hauteur d'os diminue de 2 mm dans les 2 premiers mois après extraction, un peu plus de 4 mm 1 an après et environ 7 mm à 5 ans en moyenne.

La hauteur résiduelle peut varier de 30 mm à moins de 5 mm en cas d'atrophie très sévère. L'épaisseur résiduelle est de 10 à 15,5 mm au niveau du menton, et de 8,5 à 13 mm au niveau des canines⁽¹⁷¹⁾.

➤ Au maxillaire : Il résulte le plus souvent une faible résorption verticale, la hauteur de l'os maxillaire mesurée entre la crête alvéolaire et la paroi inférieure des cavités nasales varie entre 8 et 20 mm⁽¹⁷¹⁾. Cependant, la forte résorption horizontale⁽¹¹⁷⁾ laissant « une crête en lame de couteau » nécessite le plus souvent une augmentation pour améliorer les contours des crêtes résorbées et obtenir ainsi un résultat esthétiquement acceptable.

3.4.2.2 INDICATIONS

3.4.2.2.1 Quantité osseuse insuffisante et/ou présence d'un obstacle anatomique

Le volume osseux disponible (largeur et hauteur) doit être évalué dans les trois plans de l'espace pour faire le choix du nombre et de la taille (diamètre et longueur) des implants.

- Le nombre d'implants nécessaires est calculé selon la distance mésio-distale de l'espace édenté. L'objectif le plus souvent est de mettre un implant par dent.

Espace prothétique mésio-distal (mm)	Nombre d'implants standard recommandé
7	1
15	2
22	3
29	4
36	5

Figure 47- Nombre d'implants standard recommandé selon l'espace prothétique mésio-distale⁽⁴⁶⁾.

- Il faut choisir le diamètre et la longueur implantaire les plus adaptés aux dents à remplacer permettant une surface d'ancrage adéquate :

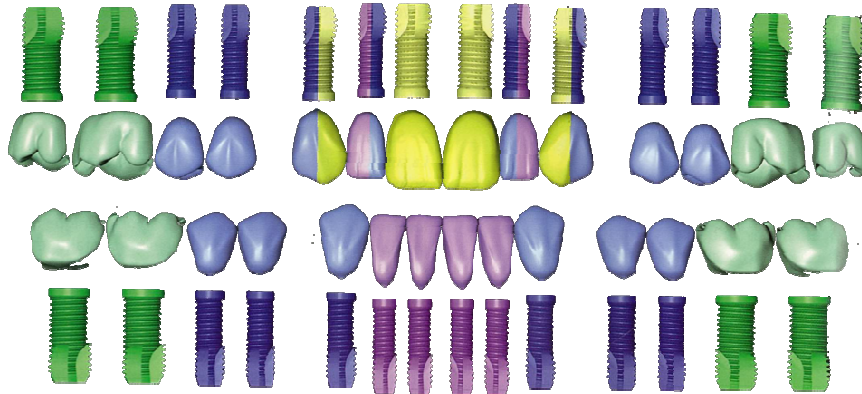


Figure 48- Diamètre et longueur standard des implants selon les dents à remplacer⁽⁴⁶⁾.

- Selon Davarpanah et coll.⁽⁴⁶⁾, la démarche est de vérifier si :
 - la somme des diamètres et le respect des espaces dento-implantaire et implanto-implantaire est en adéquation avec la distance mésio-distale disponible.
 - la longueur des implants est compatible avec la hauteur osseuse résiduelle.

Cette proposition de Davarpanah (avis d'auteur de grade C) est une base de réflexion. Cependant il est nécessaire d'adapter son raisonnement à chaque type d'implant et/ou chaque type de connectique.

Le volume osseux ou la présence d'obstacles anatomiques notables peuvent contre-indiquer l'utilisation optimale des implants. Une solution différente devra être envisagée, l'utilisation d'une extension peut-être indiquée^{(49), (117)}.

3.4.2.2.2 *Qualité osseuse*

La qualité de l'os au niveau d'un site implantaire peut être estimée avec les techniques d'imagerie modernes. Le choix d'utiliser une extension peut se substituer à la mise en place d'un implant dans un site de faible densité osseuse.

3.4.2.2.3 *Problème d'alignement*

L'alignement des implants suffisamment parallèle pour le placement des prothèses a toujours été un défi. Ces problèmes ont été largement contrôlés par une meilleure communication entre le chirurgien et le dentiste par des techniques de greffe, un guide radiographique et chirurgical adéquate, et des composants prothétiques fiables. Dans certaines conditions, l'alignement des implants resté difficile.

Prenons l'exemple de la difficulté d'aligner, en raison de l'angulation de l'os, un implant placé au niveau médial du maxillaire supérieur et un implant placé dans la zone canine.

Grâce au design d'une prothèse en extension, les implants ne doivent pas être nécessairement parallèles⁽²²⁾.



Figure 49-Exemple de deux implants 11 et 21 non parallèles et 22 en extension⁽²²⁾.

3.4.2.2.4 *Indication esthétique*

Les risques esthétiques identifiables entraînent une complexité des procédures et une difficulté à prédire le résultat du traitement.

Par conséquent, dans ces situations, la prothèse implanto-portée en extension peut être une des solutions proposées⁽¹⁷⁰⁾.

Celle-ci peut s'imposer lorsque la prothèse comprend une incisive latérale (cas des canines-incisive latérale ou incisive centrale-incisive latérale) et comporte un pontique ovale^(51, 21).

3.4.2.2.4.1 L'espace mésio-distal disponible en antérieur

Les incisives latérales supérieures et toutes les incisives mandibulaires sont de diamètres relativement faibles. Leur remplacement par deux implants adjacents se traduit souvent par des implants positionnés relativement proches.

Or, un espace insuffisant entre des implants adjacents entraîne une réduction de la hauteur des papilles et, de ce fait, un mauvais résultat esthétique, plus encore quand les faibles dimensions de l'espace mésio-distal empêchent d'espacer correctement les plates-formes des implants.

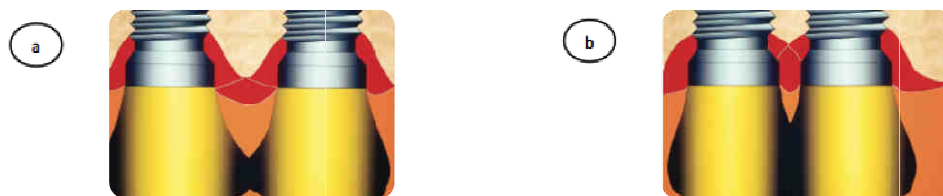


Figure 50-Relation Distance inter-implantaire et perte osseuse selon Tarnow et coll. 2000⁽¹⁷⁰⁾.

- a : Distance inter-implantaire est faible, il en résulte une perte minimale de la crête osseuse.
- b : Distance inter-implantaire est augmentée, il en résulte une perte de la crête osseuse.

Gastaldo et coll. 2010⁽⁷⁴⁾ (grade C), Teughels et coll. 2009⁽¹⁶⁹⁾ (revue systématique, grade B), et Tarnow et coll. 2000⁽¹⁷⁰⁾ (grade C) recommandent que les distances entre deux implants adjacents et entre une dent et un implant soient respectivement de 3 et 2 mm. Le but de cette recommandation est de maintenir la crête osseuse et par conséquent le support osseux de la papille.

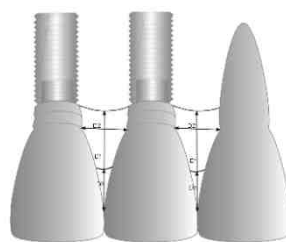


Figure 51-Respect des distances inter-implantaire et dento-implantaires selon Galluci et coll.

2010⁽⁶⁸⁾ (implant-implant = 3 mm ; implant-dent = 2 mm)

- La mise en place d'un seul implant avec un bridge en extension est à considérer.

Bien qu'aucune différence à court terme ne soit observée dans l'étude pilote de Tymstra 2011⁽¹⁷⁰⁾ (faible recul clinique, petit échantillon, grade C), il est nécessaire à plus long terme d'étudier si l'utilisation de deux implants assure à la prothèse un meilleur résultat sur le plan biomécanique.

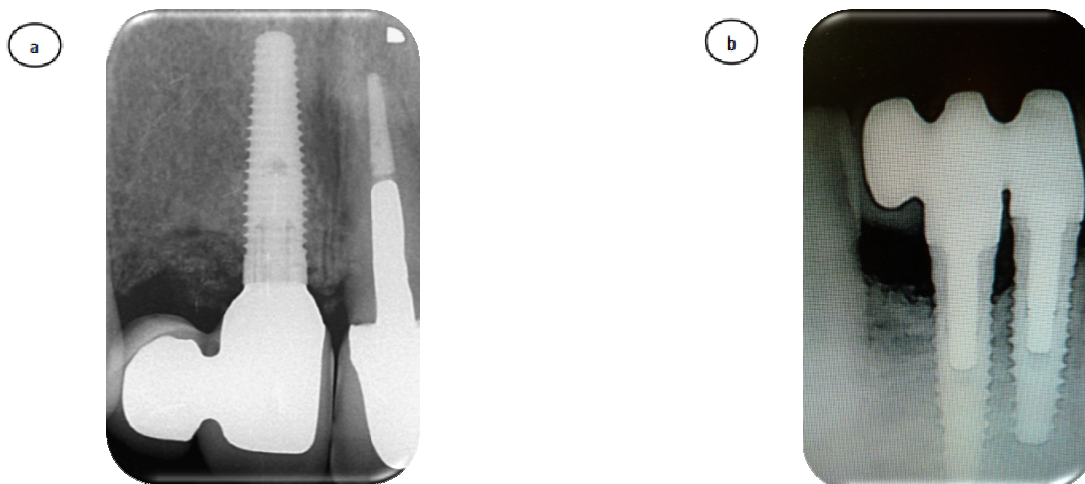


Figure 52-

Radiographies rétro-

alvéolaires d'un bridge en extension-Dr Salles-

a- Au maxillaire : implant en position 11 et extension en 12.

b- A la mandibule : implant en position 31, 41 et extension en 42

3.4.2.2.4.2 Le comportement des tissus mous :

Il est possible de justifier l'intérêt de la mise en place d'un seul implant pour stabiliser le contour gingival en prenant en compte l'espace biologique autour des implants.

L'espace biologique autour des implants est formé physiologiquement et résulte d'un équilibre stable entre les différentes structures. Des variations dynamiques peuvent cependant apparaître selon la dimension de cet espace biologique^(83,84). Le processus de résorption survient en direction apicale et latérale^(Figure 48).

Le contour gingival est difficile à maintenir entre deux implants. La crête osseuse édentée est plate, aucune crête n'est observée au niveau de la papille comme par exemple entre deux dents naturelles. Dès lors un second implant est problématique, parce qu'il contribue à la perte osseuse latérale autour du col de l'implant, diminuant encore plus la hauteur osseuse entre les implants⁽¹⁶⁴⁾.

