

Année 2018
N° 3510

**INDICATIONS, CONTRE-INDICATIONS ET
TAUX DE SUCCES DES IMPLANTS COURTS
($\leq 6\text{mm}$) : REVUE DE LITTERATURE**

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

Présentée et soutenue publiquement par

Thomas LE SCOUL

Né le 22/03/1992

Le 22 Novembre 2018 devant le jury ci-dessous :

Président : M. le Professeur Yves AMOURIQ

Assesseur : M. le Docteur Christian VERNER

Assesseur : M. le Docteur Nicolas STRUBE

Assesseur : Mme le Docteur Sarah LEMOINE

Invitée : Mme le Docteur Hélène LE HECHO

Directeur de thèse : M. le Docteur Alain HOORNAERT

UNIVERSITÉ DE NANTES	
Président	Pr LABOUX Olivier
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE	
Doyen	Pr GIUMELLI Bernard
Assesseurs	Dr RENAUDIN Stéphane Pr SOUEIDAN Assem Pr WEISS Pierre
Professeurs des Universités Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.	
Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Monsieur LESCLOUS Philippe Monsieur BADRAN Zahi	Madame ALLIOT-LICHT Brigitte Madame PEREZ Fabienne Monsieur SOUEIDAN Assem Monsieur WEISS Pierre
Professeurs des Universités	
Monsieur BOULER Jean-Michel	
Professeurs Emérites	
Monsieur BOHNE Wolf	Monsieur JEAN Alain
Praticiens Hospitaliers	
Madame DUPAS Cécile (Praticien Hospitalier) Madame LEROUXEL Emmanuelle (Praticien Hospitalier)	Madame HYON Isabelle (Praticien Hospitalier Contractuel) Madame RICHARD Catherine (Praticien Attaché)
Maitres de Conférences des Universités 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 Madame BLERY Pauline Monsieur BODIC François Madame CLOITRE Alexandra Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie Madame ENKEL Bénédicte Monsieur GAUDIN Alexis Monsieur HOORNAERT Alain Madame HOUCHMAND-CUNY Madline Madame JORDANA Fabienne Monsieur KIMAKHE Saïd Monsieur LE BARS Pierre Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur NIVET Marc-Henri Madame RENARD Emmanuelle Monsieur RENAUDIN Stéphane Madame ROY Elisabeth Monsieur STRUILLOU Xavier Monsieur VERNER Christian	Monsieur ABBAS Amine) Monsieur AUBEUX Davy Madame BARON Charlotte Madame BEURAIN-ASQUIER Mathilde Madame BERNARD Cécile Monsieur BOUCHET Xavier Madame BRAY Estelle Madame LE LAUSQUE Julie Madame LEMOINE Sarah Monsieur LOCHON Damien Madame MERCUSOT Marie-Caroline Monsieur NEMIROVSKY Hervé Monsieur OUVREARD Pierre Monsieur RÉTHORÉ Gildas Monsieur SARKISSIAN Louis-Emmanuel Madame WOJTIUK Fabienne
Maître de Conférences	
Madame VINATIER Claire	
Enseignants Associés	
Madame LOLAH Aoula (Assistant Associé)	Madame MERAMETDJIAN Laure (MC Associé) Monsieur GUIHARD Pierre (Professeur Associé)

Mise à jour le 01/09/2018

**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 propre à leurs auteurs et qu'il n'entend leur
donner aucune approbation, ni importance.**

REMERCIEMENTS :

A Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier des centres de soins, d'enseignement et de recherche dentaire

Docteur de l'université de Nantes

Habilité à diriger les recherches

Département de Prothèse

Chef du service d'Odontologie Restauratrice et Chirurgicale

-NANTES-

Vous m'avez fait le très grand honneur d'accepter la présidence de ce jury et je vous remercie de la confiance que vous avez pu me témoigner.

Je vous suis reconnaissant pour votre écoute, votre disponibilité ainsi que pour la qualité des enseignements cliniques et théoriques que vous m'avez apporté tout au long de ma scolarité.

Veillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de ma profonde estime.

A Monsieur le Docteur Alain HOORNAERT

Maitre de conférences des Universités

Praticien Hospitalier des centres de soins, d'enseignement et de recherche dentaire

Docteur de l'université d'Orsay

Département des sciences anatomiques et physiologiques,
occlusodontiques, biomatériaux, biophysiques, radiologique.

-NANTES-

Pour avoir accepté de diriger ce travail. Pour votre confiance, votre disponibilité, votre écoute et le partage de vos connaissances.

Je vous remercie également pour votre sympathie ainsi que pour la qualité de votre enseignement théorique et pratique notamment lors de mes deux années de clinique en option au sein du DU d'implantologie Orale.

Veillez trouver ici l'expression de ma profonde estime et de mes sincères remerciements.

A Monsieur le Docteur Christian VERNER

Maitre de conférences des universités

Praticien Hospitalier des centres de soins, d'enseignement et de recherche dentaire

Docteur de l'université de Nantes

Département de Parodontologie

-NANTES-

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de siéger au sein de ce jury. Merci pour la qualité de vos enseignements cliniques et théoriques dont j'ai pu bénéficier lors de mon cursus universitaire. Pour votre sympathie et le partage de vos connaissances.
Veuillez trouver ici l'expression de mes sentiments les plus respectueux.