3.4.2.2.5 Echec d'ostéo-intégration d'un implant

Malgré un taux élevé de succès implantaire, l'ostéo-intégration d'un implant peut s'avérer être un échec. La décision de réimplanter peut-être exclue en faveur de la mise en place d'une prothèse en extension si les conditions locales sont adaptées.

3.4.2.3 LIMITES

3.4.2.3.1 Intérêt de remplacer les deuxièmes molaires

Dans les secteurs postérieurs, quelques soient les possibilités de traitement, il est primordial de s'interroger sur l'intérêt de remplacer les deuxièmes molaires :

- L'efficacité de mastication est la même pour 12 et 14 dents⁽⁴⁵⁾
- Les patients ne découvrent en moyenne que 12 dents⁽²⁶⁾
- Dans certains cas clinique et notamment en classe I : les 17 et 27 sont bloquées par les 46 et 36
- Les forces occlusales sont plus élevées dans les sextants postérieurs⁽⁴⁵⁾ ce qui conduit à une élévation possible du stress sur les composants implanto-prothétiques ainsi que sur l'os.

3.4.2.3.2 Densité osseuse

Les études longitudinales à court terme indiquent que les implants placés dans le maxillaire supérieur, où la qualité osseuse est insuffisante, sont associés à plus de perte osseuse crestale par rapport aux implants placés dans des conditions osseuses plus favorables^(2,6). Cependant, durant de longues périodes d'observation, ces différences ne sont plus reconnues dans les cas d'édentement totaux^(90, 91, 93, 69) ou partiels^(136, 32, 122, 1, 110). Selon ces données, les différences dans les taux de perte osseuse crestale entre les implants placés dans de l'os de différente qualité peuvent être observées pendant les phases de cicatrisation, mais absentes après de longues périodes d'observation.

Les zones de faible densité osseuse constituent donc un risque à court terme lors de la mise en charge des bridges en extension.

Au maxillaire

- Le secteur postérieur présente souvent un os de faible densité, de type IV. Un ancrage mécanique plus faible est susceptible de compromettre le pronostic implantaire ce qui aggrave le risque pour un bridge en extension.
- Lors d'un édentement antérieur, la classification osseuse en II ou III, constitue une zone plus favorable pour résister aux forces biomécaniques. Cependant ces zones nécessitent une mise en esthétique immédiate constituant ainsi un facteur de risque biomécanique supplémentaire.

A la mandibule :

- Os de catégorie III : plus indiqué pour les extensions qu'au maxillaire postérieur
- Os de bonne densité en antérieur, catégorie I, propice pour résister aux forces néfastes

3.4.2.3.3 Connexion prothétique dent-implant

La connexion entre dents naturelles et implants entraîne théoriquement des complications biomécaniques dues à la différence de mobilité entre dents et implants⁽¹¹⁷⁾.

Ces complications observées sont :

- un phénomène d'intrusion de la dent⁽¹⁰¹⁾
- fractures des implants et piliers⁽¹⁰⁷⁾
- résorption crestale de l'os⁽¹⁰⁷⁾

La revue systématique de Pjetursson *et coll.* en 2004⁽¹³⁴⁾ (grade C) a montré d'avantage d'échecs sur les prothèses mixtes dento-implanto-portées que sur des prothèses implanto-portées.

A notre connaissance, aucune étude à long terme n'a été effectuée sur le comportement des prothèses mixtes dento-implanto-portées contenant une extension.

Par mesure de précaution, l'addition des facteurs de risque biomécanique nous amènerait à contre-indiquer ce type de restauration.

3.4.2.3.4 Inclinaison axiale des implants et des contacts occlusaux

Dans ce contexte particulier de risque biomécanique inhérent à la conception prothétique en extension, une prise de conscience des risques entre les complications osseuses

et techniques s'impose. Le principe est de ne pas additionner les facteurs de risque biomécaniques⁽¹⁴²⁾.

Il est donc primordial, afin de conserver une ostéointégration optimale d'effectuer une approche biomécanique, chirurgicale et prothétique, réfléchie afin de limiter les échecs implantaire mécaniques, liés aux surcharges et aux phénomènes de fatigue des matériaux qui pourraient s'additionner au risque inhérent à l'extension.

Quatre paramètres jouent un rôle primordial dans l'importance des contraintes transmises au dispositif implantaire et à l'os et décrit par Weinberg et Kruger⁽¹⁷⁴⁾.

- L'inclinaison des implants
- Le bras de levier extra-alvéolaire
- Le déplacement latéral de l'implant
- L'inclinaison cuspidienne

Remarquons, qu'il est relativement aisé d'agir sur l'influence des pentes cuspidiennes, mais beaucoup plus délicat, en raison de situations anatomiques invalidantes, d'agir sur les trois autres éléments.

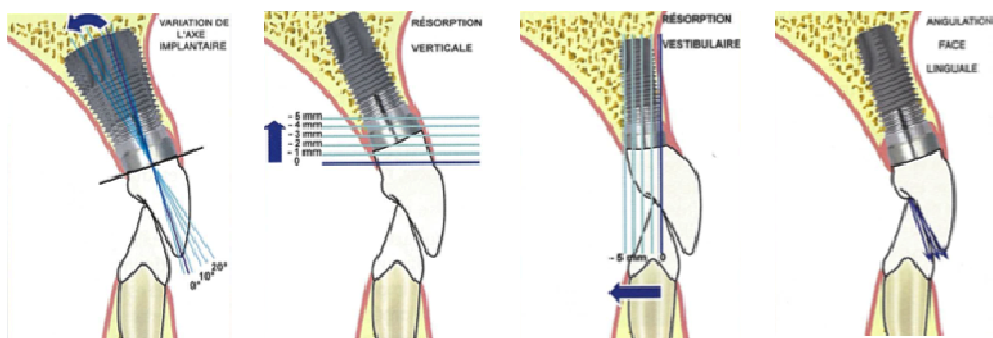


Figure 53- Les quatre paramètres jouent un rôle primordial dans l'importance des contraintes transmises au dispositif implantaire et à l'os et décrit par Weinberg et Kruger⁽¹⁷⁴⁾.

1. Implants inclinés.

L'utilisation de la méthode des éléments finis permet d'observer que l'inclinaison d'implant lors d'un é -implantaire. Lors d'un édentement partiel, nous contre-indiquerions ainsi l'utilisation d'une extension lorsque le wax up prothétique nécessite une position implantaire trop inclinée.

2. Bras de levier extra-alvéolaire.

Le bras de levier extra alvéolaire et la hauteur de l'espace prothétique varient selon les sites en fonction de l'importance de la résorption verticale.

✓ Influence du positionnement occluso-apical de l'implant :

Plus la hauteur de résorption est importante, plus l'implant sera positionné apicalement. Weinberg⁽¹⁷⁴⁾ montre que pour chaque augmentation du positionnement de 1 mm en direction apicale, il y a environ 5% d'augmentation du torque.

✓ Influence de la hauteur de l'espace prothétique

En raison de la résorption osseuse et des contraintes anatomiques nous pouvons mettre en évidence un mauvais ratio C / I. Dans ces cas cliniques, la portion de la restauration du point de contact occlusal à la jonction pilier-implant agit comme un bras de levier, générant potentiellement des moments de flexion nuisibles à la jonction implantaire, et donc, à l'interface os-implant ^(138, 140, 159). Plus la couronne est haute, plus le bras de levier est important, et par conséquent, plus il y a de stress au niveau de la crête osseuse.

Pour chaque augmentation de 1 mm de hauteur de la couronne par rapport à la hauteur anatomique normale, la force augmente de 20 % ⁽¹²⁰⁾.

Nous ne connaissons pas l'influence du rapport C/I sur la survie des bridges en extension sur implants. Les études in vivo longitudinale omettent cette variable clinique. Certains auteurs ont considéré un rapport couronne/implant inférieur à 1 comme une contre-indication à l'utilisation d'implants.

Le comportement biomécanique délétère du ratio couronne/implant est différent d'une prothèse en extensions, les effets nocifs s'additionnent cependant.

3. Influence du positionnement horizontal de l'implant

Les implants doivent être entourés idéalement d'au moins 1 mm d'os sur tout leur périmètre. De plus, ils doivent être placés au milieu des futures couronnes prothétiques. Cependant, en fonction de la localisation et de l'ancienneté de l'édentement, la résorption vestibulo-linguale est plus ou moins importante. Ainsi la modification des rapports transversaux liés à l'importance et à la direction de la résorption va orienter la position horizontale de l'implant.

Pour toute augmentation du surplomb horizontal de 1 mm, il y a, selon Weinberg⁽¹⁶²⁾, une augmentation de 15% du torque. Selon, le positionnement horizontal de l'implant il peut donc de nouveau s'ajouter un porte à faux.

Ces éléments associés à la création d'un mouvement de flexion sont d'autant plus délétères qu'ils sont associés à un élément en extension et doivent constituer une mise en garde, voire une contre indication lors de l'élaboration du projet prothétique en extension.

Si le projet prothétique et implantaire est cependant validé le respect d'un cahier des charges précis est indispensable. Le chirurgien, le praticien et le technicien de laboratoire, doivent optimiser chacun des paramètres ci dessus afin de réduire l'accumulation de facteurs de surcharge implantaire.

3.4.3 RECOMMANDATIONS POUR LA CONCEPTION IMPLANTO-PROTHETIQUE D'UNE PFPIE

Le choix des paramètres technologiques de réalisation de la prothèse en extension doit être adapté au risque biomécanique accru dû aux extensions, afin d'optimiser la réussite de ce type de prothèse.

Nous faisons les suggestions suivantes dans l'objectif de réduire les complications biologiques et techniques qui leur sont associées et d'augmenter le taux de survie.

Toutefois, les critères idéaux permettant un soutien optimal pour une prothèse en extension sont inconnus.

3.4.3.1 CONSIDERATIONS CHIRURGICALES

- La conception d'un implant affecte sa réaction aux forces. Les implants rugueux plutôt que des surfaces lisses fournissent une meilleure rétention à l'os et une plus grande surface pour transmettre les contraintes à l'os.⁽³⁹⁾⁽⁴⁾
- les fabricants développent des implants où le contact os implant est augmenté, ce qui peut améliorer leur ancrage

3.4.3.1.1 *Positionnement des implants*

Un mauvais choix concernant le nombre, le diamètre ou la longueur des implants peut influencer le moment de flexion.

- les données de la littérature, de faible preuve scientifique, indiquent que les prothèses fixes partielles en extension soutenues par deux à trois implants offrent un taux de succès important et prévisible^{figure 38}.
- Les auteurs constatent qu'une extension distale postérieure doit prendre appui sur deux implants mésiaux au minimum⁽³⁷⁾.
- Les protocoles des études concernant les extensions mésiales antérieures ne prennent appui que sur un implant^{T6}.
- Nous avons étudié que le stress sur les prothèses augmente rapidement lorsque l'espacement entre les implants diminue. Le clinicien doit prêter attention à la distance inter-implantaire⁽³⁷⁾ : un espacement d'au moins 8 mm entre les centres des implants semble approprié⁽¹²⁰⁾.

Concept du tripode en postérieur :

- ✓ Le positionnement des implants de diamètre standard sur une ligne droite pour les restaurations postérieures favorise le développement de forces latérales délétères sur les implants.
- ✓ A contrario, le placement des implants en tripode permet de répartir les forces occlusales selon le grand axe des implants. Cette disposition, plus favorable sur le plan biomécanique, permet d'augmenter la stabilité de la restauration et de réduire les contraintes sur les implants.^(140, 142)

3.4.3.1.2 *Diamètre implantaire*

L'utilisation d'un diamètre implantaire adapté au diamètre cervical de la dent à remplacer permet l'obtention d'un profil d'émergence approprié⁽⁴⁹⁾.

Le stress osseux maximum étant situé au niveau de l'os crétal, les implants larges sont donc plus indiqués que les implants longs pour réduire le stress⁽¹⁵⁴⁾.

Une surface augmentée, donc un diamètre le plus large possible selon les conditions anatomiques, contribue à l'amélioration du contact os-implant, et permet de réduire l'incidence des fractures implantaire⁽³⁹⁾, telles que les fractures rapportées avec les implants de 3,3 mm de diamètre dans les études de Hälget coll. en 2009⁽⁸²⁾ et Romeo et coll. en 2003⁽¹⁴⁴⁾.

3.4.3.2 CONSIDERATIONS PROTHETIQUES ET CAHIER DES CHARGES DE L'EXTENSION

Comme nous l'avons évoqué lors de notre étude biomécanique, les cantilevers sont soumis à des forces qui varient selon trois caractéristiques :

- conception apico-occlusale ou hauteur de l'extension,
- conception bucco-linguale ou largeur de l'extension,
- conception mésio-distale ou longueur de l'extension.

3.4.3.2.1 Longueur mésio-distale du cantilever.

La longueur maximale d'un cantilever en prothèse complète est généralement calculée à partir de la répartition antéropostérieure des implants.

Cependant, plusieurs facteurs peuvent affecter cette distance : le nombre et la longueur des implants supportant la prothèse, les forces fonctionnelles de mastication, les forces para-fonctionnelles, ainsi que la présence d'un arc de stabilisation présent en cas d'édentement complet mais absent en cas d'édentement partiel.

- D'après notre étude biomécanique, une augmentation de longueur ou de hauteur de l'extension va augmenter de manière proportionnellement cubique la flexion.⁽³⁷⁾
- Nous conviendrons qu'il faut éviter une flexion trop importante des extensions et prévoir ainsi une longueur minimum possible de celle-ci⁽¹⁴⁸⁾.

En postérieur : Eraslan et coll.⁽⁶⁰⁾ (grade C) en 2005 conseillent de garder la longueur de l'extension à la dimension mésio-distale d'une prémolaire, ce qui est en accord avec les dimensions recommandées par d'autres auteurs^(176, 177, 124, 156, 181).

En antérieur : Les incisives latérales maxillaires et incisives mandibulaires sont souvent petites, les extensions peuvent être relativement courtes afin de minimiser l'augmentation de la force sur la prothèse, l'implant et l'os. Par ailleurs, l'occlusion antérieure peut être conçue pour minimiser les forces sur un cantilever.

Actuellement, il n'existe aucun consensus quant à la longueur optimale de l'extension

3.4.3.2.2 Dimensions des embrasures.

D'après la figure 8 :

- doubler la largeur bucco-linguale (l) de l'armature double la résistance,
- doubler la hauteur occluso-gingivale (h) de l'armature octuple la résistance.

Ainsi, pour augmenter la rigidité et la résistance à la déformation de l'armature métallique de l'extension, le clinicien peut augmenter son épaisseur de préférence en hauteur mais aussi en largeur.

3.4.3.2.3 Occlusion

Il est important de prendre en compte l'influence de l'angulation des versants cuspidiens. En effet, plus l'angle cuspidien est important, plus le torque est important. Selon Weinberg, toute augmentation de 10° d'inclinaison des versants cuspidiens entraîne une augmentation d'environ 30° du torque faisant de ce critère l'élément provoquant le plus de torque.

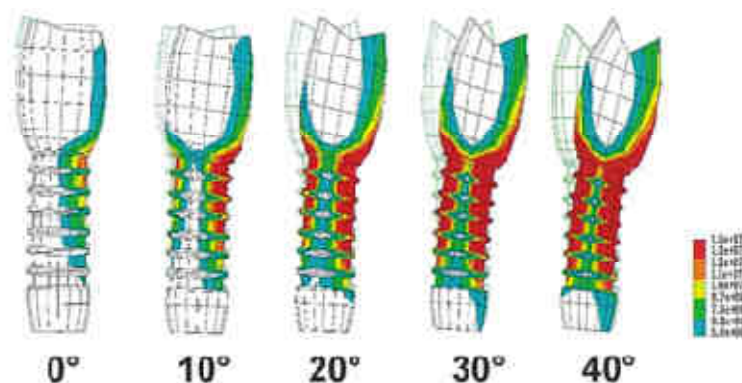


Figure 54-Influence de l'angulation des versants cuspidiens⁽⁴⁹⁾

Même si les preuves scientifiques manquent, certaines données nous permettent de proposer les extensions comme option thérapeutique mais nous imposent également des précautions occlusales particulières :

1. les forces occlusales dans les régions antérieures sont la moitié de celles exercées en postérieur⁽⁴⁵⁾.

Le clinicien peut modifier l'occlusion pour réduire le stress occlusal de différentes façons :

- Un ajustement fin des contacts occlusaux, avec notamment des contacts faibles en occlusion, une absence de contact en latéralité et en propulsion sur les implants, la présence d'un guide antérieur et l'exclusion de ce type de traitement chez les patients présentant des parafunctions et des malocclusions de Classe II et III, sont des facteurs qui peuvent déterminer la longévité biomécanique de ces bridges en extension supportés^(90,119).
- Carlsson *et coll.* 2009⁽⁴¹⁾ (grade C) conseillent de placer le cantilever en infraclusion (0,1-0,2 mm)

Toutefois, la nécessaire précaution visant à diminuer l'intensité des contacts occlusaux sur les extensions ne doit pas se transformer en une excessive sous-occlusion qui se révélera iatrogène, par une compensation de la dent antagoniste, pour les articulations temporomandibulaires⁽¹⁷³⁾.

2. Les contraintes sont appliquées à l'os via les surfaces occlusales⁽¹⁵⁸⁾. A cet égard, il semble que le taux de survie des couronnes unitaires implanto-portées varie de manière significative selon le type de matériau occlusal : significativement plus élevé pour les couronnes céramo-métalliques que pour les couronnes céramiques.

Cependant, une revue de littérature de 2002⁽¹⁵⁰⁾ conclue que les données n'ont pas été significatives pour savoir quel matériau est le meilleur. Le métal et la céramique qui offrent une résistance à l'usure sont généralement les plus utilisés .

3.4.3.2.4 Type de rétention des couronnes

- ✓ Selon Becker *et coll.* en 2004⁽²³⁾(grade C), il est important d'éliminer les composants empilés (tels que les vis multiples pour sécuriser le pilier et la couronne). L'utilisation de prothèses type vis de rétention sans pilier ou scellement des prothèses sur le pilier peut réduire les problèmes, tels que fracture ou relâchement, associés à des restaurations qui additionnent le nombre de vis.

- ✓ Le scellement possède une moindre résistance mécanique, 20 fois plus faible à la tension par rapport à la compression ⁽¹¹⁹⁾,

Selon Goodacre *et coll.* en 2001 (grade C), afin d'améliorer la rétention et la résistance des prothèses scellées lors de l'utilisation d'une extension, le clinicien doit s'assurer que les piliers aient des parois axiales de longueur maximale avec un angle de convergence minimum. Ainsi, une augmentation de hauteur de 2 mm peut amplifier la rétention de 40%. En cas de manque d'espace pour augmenter la hauteur des piliers, des rainures verticales sur les pilier placés parallèlement à l'insertion de la prothèse peuvent réduire le risque de descellement.

- Selon Renouart et Rangert⁽¹⁴²⁾ (grade C), le ciment entraînant un risque biomécanique, il est conseillé de transvisser la prothèse. Cela permet d'intervenir plus facilement en cas de dévissage des vis de piliers.

- ✓ Seuls les auteurs de la revue systématique de Zurdo et coll. en 2009⁽¹⁸⁵⁾ différencient les données concernant les PFPIE scellées et vissées. Il semblerait qu'avec un recul clinique de 10 ans, un plus grand nombre d'échec se rapporte lors de l'utilisation de prothèse transviscée.

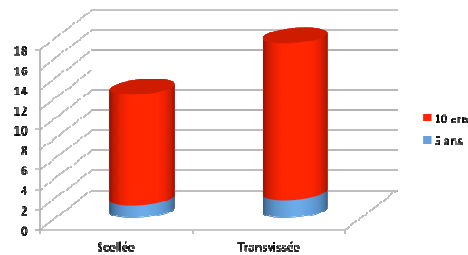


Figure 55-Histogramme du pourcentage d'échec propre à chaque type de rétention.

Données issues de la revue systématique de Zurdo et coll²⁰⁰⁹⁽¹⁸⁵⁾.

Les recommandations issues de la littérature, concernant le type de rétention des PFPIE, sont de faible niveau de preuve scientifique et nécessitent la réalisation d'articles scientifiquement pertinents.

3.4.3.2.5 Passivité de la prothèse.

Une prothèse doit s'adapter passivement. Un défaut d'ajustement pourrait créer des complications à la fois biologiques et techniques ⁽³⁷⁾.

3.4.3.2.6 Précautions concernant les patients atteints de bruxisme.

Les forces parafunctionnelles peuvent entraîner fatigue et fracture du métal, par conséquent, il est prudent d'éviter de placer des PFPIE chez les patients atteints de bruxisme⁽¹¹¹⁾. Selon la situation clinique, en accord avec le patient, le clinicien se doit d'utiliser un nombre plus important d'implants et d'éviter les implants étroits. Il peut aussi envisager l'utilisation de métaux sur les surfaces occlusales afin de réduire l'incidence de dégradation de la céramique. En outre, selon Viennot *et coll*⁽¹⁷³⁾. en 2008 (grade C), il semble primordial de recommander que le patient porte une gouttière occlusale nocturne.

CONCLUSION

Les réhabilitations implantaire actuelles doivent prendre en considération les impératifs prothétiques afin de donner totale satisfaction aux diverses demandes de nos patients. La cire de diagnostic prothétique permet de mettre en évidence certaines situations cliniques défavorables s'opposant à l'emplacement idéal implantaire. Nous pouvons ainsi objectiver une insuffisance de soutien osseux, une présence d'éléments anatomiques localisés ou un risque esthétique.

Une conception prothétique alternative proposant l'utilisation d'un bridge en extension implanto-porté peut-être proposée.

In vitro, des contraintes plus importantes sont mises en évidence au niveau du système prothético-implantaire contenant une extension.

In vivo, les publications indiquent que les bridges en extensions complets ou partiels, mésiaux ou distaux offrent des taux de succès comparables à d'autres thérapeutiques implantaires et sont donc une solution prévisible et fiable.

Les résultats des études montrent des complications le plus souvent prothétiques mineures soulignant l'importance d'une maintenance régulière et minutieuse.

Augmenter la distance inter-implantaire, raccourcir la longueur mésio-distale de l'extension ou ajouter des implants assure une marge de sécurité pour la construction d'un bridge en extension.

Nous soulignerons le comportement implantaire différent du comportement dentaire. Le taux de réussite s'amenuisant avec les prothèses en extension dento-portées ne semblent pas être retrouvées dans les résultats des études comportant des extensions implanto-portées.

Nous émettons cependant des réserves et considérons les conclusions précédentes avec prudence. Le nombre d'études cliniques portant sur les prothèses en extensions implanto-portée est limité, de surcroît de faible niveau de preuve scientifique.

Le faible niveau de preuve des études nécessite des études supplémentaires scientifiquement rigoureusement menées pour guider le clinicien dans sa prise de décision thérapeutique.

Il serait hatif de retenir de façon définitif .Quel que soit le plan de traitement, les compromis ne s'additionnent pas, leurs conséquences démultiplient leurs effets sur la physiopathologie de la biomécanique.

Cette hiérarchie des preuves fournit des lignes directrices, la clé du succès implantaire est la compréhension des mécanises mis en jeu et la prise en compte des quatres composants de la décision clinique que sont : la situation clinique, les données scientifiques, les préférences du patient et l'expérience du praticien.

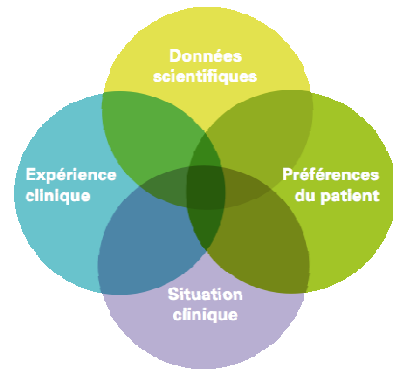


Figure 56-*Les quatre composants de la décision clinique*⁽⁹⁵⁾

BIBLIOGRAPHIE

- 1** **ABBOUD M, KOECK B, STARK H et coll.**
Immediate loading of single-tooth implants in the posterior region.
Int J Oral Maxillofac Implants 2005;**20**(1):61-68.
- 2** **ADELL R.**
A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw.
Int J Oral Surg 1981;**10**(6):387-416. □ □
- 3** **ADELL R.**
Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws.
Int J Oral Maxillofac Implants 1990;**5**(4):347-359. □ □
- 4** **ALBREKTSSON T et WENNERBERG A.**
Oral implant surfaces: Part 1-review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and in vivo responses to them.
Int J Prosthodont 2004;**17**(5):536-543.
- 5** **ALLEN PF et MCMILLAN AS.**
A longitudinal study of quality of life outcomes in older adults requesting implant prostheses and complete removable dentures.
Clin Oral Implants Res 2003;**14**(2):173-179.
- 6** **AHLQVIST J, BORG K, GUNNE J et coll.**
Osseointegrated implants in edentulous jaws: a 2-year longitudinal study.
Int J Oral Maxillofac Implants 1990;**5**(2):155-163.
- 7** **AGENCE NATIONALE D'ACCREDITATION ET D'EVALUATION EN SANTÉ**
Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations.
Janvier 2000.
- 8** **AGLIETTA M, SICILIANO VI, ZWAHLEN M et coll.**
A systematic review of the survival and complication rates of implant supported fixed dental prostheses with cantilever extensions after an observation period of at least 5 years.
Clin Oral Implants Res. 2009;**20**(5):441-51.
- 9** **APOSTOLAKIS D et BROWN JE.**
The anterior loop of the inferior alveolar nerve : prevalence, measurement of its length and a recommendation for the interforaminal implant installation based on cone beam CT imaging.
Clin Oral Implants Res 2011;[Epub ahead of print]
- 10** **ARAÚJO MG et LINDHE J.**
Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog.
J Clin Periodontol 2005;**32**(2):212-218.
- 11** **ASSUNÇÃO WG, BARÃO VA, DELBEN JA et coll.**
A comparison of patient satisfaction between treatment with conventional complete dentures and overdentures in the elderly: a literature review.
Gerodontology 2010;**27**(2):154-162. □ □

- 12 ASSUNÇÃO WG, BARÃO VA, TABATA LF et coll. 11**
Comparison between complete denture and implant-retained overdenture: effect of different mucosa thickness and resiliency on stress distribution.
Gerodontology 2009;**26**(4):273-281.□□
- 13 ASSUNÇÃO WG, ZARDO GG, DELBEN JA et coll. 12**
Comparing the efficacy of mandibular implant-retained overdentures and conventional dentures among elderly edentulous patients: satisfaction and quality of life.
Gerodontology 2007;**24**(4):235-238.□□
- 14 ATTARD NJ et ZARB GA.**
Long-term treatment outcomes in edentulous patients with implant-fixed prostheses: the Toronto study.
Int J Prosthodont 2004;**17**(4):417-424.□□
- 15 ATWOOD DA.**
Postextraction changes in the adult mandible as illustrated by microradiographs of mid sagittal sections and serial cephalometric toengenograms.
J Prostheth Dent 1963;**13**(3):810-824.
- 16 ATWOOD DA.**
Réduction of residual ridges : a major oral disease entity.
J Prosthet Dent 1971;**26**(3):266-279.
- 17 ATWOOD DA et COY WA.**
Clinical, cephalometric and densitometric study of reduction of residual ridges.
J Prosthet Dent 1971;**26**(3):280-295.
- 18 AWAD MA.**
Oral health status and treatment satisfaction with mandibular implant overdentures and conventional dentures: a randomized clinical trial in a senior population.
Int J Prosthodont 2003;**16**(4):390-396.□□
- 19 BAIRAM LR et MILLER WA.**
Mandible bone resorption as determined from panoramic radiographs in edentulous male individuals aged 25-80 years.
Gerodontology 1994;**11**(2):80-85.
- 20 BARBIER L et SCHEPERS E.**
Adaptative bone remodeling around oral implants under axial and nonaxial loading conditions in the dog mandible.
Int J Oral Maxillofac Implants 1997;**12**(2):215-223
- 21 BARRETTO M, FRANSICHONE CE et FILHO HN.**
Deux couronnes prothétiques supportées par un seul implant : une alternative esthétique.
Titane 2008;**5**(4):43-50
- 22 BECHELLI AH et BECHELLI M.**
Osseointegration and biomechanics. Cantilever supported implant dentures.
Rev Asoc Odontol Argent 1991;**79**(1):9-16.
- 23 BECKER CM et KAISER DA.**
Implant-retained cantilever fixed prosthesis: where and when.
J Prosthet Dent 2000;**84**(4):432-435.
- 24 BEDROSSIAN E, SULLIVAN RM, MALO P et coll.**
Fixed-prosthetic implant restoration of the edentulous maxilla: a systematic pretreatment evaluation method.
J Oral Maxillofac Surg 2008;**66**(1):112-122.

- 25 BERGKVIST G, SAHLHOLM S, NILNER K et coll.**
Implant-supported fixed prostheses in the edentulous maxilla. A 2-year clinical and radiological follow-up of treatment with non-submerged ITI implants.
Clin Oral Implants Res 2004;**15**(3):351-359.
- 26 BERT M.**
Le sourire et les implants.
Actual OdontoStomatol (Paris) 2008;**242**:143-154.
- 27 BEVILACQUA M, TEALDO T, MENINI M et coll.**
The influence of cantilever length and implant inclination on stress distribution in maxillary implant-supported fixed dentures.
J Prosthet Dent. 2011;**105**(1):5-13.
- 28 BEVILACQUA M, TEALDO T, PERA F et coll.**
Three-dimensional finite element analysis of load transmission using different implant inclinations and cantilever lengths.
Int J Prosthodont. 2008;**21**(6):539-42.
- 29 BODIC F, HAMEL L, LEROUXEL E et coll.**
Perte osseuse et dents.
Rev. Rhum 2005;**72**(3):215-221.
- 30 BOERRIGTER EM.**
Patient satisfaction with implant-retained mandibular overdentures. A comparison with new complete dentures not retained by implants--a multicentre randomized clinical trial.
Br J Oral Maxillofac Surg 1995;**33**(5):282-288. □ □
- 31 BORNSTEIN MM, BALSIGER R, SENDI P et coll.**
Morphology of the nasopalatine canal and dental implant surgery: a radiographic analysis of 100 consecutive patients using limited cone-beam computed tomography.
Clin Oral Implants Res 2011;**22**(3):295-301.
- 32 BRÄGGER U, KAROUSSIS I, PERSSON R et coll.**
Technical and biological complications/failures with single crowns and fixed partial dentures on implants: a 10-year prospective cohort study.
Clin Oral Implants Res. 2005;**16**(3):326-34.
- 33 BRANEMARK PI.**
L'ostéointégration.
<http://www.branemark.se/Osseointegration.html>
- 34 BROSKY ME, KORIOOTH TW et HODGES J.**
The anterior cantilever in the implant-supported screw-retained mandibular prosthesis.
J Prosthet Dent 2003;**89**(3):244-249.
- 35 BRUNSKI JB.**
Biomechanical factors affecting the bone-dental implant interface.
Clin Mater 1992;**10**(3):153-201.
- 36 BRUNSKI JB.**
In vivo bone response to biomechanical loading at the bone/dental-implant interface.
Adv Dent Res 1999;**13**:99-119.
- 37 BRUNSKI JB.**
Biomechanical aspects of oral/maxillofacial implants.
Int J Prosthodont 2003;**16**(Suppl):30-32.

- 38 BRYANT SR, MACDONALD-JANKOWSKI D et KIM K.**
Does the type of implant prosthesis affect outcomes for the completely edentulous arch?
Int J Oral Maxillofac Implants 2007;**22**(Suppl):117-139.
- 39 BUSER D, MERICSKE-STERN R, BERNARD JP et coll.**
Long-term evaluation of non-submerged ITI implants. Part 1: 8-year life table analysis of a prospective multi-center study with 2359 implants.
Clin Oral Implants Res 1997 Jun;**8**(3):161-172.
- 40 CAPELLI M, ZUFFETTI F, DEL FABBRO M et coll.**
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 2007;**22**(4):639-644.
- 41 CARLSSON GE et PERSSON G.**
Morphologic changes of the mandible after extraction and wearing of dentures. A longitudinal, clinical, and x-ray cephalometric study covering 5 years.
Odontol Revy 1967;**18**(1):27-54.
- 42 CARLSSON GE, BERGMAN B et HEDEGÅRD B.**
Changes in contour of the maxillary alveolar process under immediate dentures. A longitudinal clinical and x-ray cephalometric study covering 5 years.
Acta Odontol Scand 1967;**25**(1):45-75.
- 43 CELLETTI R, PAMEIJER CH, BRACCHETTI G et coll.**
Histologic evaluation of osseointegrated implants restored in non-axial functional occlusion with preangled abutments.
Int J Periodont Rest Dent 1995;**15**:563-573.
- 44 COLLEGE FRANÇAIS DE BIOMATERIAUX DENTAIRES**
<http://www.cfbd.asso.fr/>
- 45 CHARLES H, PARKER E, MAHAN A et coll.**
Limits of human bite strength.
The Journal of Prosthetic Dentistry 1986;**56**(2):226-229.
- 46 CHIAPASCO M, ZANIBONI M et BOISCO M.**
Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants
Clin Oral Implants Res. 2006;**17**(Suppl 2):136-159.
- 47 COLOMINA LE.**
Immediate loading of implant-fixed mandibular prostheses: a prospective 18-month follow-up clinical study--preliminary report.
Implant Dent 2001;**10**(1):23-29.
- 48 DAVARPANAH M et SZMUKLER-MONCLER S.**
Implantologie assistée par ordinateur. Collection JPIO.
Rueil-Malmaison : CdP, 2011
- 49 DAVARPANAH M et SZMUKLER-MONCLER S.**
Manuel d'implantologie clinique. Collection JPIO. 2e éd
Rueil-Malmaison : CdP, 2008
- 50 DAVARPANAH M et SZMUKLER-MONCLER S.**
Théorie et pratique de la mise en charge immédiate
Paris : Quintessence international, 2007 □
- 51 DAWSON A, CHEN S, BUSER D et coll.**
La Classification SAC en implantologie dentaire
Paris : Quintessence International, 2011.

- 52 DE BOEVER AL, KEERSMAEKERS K et VANMAELE G.**
Prosthetic complications in fixed endosseous implant-borne reconstructions after an observations period of at least 40 months.
J Oral Rehabil. 2006;**33**(11):833-839.
- 53 DEL FABBRO M, BELLINI C et ROMEO D.**
Tilted Implants for the Rehabilitation of Edentulous Jaws: A Systematic Review.
Clin Implant Dent Relat Res. 2010;[Epub ahead of print]
- 54 DISS A, NGUYEN Y, CHARBIT Y et coll.**
La mise en charge immédiate des restaurations implantoportée dans le traitement de l'édenté complet mandibulaire.
J Implant 2005;**14**:71-80.
- 55 DUBAYLE P, BOYER B, GOASDOUE P et coll.**
Radiologie en stomatologie et en pathologie maxillo-faciale : Imagerie maxillofaciale. Tomodensitométrie
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie, 22010D30,1996,**14**
- 56 DUFOUR M et PILLU M.**
Biomécanique fonctionnelle
Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2006
- 57 DUYCK J, VAN OOSTERWYCK H, DE COOMAN M et coll.**
Three-dimensional force measurements on oral implants: a methodological study.
J Oral Rehabil 2000;**27**(9):744-753.
- 58 ELIASSON A, ERIKSSON T, JOHANSSON A et coll.**
Fixed partial prostheses supported by 2 or 3 implants: a retrospective study up to 18 years.
Int J Oral Maxillofac Implants. 2006;**21**(4):567-74.
- 59 ELIASZEWICZ-WAJNSZTOK S et TAVERNIER B.**
Analysis of survival rates and complications of various prostheses: a review of the literature
Rev Odonto Stomatol 2009;**38**(3):187-207
- 60 ERASLAN O, SEVIMAY M, USUMEZ A et coll.**
Effects of cantilever design and material on stress distribution in fixed partial dentures-a finite element analysis.
J Oral Rehabil 2005;**32**(4):273-278.
- 61 ESKITASCIOGLU G, USUMEZ A, SEVIMAY M et coll.**
The influence of occlusal loading location on stresses transferred to implant-supported prostheses and supporting bone: A three-dimensional finite element study.
J Prosthet Dent 2004;**91**(2):144-150.
- 62 ESPOSITO M, HIRSCH JM, LEKHOLM U et coll.**
Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II). Etiopathogenesis.
Eur J Oral Sci 1998;**106**(3):721-764.
- 63 FALLSCHU SSELGK.**
Untersuchungen zur Anatomie des zahn- losen Oberkiefers.
Zahnztl Implantol 1986;**2**:64-72.
- 64 FARINA R, PRAMSTRALLER M, FRANCESCHETTI G et coll.**
Alveolar ridge dimensions in maxillary posterior sextants: a retrospective comparative study of dentate and edentulous sites using computerized tomography data.
Clin Oral Implants Res 2011;**22**(10):1138-1144.

- 65 FEINE JS, CARLSSON GE, AWAD MA et coll.**
The Stegaroiu Stegaroiu Gill consensus statement on overdentures. Mandibular two-implant overdentures as first choice standard of care for edentulous patients.
Gerodontology 2002 ;19(1):3-4.
- 66 FEINE JS, DE GRANDMONT P, BOUDRIAS P et coll.**
Within-subject comparisons of implant-supported mandibular prostheses: choice of prosthesis.
J Dent Res 1994;73(5):1105-1111.
- 67 FEINE JS, DE GRANDMONT P, TACHE R et coll.**
Within-subject comparisons of implant-supported mandibular prostheses: psychometric evaluation.
J Dent Res 1994;73(5):1096-1104.
- 68 FEINE JS, MASKAWI K, DE GRANDMONT P et coll.**
Within-subject comparisons of implant-supported mandibular prostheses: evaluation of masticatory function.
J Dent Res 1994;73(10):1646-1656.
- 69 FERRE JC, CHEVALIER C et HELARY JL.**
Biomécanique osseuse crano-maxillo-faciale
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie, 22-001-D-15, 1995, **11**
- 70 FERRIGNO N, LAURETI M, FANALI S et coll.**
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;13: 260-273.
- 71 FISCHER K, STENBERG T, HEDIN M et coll.**
Five-year results from a randomized, controlled trial on early and delayed loading of implants supporting full-arch prosthesis in the edentulous maxilla.
Clin Oral Implants Res 2008;19(5):433-441.
- 72 FROST HM.**
The Utah paradigm of skeletal physiology: an overview of its insights for bone, cartilage and collagenous tissue organ.
J Bone Miner Metab 2000;18(6):305-316.
- 73 GALLUCCI GO, DOUGHTIE CB, HWANG JW et coll.**
Five-year results of fixed implant-supported rehabilitations with distal cantilevers for the edentulous mandible.
Clin Oral Implants Res 2009;20(6):601-607.
- 74 GASTALDO JF, CURY PR et SENDYK WR.**
Effect of the vertical and horizontal distances between adjacent implants and between a tooth and an implant on the incidence of interproximal papilla.
J Periodontol 2004;75(9):1242-1246.
- 75 GAUDY JF.**
Anatomie clinique. 2^{ème} éd.
Collection JPIO.
Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2007.
- 76 GEREMIA T, NACONECY MM, CERVIERI A et coll.**
Effect of the number of abutments on biomechanics of Branemark prosthesis with straight and tilted distal implants.
J Appl Oral Sci 2010;18(2):178-185.

- 77 **GILLET MG.**
J National Dent Ass 1915.
- 78 **GLANTZ PO, RANGERT B, SVENSSON A et coll.**
On clinical loading of osseointegrated implants. A methodological and clinical study.
Clin Oral Implants Res 1993;**4**(2):99-105.
- 79 **GLAUSER R, RUHSTALLER P, WINDISCH S et coll.**
Immediate occlusal loading of Branemark System Ti-Unite implants placed predominantly in soft bone: 4-year results of a prospective clinical study.
Clinical Implant Dentistry and Related Research 2005;**7**(Suppl 1)52-59.
- 80 **GREENSTEIN G, CAVALLARO J Jr.**
Cantilevers extending from unilateral implant-supported fixed prostheses: a review of the literature and presentation of practical guidelines.
J Am Dent Assoc 2010;**141**(10):1221-1230.
- 81 **GÜLER AU, SUMER M, SUMER et coll.**
The evaluation of vertical heights of maxillary and mandibular bones and the location of anatomic landmarks in panoramic radiographs of edentulous patients for implant dentistry.
J Oral Rehabil 2005;**32**(10):741-746.
- 82 **HÄLG GA, SCHMID J et HÄMMERLE CH.**
Bone level changes at implants supporting crowns or fixed partial dentures with or without cantilevers.
Clin Oral Implants Res 2008;**19**(10):983-990.
- 83 **HERMANN JS, BUSER D, SCHENK RK et coll.**
Biologic width around titanium implants. A physiologically formed and stable dimension over time.
Clin Oral Implants Res 2000;**11**(1):1-11.
- 84 **HERMANN JS, BUSER D, SCHENK RK et coll.**
Biologic width around one and two piece titanium implants.
Clin Oral Implants Res 2001;**12**(6):559-571.
- 85 **HUTTON JE, HEATH MR, CHAI JY et coll.**
Factors related to success and failure rates at 3-year follow-up in a multicenter study of overdentures supported by Brånemark implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 1995;**10**(1):33-42.
- 86 **HEYDECKE G, BOUDRIAS P, AWAD MA et coll.**
Within-subject comparisons of maxillary fixed and removable implant prostheses: Patient satisfaction and choice of prosthesis.
Clin Oral Implants Res 2003;**14**(1):125-130.
- 87 **ISIDOR F.**
Loss of osseointegration caused by occlusal load of oral implants. A clinical and radiographic study in monkey.
Clin Oral Implants Res 1996;**7**(2):143-152.
- 88 **ISIDOR F.**
Histological evaluation of peri-implant bone at implants subjected to occlusal overload or plaque accumulation.
Clin Oral Implants Res 1997;**8**(1):1-9.
- 89 **ISIDOR F.**
Influence of forces on peri-implant bone.
Clin Oral Implants Res 2006;**17**(Suppl 2):8-18.

- 90 JEMT T.**
Failures and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Brånemark implants in edentulous jaws: a study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup.
Int J Oral Maxillofac Implants 1991;**6**(3):270-276.
- 91 JEMT T.**
Fixed implant-supported prostheses in the edentulous maxilla. A five- year follow-up report.
Clin Oral Implants Res 1994;**5**(3):142-147.
- 92 JEMT T, CHAI JY, HARNETT J et coll.**
A 5-year prospective multi-center follow-up report on overdentures supported by osseointegrated implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 1996;**11**(3):291-298.
- 93 JEMT T et LEKHOLM U.**
Implant treatment in edentulous maxillae. A 5-year follow-up report on patients with different degrees of jaw resorption.
Int J Oral Maxillofac Implants 1995;**10**(3):303-311.
- 94 JOHANSSON LA et EKFEJLDT A.**
Implant-supported fixed partial prostheses: a retrospective study.
Int J Prosthodont 2003;**16**(2):172-176.
- 95 JOURNAL OF EVIDENCE-BASED DENTAL PRACTISE**
Définition de l' EBM
<http://www.ebm-journal.presse.fr/>
- 96 KATAKAMI K, MISHIMA A, KURIBAYASHI A et coll.**
Anatomical characteristics of the mandibular lingual foramina observed on limited cone-beam CT images.
Clin Oral Implants Res 2009;**20**(4):386-390.
- 97 KIM Y, OH TJ, MISCH CE et coll.**
Occlusal considerations in implant therapy: clinical guidelines with biomechanical rationale.
Clin Oral Implants Res 2005;**16**(1):26-35.
- 98 KOCA OL, ESKITASCIOGLU G, USUMEZ A.**
Three-dimensional finite-element analysis of functional stresses in different bone locations produced by implants placed in the maxillary posterior region of the sinus floor.
J Prosthet Dent. 2005;**93**(1):38-44.
- 99 KREISSL ME, GERDS T, MUCHE R, et coll.**
Technical complications of implant-supported fixed partial dentures in partially edentulous cases after an average observation period of 5 years.
Clin Oral Implants Res 2007;**18**(6):720-726.
- 100 KREKMANOV L, KAHN M, RANGERT B et coll.**
Tilting of posterior mandibular and maxillary implants for improved prosthesis support.
Int J Oral Maxillofac Implants 2000;**15**(3):405-414.
- 101 LANG NP, BERGLUNDH T, HEITZ-MAYFIELD LJ et coll.**
Consensus statements and recommended clinical procedures regarding implant survival and complications.
Int J Oral Maxillofac Implants.2004;**19**(Suppl):150-154.
- 102 LEE H, YU A et FLORES-MIR C.**
Limited evidence that cantilevers are associated with slightly lower survival rates of implant-supported fixed partial dentures.
J Am Dent Assoc 2010;**141**(11):1371-1372.

- 103 LE GALL MG, LAURET JF et SAADOUN AP.**
 Quelle occlusion en prothèse sur implants ? 2ème partie : nécessite d'une approche fonctionnelle.
 Cahde Prothèse 2000;**110**:7-19.
- 104 LEKHOLM U, GRÖNDAHL K et JEMT T.**
 Outcome of oral implant treatment in partially edentulous jaws followed 20 years in clinical function.
 Clin Implant Dent Relat Res 2006;**8**(4):178-186.
- 105 LEKHOLM U et ZARB G.**
 Patient selection and preparation.
 In : BRANEMARK PI, ZARB G et ALBERKTSSON T, Tissue integrated prosthesis : osseointegration in clinical dentistry.
 Chicago : Quintessence Publishing, 1985
- 106 LEMONS JE.**
 Biomaterials, biomechanics, tissue healing, and immediate-function dental implants.
 J Oral Implantol 2004;**30**(5):318-324.
- 107 LINDH T, DAHLGREN S, GUNNARSSON K et coll.**
 Tooth-implant supported fixed prostheses: a retrospective multicenter study.
 Int J Prosthodont. 2001;**14**(4):321-328.
- 108 LIU T, XIA B et GU Z.**
 Inferior alveolar canal course: a radiographic study.
 Clin Oral Implants Res 2009;**20**(11):1212-1218.
- 109 LUNDGREN D, FALK H et LAURELL L.**
 Influence of number and distribution of occlusal cantilever contacts on closing and chewing forces in dentitions with implant-supported fixed prostheses occluding with complete dentures.
 Int J Oral Maxillofac Implants. 1989;**4**(4):277-283.
- 110 LUONGO G, DI RAIMONDO R, FILIPPINI P et coll.**
 Early loading of sandblasted, acid-etched implants in the posterior maxilla and mandible: a 1-year follow-up report from a multicenter 3-year prospective study.
 Int J Oral Maxillofac Implants 2005;**20**(1):84-91.
- 111 MALO P, DE ARAUJO M, LOPES A et coll.**
 A longitudinal study of the survival of All-on-4 implants in the mandible with up to 10 years of follow-up.
 J Am Dent Assoc 2011;**142**(3):310-320.
- 112 MALO P, RANGERT B et 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.
- 113 MALO P, RANGERT B et NOBRE M.**
 All-on-4 immediate-function concept with Brånemark System implants for completely edentulous maxillae: a 1-year retrospective clinical study.
 Clin Implant Dent Relat Res 2005;**7**(Suppl 1):88-94.
- 114 MCALARNEY ME et STAVROPOULOS DN.**
 Determination of cantilever length-anterior-posterior spread ratio assuming failure criteria to be the compromise of the prosthesis retaining screw-prosthesis joint.
 Int J Oral Maxillofac Implants 1996;**11**(3):331-339.

- 115 MCALARNEY ME et STAVROPOULOS DN.**
Theoretical cantilever lengths versus clinical variables in fifty-five clinical cases.
J Prosthet Dent 2000;**83**(3):332-343.
- 116 MCCARTNEY JW.**
Cantilever rests: an alternative to the unsupported distal cantilever of osseointegrated implant-supported prostheses for the edentulous mandible.
J Prosthet Dent 1992;**68**(5):817-819.
- 117 MARTINEZ H. RENAULT P. GEORGES-RENAULT G et coll.**
Les implants : chirurgie et prothèse, Choix thérapeutique stratégique. Collection JPIO
Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2008.
- 118 MERTENS C et STEVELING HG.**
Implant-supported fixed prostheses in the edentulous maxilla: 8-year prospective results.
Clin Oral Implants Res 2011;**22**(5):464-472.
- 119 MISCH CE.**
Implants et facteurs de risque
<http://www.dentistrytoday.com/interview/3104-risk-factors-and-treatment>
- 120 MISCH CE et BIDES MW.**
Implant-protected occlusion.
Int J Dent Symp 1994;**2**(1):32-37.
- 121 MORAIS JA, HEYDECKE G, PAWLIUK J et coll.**
The effects of mandibular two-implant overdentures on nutrition in elderly edentulous individuals.
J Dent Res 2003;**82**(1):53-58.
- 122 NAERT I, DUYCK J, HOSNY M et coll.**
Evaluation of factors influencing the marginal bone stability around implants in the treatment of partial edentulism.
Clin Implant Dent Relat Res 2001;**3**(1):30-38.
- 123 NAERT I, QUIRYNEN M, VAN STEENBERGHE D et coll.**
A study of 589 consecutive implants supporting complete fixed prostheses.
Part I: Periodontal aspects.
J Prosthet Dent 1992a;**68**(4):655-663.
- 124 NAERT I, QUIRYNEN M, VAN STEENBERGHE D et coll.**
A study of 589 consecutive implants supporting complete fixed prostheses. Part II: Prosthetic aspects.
J Prosthet Dent 1992b;**68**(6):949-956.
- 125 NEDIR R, BISCHOF M, SZMUKLER-MONCLER S et coll.**
Prosthetic complications with dental implants: from an up-to-8-year experience in private practice.
Int J Oral Maxillofac Implants 2006;**21**(6):919-928.
- 126 OGAWA T, OGIMOTO T et KOYANO K.**
Validity of the examination method of occlusal contact pattern relating to mandibular position.
J Dent 2000;**28**(1):23-29.

- 127 OGISO M, TABATA T, KUO PT et coll.**
A histologic comparison of the functional loading capacity of an occluded dense apatite implant and the natural dentition.
J Prosthet Dent 1994;**71**(6):581-588.
- 128 ORTORP A, LINDEN B et JEMT T.**
Clinical experiences with laser-welded titanium frameworks supported by implants in the edentulous mandible: a 5-year follow-up study.
Int J Prosthodont. 1999;**12**(1):65-72.
- 129 OSIER JF.**
Biomechanical load analysis implant systems
J Oral Implantol 1991;**17**(1):40-47.
- 130 PARFITT GJ.**
Measurement of the physiological mobility of individual teeth in an axial direction.
J Dent Res 1960;**39**:608-18.
- 131 PIERRISNARD L et RENAULT P.**
Biomécanique : Interêt de la méthode des éléments finis
Dans : MARTINEZ H, Les implants, chirurgie et prothèse. Collection JPIO
Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2008
- 132 PJETURSSON BE et LANG NP.**
Prosthetic treatment planning on the basis of scientific evidence.
J Oral Rehabil 2008;**35**(Suppl 1):72-79.
- 133 PJETURSSON BE, TAN K, LANG NP et coll.**
A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) observation period of at least 5 years.
Clin Oral Implants Res 2004;**15**(6):625-642.
- 134 PJETURSSON BE, TAN K, LANG NP et coll.**
A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years.
Clin Oral Implants Res. 2004;**15**(6):667-676.
- 135 PRAMSTRALLER M, FARINA R, FRANCESCHETTI G et coll.**
Ridge dimensions of the edentulous posterior maxilla: a retrospective analysis of a cohort of 127 patients using computerized tomography data.
Clin Oral Implants Res 2011;**22**(1):54-61.
- 136 QUIRYNEN M, NAERT I, VAN STEENBERGHE D et coll.**
Periodontal aspects of osseointegrated fixtures supporting an overdenture. A 4-year retrospective study.
Journal of Clinical Periodontology 1991;**18**:719-728.
- 137 RANDOW K, ERICSSON I, NILNER K et coll.**
Immediate functional loading of Brånemark dental implants. An 18-month clinical follow-up study.
Clin Oral Implants Res 1999;**10**(1):8-15.
- 138 RANGERT B, JEMT T et JÖRNEUS L.**
Forces and moments on Branemark implants.
Int J Oral Maxillofac Implants 1989;**4**(3):241-247.
- 139 RANGERT B, KROGH PH, LANGER B et coll.**
Bending overload and implant fracture: a retrospective clinical analysis.
Int J Oral Maxillofac Implants 1995;**10**(3):326-334.
Erratum in: Int J Oral Maxillofac Implants 1996;**11**(5):575.

- 140 RANGERT BR, SULLIVAN RM et JEMT TM.**
Load factor control for implants in the posterior partially edentulous segment.
Int J Oral Maxillofac Implants. 1997;**12**(3):360-370.
- 141 RASMUSSEN L, ROOS J et BYSTEDT H.**
A 10-year follow-up study of titanium dioxide-blasted implants.
Clin Implant Dent Relat Res 2005;**7**(1):36-42.
- 142 RENOUART F et RANGERT B**
Prise de décision en pratique implantaire
Paris : Quintessence Publishing, 2005.
- 143 REVOL P, DEVOIZE L, DESCHAUMES C.**
Stomatologie gériatrique
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie, 22-052-A-10, 2006,**14**
- 144 ROMEO E, LOPS D, MARGUTTI E et coll.**
Implant-supported fixed cantilever prostheses in partially edentulous arches. A seven-year prospective study.
Clin Oral Implants Res 2003;**14**(3):303-311.
- 145 ROMEO E, TOMASI C, FININI I et coll.**
Implant-supported fixed cantilever prosthesis in partially edentulous jaws: a cohort prospective study.
Clin Oral Implants Res. 2009;**20**(11):1278-1285.
- 146 ROSANO G, TASCHIERI S, GAUDY JF et coll.**
Anatomic assessment of the anterior mandible and relative hemorrhage risk in implant dentistry: a cadaveric study.
Clin Oral Implants Res. 2009;**20**(8):791-795.
- 147 ROSEMBERG M, RAPP G, MOLE C et coll.**
Apports du dentoscaner en implantologie.
Journées française de radiologie, Marseille, 2004
- 148 RUBO JH et SOUZA EA.**
Finite element analysis of stress in bone adjacent to dental implants.
J Oral Implantol 2008;**34**(5):248-255.
- 149 SACKETT DL, ROSENBERG WM, GRAY JA et coll.**
Evidence based medicine: what it is and what it isn't.
Clin Orthop Relat Res 2007;**455**:3-5.
- 150 SAHIN S, CEHRELI MC et YALÇIN E.**
The influence of functional forces on the biomechanics of implant-supported prostheses
J Dent 2002;**30**(8):271-282.
- 151 SALSOU B et MARGARITORA E.**
Esthétique et implants en un temps chirurgical
Implantodontie 2003:23-42
- 152 SALVI GE et BRÄGGER U.**
Mechanical and technical risks in implant therapy.
Int J Oral Maxillofac Implant 2009;**24**(Suppl):69-85.
- 153 SCHENK RK et BUSER D.**
Osseointegration: a reality.
Periodontol 2000 1998;**17**:22-35.

- 154 SERTGÖZ A et GÜVENER S.**
Finite element analysis of the effect of cantilever and implant length on stress distribution in an implant-supported fixed prosthesis.
J Prosthet Dent 1996;**76**(2):165-169.
- 155 SETHI A, KAUS T et SOCHOR P.**
The use of angulated abutments in implant dentistry: five-year clinical results of an ongoing prospective study.
Int J Oral Maxillofac Implants. 2000;**15**(6):801-810.
- 156 SHACKLETON JL, CARR L, SLABBERT JC et coll.**
Survival of fixed implant- supported prostheses related to cantilever lengths.
J Prosthet Dent 1994;**71**:23-26.
- 157 SHILLINGBURG HT.**
Bases fondamentales de prothèse fixée
Edition CDP Paris, 1998
- 158 SKALAK R.**
Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses.
J Prosthet Dent 1983;**49**(6):843-848.
- 159 SNAUWAERT K, DUYCK J, VAN STEENBERGHE et coll.**
Time dependent failure rate and marginal bone loss of implant supported prostheses : a 15-year follow-up study.
Clin Oral Invest 1999;**4**:13-20.
- 160 SOCIETE FRANCOPHONE DES BIOMATERIAUX DENTAIRES**
Université virtuelle francophone, 2010-2011
<http://www.cfbd.asso.fr/>
- 161 STEGAROIU R, SATO T, KUSAKARI H, MIYAKAWA O.**
Influence of restoration type on stress distribution in bone around implants: a three-dimensional finite element analysis.
Int J Oral Maxillofac Implants 1998;**13**(1):82-90.
- 162 TALLGREN A.**
The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers: a mixed longitudinal study covering 25 years.
J Prosthet Dent 1972;**27**:130-132.
- 163 TAN K, PJETURSSON BE, LANG NP et coll.**
A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years.
Clin Oral Implants Res 2004;**15**(6):654-666.
- 164 TARNOW DP, CHO SC et WALLACE SS.**
The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest.
J Periodontol 2000;**71**(4):546-549.
- 165 TARNOW DP, EMTIAZ S et CLASSI A.**
Immediate loading of threaded implants at stage 1 surgery in edentulous arches: ten consecutive case reports with 1- to 5-year data.
Int J oral maxillofac implants 1997;**12**(3):319-324.
- 166 TASHKANDI EA, LANG BR, EDGE MJ.**
Analysis of strain at selected bone sites of a cantilevered implant-supported prosthesis.
J Prosthet Dent 1996;**76**(2):158-64.

- 167 TEMAN G, LACAN A, SUISSA M et coll.**
Imagerie dentomaxillaire
Encycl Méd Chir (Paris), Radiologie, 354376, 2004,**13**
- 168 TESTORI T, GALLI F, CAPELLI M et coll.**
Immediate nonocclusal versus early loading of dental implants in partially edentulous patients: 1-year results from a multicenter, randomized controlled clinical trial.
Int J Oral Maxillofac Implants 2007;**22**(5):815-822.
- 169 TEUGHELS W, MERHEB J et QUIRYNEN M.**
Critical horizontal dimensions of interproximal and buccal bone around implants for optimal aesthetic outcomes: a systematic review.
Clin Oral Implants Res. 2009;**20**(Suppl 4):134-145.
- 170 TYMSTRA N, RAGHOEBAR GM, VISSINK A et coll.**
Dental implant treatment for two adjacent missing teeth in the maxillary aesthetic zone: a comparative pilot study and test of principle.
Clin Oral Implants Res 2011;**22**(2):207-213.
- 171 VACHER C.**
Anatomie du vieillissement craniofacial
Encycl Méd Chir (Paris) Stomatologie, 22-052-A-05, 2011,**14**
- 172 VAZQUEZ L, SAULACIC N, BELSER U et coll.**
Efficacy of panoramic radiographs in the preoperative planning of posterior mandibular implants: a prospective clinical study of 1527 consecutively treated patients.
Clin Oral Implants Res 2008;**19**(1):81-85.
- 173 VIENNOT S, MALQUARTI G, ALLARD Y et coll.**
Différents types de bridges
Encycl. Méd. Chir (Paris), Médecine buccale, 28-815-G-10, 2008,**10**
- 174 WEINBERG LA et KRUGER B.**
An evaluation of torque (moment) on implants/prostheses with staggered buccal and lingual offset.
Internat Periodont Rest Dent 1996;**16**:253-265.
- 175 WEINGART D et TEN BRUGGENKATE CM.**
Treatment of fully edentulous patients with ITI implants.
Clin Oral Implants Res 2000;**11**(Suppl 1):69-82.
- 176 WENNSTRÖM J, ZURDO J, KARLSSON S et coll.**
Bone level change at implant-supported fixed partial dentures with and without cantilever extension after 5 years in function..
J Clin Periodontol 2004;**31**(12):1077-1083.
- 177 WHITE SN, CAPUTO AA et ANDERKVIST T.**
Effect of cantilever length on stress transfer by implant-supported prostheses.
J Prosthet Dent 1994;**71**(5):493-499.
- 178 WOLFF J.**
"The Law of Bone Remodeling". Berlin: Springer, 1986
- 179 WOOD MR et VERMILYEA SG.**
Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics.
A review of selected dental literature on evidence-based treatment planning for dental implants: report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics.
J Prosthet Dent 2004;**92**(5):447-462.

- 180 YOKOYAMA S, WAKABAYASHI N, SHIOTA M et coll.**
The influence of implant location and length on stress distribution for three-unit implant-supported posterior cantilever fixed partial dentures.
J Prosthet Dent 2004;**91**(3):234-240.
- 181 YOUNG FA, WILLIAMS KR, DRAUGHN R et coll.**
Design of prosthetic cantilever bridgework supported by osseointegrated implants using the finite element method.
Dent Mater 1998;**14**(1):37-43.
- 182 ZAMPELIS A, RANGERT B et HEIJL L.**
Tilting of splinted implants for improved prosthodontic support: a two-dimensional finite element analysis.
J Prosthet Dent 2007;**97**(Suppl):S35-S43
- 183 ZANI SR, RIVALDO EG, FRASCA LC et coll.**
Oral health impact profile and prosthetic condition in edentulous patients rehabilitated with implant-supported overdentures and fixed prostheses.
J Oral Sci 2009;**51**(4):535-543. □
- 184 ZITZMANN NU et MARINELLO CP.**
Fixed or removable implant-supported restorations in the edentulous maxilla: literature review.
Pract Periodont Aesthet Dent 2000;**12**(6):599-608.
- 185 ZURDO J, ROMÃO C et WENNSTRÖM JL.**
Survival and complication rates of implant-supported fixed partial dentures with cantilevers: a systematic review.
Clin Oral Implants Res 2009;**20**(Suppl 4):59-66.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1-Représentation schématique d'un bridge implanto-porté, selon l'auteur.

Figure 2-Représentation schématique d'un bridge partiel en extension, composé d'une travée encastrée par deux implants à une extrémité, l'autre extrémité est en extension, selon l'auteur.

Figure 3-Représentation schématique d'un bridge complet en extension, composé d'une travée encastrée par six implants, deux extrémités distales sont en extension, selon l'auteur.

Figure 4- Tableau présentant les facteurs biologiques et biomécaniques entraînant des pertes osseuse (a) et complications prothético-implantaires (b),selon Martinez et coll. en 2008.

MARTINEZ H. RENAULT P. GEORGES-RENAULT G. et coll.

Les implants : chirurgie et prothèse, Choix thérapeutique stratégique
Collection JPIO

Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2008

Figure 5-Ligament parodontal et centre de rotation, conséquence sur la transmission des forces, selon Martinez et coll. en 2008

MARTINEZ H. RENAULT P. GEORGES-RENAULT G. et coll.

Les implants : chirurgie et prothèse, Choix thérapeutique stratégique
Collection JPIO

Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2008

Figure 6-Forces axiales (AL), forces axiales positionnées latéralement (LL), et forces latérales (OL) s'exerçant sur une prothèse implantaire, selon Sahin et coll. en 2002

SAHIN S, CEHRELI MC, YALÇIN E.

The influence of functional forces on the biomechanics of implant-supported prostheses
J Dent. 2002 Sep-Nov;30(7-8):271-82. Review

Figure 7-Formule mathématique du moment de flexion exercé par le bras de levier, selon Dufour et coll. en 2006.

DUFOUR M., PILLU M.

Biomécanique fonctionnelle

Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson SAS, 2006

Figure 8-Formule mathématique d'une contrainte,selon Shillingburg 1998.

Proportionnelle au cube de sa longueur et inversement proportionnelle au cube de sa largeur et de sa hauteur.

SHILLINGBURG HT.

Bases fondamentales de prothèse fixée

Edition CDP Paris 1998

Figure 10-Schéma d'une force occlusal et mouvement de compensation des implant, selon Rangert et coll. 1989(a) et l'auteur(b).

RANGERT B, JEMT T, JÖRNEUS L.

Forces and moments on Branemark implants.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1989 Fall;4(3):241-7.

Figure 11- Le bras de l'effort est représenté par la flèche verte horizontale, et le bras de la résistance est représenté par la flèche bleu horizontale, selon l'auteur.

Figure 12 - Cantilever antérieur d'une prothèse transvissée mandibulaire,selon Brosky et coll.

BROSKY ME, KORIOH TW, HODGES J.

The anterior cantilever in the implant-supported screw-retained mandibular prosthesis.

J Prosthet Dent. 2003 Mar;89(3):244-9.

Figure 13-Conceptions prothétiques spécifiques selon l'édentement, selon Rangert et coll.

RANGERT BR, SULLIVAN RM, JEMT TM.

Load factor control for implants in the posterior partially edentulous segment.

Int J Oral Maxillofac Implants. 1997 May-Jun;12(3):360-70.

Figure 14-Localisation des contraintes en jaune et orange au niveau du col implantaire, selon Pierrisnard et coll. en 2008(a) et trasnposition au niveau de l'implant adjacent à l'extension(b).

PIERRISNARD L et RENAULT P.

Biomécanique : Interêt de la méthode des éléments finis

Dans : MARTINEZ H, Les implants, chirurgie et prothèse. Collection JPIO

Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2008

Figure 15-Cire de diagnostic des dents manquantes maxillaires, selon Davarpanah et coll.

DAVARPANA M., SZMUKLER-MONCLER S.

Implantologie assistée par ordinateur

Collection JPIO

Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2011

Figure 16-Guide radiologique sur le modèle,selon Davarpanah et coll. en 2011

DAVARPANA M., SZMUKLER-MONCLER S.

Implantologie assistée par ordinateur

Collection JPIO

Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2011

Figure 17-Les différents plans de coupe d'un CT scan, selon Davarpanah et coll. en 2011

DAVARPANA M., SZMUKLER-MONCLER S.

Implantologie assistée par ordinateur

Collection JPIO

Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2011

Figure 18-Classification osseuse, selon Lekholm et Zarb 1985

LEKHOLM U et ZARB G.

Patient selection and preparation.

In : BRANEMARK PI, ZARB G et ALBERKTSSON T, Tissue integrated prosthesis : osseointegration in clinical dentistry.

Chicago : Quintessence Publishing, 1985

Figure 19-Analogie entre la classification osseuse selon Lekholm et Zarb et la localisation clinique des différents types d'os selon Davarpanah et coll. en 2008.

DAVARPANA M., SZMUKLER-MONCLER S.

Manuel d'implantologie clinique - 2e édition

Concepts, protocoles et innovations récentes

Collection JPIO

Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2008

Figure 20-Qualité et densité de l'os selon sa localisation clinique, selon Martinez et coll.

MARTINEZ H. RENAULT P. GEORGES-RENAULT G. et coll.

Les implants : chirurgie et prothèse, Choix thérapeutique stratégique

Collection JPIO

Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2008

Figure 21-Tableau résumant les taux de survie des prothèses implanto-portées, selon Eliazewicz-Wajnszok et coll. en 2009

ELIASZEWICZ-WAJNSZOK S et TAVERNIER B.

Analysis of survival rates and complications of various prostheses: a review of the literature

Rev Odonto Stomatol 2009;**38**(3):187-207

Figure 22-Grade des recommandations publié par l'agence nationale d'évaluation et d'accréditation en santé en 2000 suivant le niveau de preuve scientifique fourni par les études.

AGENCE NATIONALE D'ACCREDITATION ET D'EVALUATION EN SANTÉ

Service Recommandations Professionnelles

Guide d'analyse de la littérature et gradation des recommandations

Janvier 2000

Figure 23-Tableau des études concernant la survie implantaire et prothétique des PFCIE à la mandibule, selon l'auteur.

Figure 24 - Tableau des études concernant la survie implantaire et prothétiques des PFCIE au maxillaire, selon l'auteur.

Figure 25-représentation schématique d'un patient en présence d'une résorption osseuse modérée, selon Davarpanah et coll. en 2008.

DAVARPANA M., SZMUKLER-MONCLER S.

Manuel d'implantologie clinique - 2e édition

Concepts, protocoles et innovations récentes

Collection JPIO

Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2008

Figure 26-Profile de la crête alvéolaire et du sinus maxillaire selon Farina et coll en 2011.

FARINA R, PRAMSTRALLER M, FRANCESCHETTI G ET COLL.

Alveolar ridge dimensions in maxillary posterior sextants: a retrospective comparative study of dentate and edentulous sites using computerized tomography data.

Clin Oral Implants Res. 2011;**22**(10):1138-44

Figure 27-Nombre d'implants conseillés en fonction de la distance mésio-distale osseuse nécessaire selon Davarpanah et coll. en 2008.

DAVARPANA M., SZMUKLER-MONCLER S.
Manuel d'implantologie clinique - 2e édition
Concepts, protocoles et innovations récentes
Collection JPIO
Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2008

Figure 28-Forme de l'arcade et dessin prothétique selon Davarpanah et coll. en 2008.

DAVARPANA M., SZMUKLER-MONCLER S.
Manuel d'implantologie clinique - 2e édition
Concepts, protocoles et innovations récentes
Collection JPIO

Figure 29-Calcul de la longueur maximale de l'extension selon Davarpanah et coll. en 2007

DAVARPANA M., SZMUKLER-MONCLER S.
Théorie et pratique de la mise en charge immédiate
Paris : Quintessence international, 2007 □

Figure 30-Bridge complet en extension (a) et bridge sur pilotis (b) selon Davarpanah et coll.

DAVARPANA M., SZMUKLER-MONCLER S.
Manuel d'implantologie clinique - 2e édition
Concepts, protocoles et innovations récentes
Collection JPIO
Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2008

Figure 31-Radiographie panoramique d'un édenté complet restauré avec deux PFCE supportées par 4 et 6 implants.

Figure 32-Exemple de modélisation d'un implant à la mandibule, selon Ferre et coll.

FERRE JC, CHEVALIER C et HELARY JL.
Biomécanique osseuse cranio-maxillo-faciale
Encycl Méd Chir (Paris), Stomatologie, 22-001-D-15, 1995, 11

Figure 33-Exemple de localisation des contraintes sur un implant, selon Pierrisnard et coll.

PIERRISNARD L et RENAULT P.
Biomécanique : Interêt de la méthode des éléments finis
Dans : MARTINEZ H, Les implants, chirurgie et prothèse. Collection JPIO
Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2008

Figure 34- Caractéristiques des prothèses fixes complètes implanto-portées utilisées

Figure 35-Contraintes au niveau des implants.

Figure 36- Contraintes au niveau de la prothèse

Figure 37- Contraintes au niveau osseux

BEVILACQUA M, TEALDO T, MENINI M et coll.
The influence of cantilever length and implant inclination on stress distribution in maxillary implant-supported fixed dentures.
J Prosthet Dent. 2011;**105**(1):5-13.

Figure 38-Tableau récapitulatif des études concernant les implants inclinés, selon l'auteur

Figure 39-Comparaison du centre de rotation rotation entre les implants utilisés dans les études de Geremia et coll. 2009 et Krekmakov and coll. 2000

Figure 40-Tableau des études portant sur la survie des PFPIE, selon l'auteur

Figure 41-Tableau portant sur la survie des différentes prothèses partielles et implants après 5 et 10 ans, selon l'auteur

Figure 42-Tableau portant sur les complications techniques associées aux implants supportant des prothèses fixes partielles en extension selon les revues systématiques de Aglietta et coll. et Zurdo et coll

Figure 43-Tableau portant sur les conséquences différentielles d'une extension mésiale ou distale, selon l'auteur

Figure 44-Répartition moyenne en pourcentage des hauteurs osseuses résiduelles, selon Prasmtraller et coll.

PRAMSTRALLER M, FARINA R, FRANCESCHETTI G et coll.

Ridge dimensions of the edentulous posterior maxilla: a retrospective analysis of a cohort of 127 patients using computerized tomography data.

Clin Oral Implants Res 2011;**22**(1):54-61.

Figure 45-Les quatre trajectoires possibles du nerf alvéolaire inférieur, selon Liu et coll.

LIU T, XIA B et GU Z.

Inferior alveolar canal course: a radiographic study.

Clin Oral Implants Res 2009;**20**(11):1212-1218.

Figure 46-Hauteurs osseuses moyennes (mm) entre la paroi supérieur du canal alvéolaire et la crête osseuse selon les sites postérieurs mandibulaires avant (J0) et après avulsion dentaires à 1 an (J+1).

Figure 47-Nombre d'implants standard recommandé selon l'espace prothétique mésio-distale

DAVARPANA M., SZMUKLER-MONCLER S.

Manuel d'implantologie clinique - 2e édition

Concepts, protocoles et innovations récentes

Collection JPIO

Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2008

Figure 48-Diamètre et longueur standard des implants selon les dents à remplacer

DAVARPANA M., SZMUKLER-MONCLER S.

Manuel d'implantologie clinique - 2e édition

Concepts, protocoles et innovations récentes

Collection JPIO

Rueil-Malmaison : Editions CdP, 2008

Figure 49-Exemple de deux implants 11 et 21 non parallèles et 22 en extension

BECKER CM et KAISER DA.

Implant-retained cantilever fixed prosthesis: where and when.
J Prosthet Dent 2000;**84**(4):432-435.

Figure 50-Relation Distance inter-implantaire et perte osseuse.

TARNOW DP, CHO SC et WALLACE SS.

The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest.
J Periodontol 2000;**71**(4):546-549.

Figure 51-Respect des distances inter-implantaire et entre dent et implant, selon Galluci

GALLUCCI GO, DOUGHTIE CB, HWANG JW et coll.

Five-year results of fixed implant-supported rehabilitations with distal cantilevers for the edentulous mandible.
Clin Oral Implants Res 2009;**20**(6):601-607.

Figure 52 -Radiographies rétro-alvéolaires d'un bridge en extension -Dr Salles-

Figure 53- Les quatre paramètres jouent un rôle primordial dans l'importance des contraintes transmises au dispositif implantaire et à l'os et décrit par Weinberg et Kruger

WEINBERG LA et KRUGER B.

An evaluation of torque (moment) on implants/prostheses with staggered buccal and lingual offset.
Internat Periodont Rest Dent 1996;**16**:253-265.

Figure 54-Influence de l'angulation des versants cuspidiens

DAVARPANA M et SZMUKLER-MONCLER S.

Manuel d'implantologie clinique. Collection JPIO. 2e éd
Rueil-Malmaison : CdP, 2008

Figure 55-Histogramme issu des données de l'étude de Zurdo et coll., concernant le pourcentage d'échec propre à chaque type de rétention, selon l'auteur.

Figure 56-Les quatre composants de la décision clinique

JOURNAL OF EVIDENCE-BASED DENTAL PRACTISE

Définition de l' EBM

<http://www.ebm-journal.presse.fr/>

ADOLPH (Margaux). – Indications et limites des bridges en extension en prothèse implantaire.
- 81 p ; ill. ; tabl. ; 185 ref. ; 30 cm. (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2012)

RESUME

Les réhabilitations implantaires actuelles doivent prendre en considération les impératifs prothétiques. Certaines situations cliniques défavorables s'opposent à l'emplacement idéal implantaire.

Une conception prothétique alternative proposant l'utilisation d'un bridge en extension implanto-porté peut-être proposée.

Les publications indiquent que les bridges en extensions complets ou partiels, mésiaux ou distaux offrent des taux de succès comparables à d'autres thérapeutiques implantaires et sont donc une solution prévisible et fiable.

Il existe cependant un nombre limité d'études cliniques, de surcroît de faible niveau de preuve scientifique, portant sur les prothèses implantaires en extension.

Leur utilisation nécessite donc quelques précautions.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Prothèse implantaire

MOTS CLES MESH

Prothèse dentaire implanto portée-Dental prosthesis implant supported

Prothèse fixe partielle-Denture partial fixed

Prothèse dentaire complète inférieure-Denture complete lower

Prothèse dentaire complète supérieure-Denture complete upper

Thérapeutique-Therapeutics

JURY

Président : Professeur GIUMELLI B.

Assesseur : Docteur HOORNAERT A.

Assesseur : Docteur MARGOTTIN C.

Directeur : Professeur AMOURIQ Y.