A Monsieur le Docteur Nicolas STRUBE

Ancien Assistant Hospitalier des centres de soins, d'enseignement et de recherche dentaire

Attaché hospitalier en Implantologie Orale au sein des centres de soins, d'enseignement et de recherche dentaire

Docteur de l'université de

-NANTES-

Pour m'avoir fait l'honneur de siéger au sein de mon jury de thèse. Pour vos enseignements théoriques et clinique et cela même après la fin de mon cursus universitaire.

Pour le partage de cas cliniques intéressants pour la réalisation de ce travail. Pour votre sympathie et votre humour.

Veillez trouver ici, l'expression de ma sincère considération et profonde gratitude.

A Madame le Docteur Sarah LEMOINE

Assistant Hospitalier des centres de soins, d'enseignement et de recherche
dentaire

Département de Chirurgie Orale

Docteur de l'université de Nantes

-NANTES-

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de siéger au sein de mon jury de thèse.
Pour ta bonne humeur et ta gentillesse.

A Madame le Docteur Hélène LE HECHO

Attaché hospitalier en Implantologie Orale au sein des centres de soins,
d'enseignement et de recherche dentaire

Docteur de l'université de Nantes

-NANTES-

Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter de siéger au sein de mon jury de thèse en tant qu'invitée exceptionnelle. Pour l'ensemble de tes conseils, ton aide souvent précieuse, et le partage de tes connaissances.

Pour ta bonne humeur et ta gentillesse.

Tu trouveras ici l'expression de mon plus grand respect et d'une profonde gratitude.

INTRODUCTION

L'implantologie est une discipline à laquelle nous sommes confrontés quotidiennement, et voit ses indications s'élargir au fur et à mesure des années. Cette discipline est née avec le concept d'ostéo-intégration et avec les travaux du Professeur Branemark.

Dans de nombreuses situations cliniques il n'est pas possible de placer d'implants de longueur « standards » car il n'y a pas assez d'os disponible. Le praticien doit alors choisir entre mettre un implant standard associé à une chirurgie d'augmentation osseuse ou mettre un implant court.

Les implants courts se développent et voient leurs indications s'élargir mais sont-ils véritablement fiables ? Quelle solution est la plus adaptée ? Quelles sont leurs indications ainsi que leurs contre-indications ?

Tant de questions auxquelles nous allons tenter de répondre

Cela fait une quinzaine d'années que les implants courts font partie intégrante de notre arsenal thérapeutique. Leur utilisation diminuerait la morbidité, la douleur et les complications biologiques tout en simplifiant le plan de traitement global

Nous allons considérer un implant court comme étant inférieur ou égal à 6 mm de longueur.

TABLE DES MATIERES

1	GENERALITES SUR LES IMPLANTS COURTS	13
1.1	DEFINITION	13
1.2	OSTEO-INTEGRATION	13
1.2.1	Définition	13
1.2.2	Facteurs déterminants liés à l'hôte	14
1.2.2.1	Généraux	14
1.2.2.2	Locaux	14
1.2.3	Stabilité primaire	20
1.3	IMPLANTS	22
1.3.1	Forme et design	22
1.3.1.1	Le col	22
1.3.1.1.1	Col droit	22
1.3.1.1.2	Col évasé	22
1.3.1.1.3	Col large du type XP	22
1.3.1.1.4	Col avec platform-switching	23
1.3.1.1.5	Col avec micro-spires	23
1.3.1.1.6	Col trans-gingival	23
1.3.1.2	Le corps	24
1.3.1.2.1	Cylindrique	24
1.3.1.2.2	A gradins	24
1.3.1.2.3	Conique	24
1.3.1.3	L'apex	24
1.3.1.3.1	Apex arrondi	24
1.3.1.3.2	Apex travaillant	24
1.3.1.4	Design implantaire	25
1.3.1.5	Connectique implantaire	26
1.3.1.5.1	Connexion interne	26
1.3.1.5.2	Connexion externe	26
1.3.2	État de surface	27
1.3.2.1	Surface usinée	27
1.3.2.2	Surface texturée	28
1.3.2.2.1	Surface traitée par addition	28
1.3.2.2.2	Surface traitée par soustraction	28
1.3.2.2.3	Anodisation	29
1.3.2.2.4	Avantages et inconvénients d'une surface texturée	29
1.3.3	Diamètre	32
1.3.3.1	Surface	32
1.3.3.2	Biomécanique	32
1.3.3.3	Intérêt des implants de faible diamètre	35
1.3.4	Exemples	35
1.4	BIOMECHANIQUE	37
1.4.1	Contraintes osseuses implantaires en fonction de la longueur et du diamètre implantaires	37
1.4.1.1	Résultats	38
1.4.1.1.1	Intensité des contraintes	38
1.4.1.1.2	Distribution des contraintes	40
1.4.1.2	Discussion	43
1.4.2	Facteurs de risques biomécaniques	48
1.4.2.1	Facteurs de risque géométrique	48
1.4.2.1.1	Nombre d'implant	48
1.4.2.1.2	Extensions prothétiques	49
1.4.2.1.3	Position des implants	50
1.4.3	Facteurs de risques occlusaux	51
1.4.3.1	Patient bruxomane et/ou avec force masticatoire importante	51

1.4.4	<i>Complications Prothétiques et longueur implantaire</i>	51
1.4.5	<i>Facteurs de risques osseux</i>	54
1.4.5.1	Densité osseuse et stabilité primaire	54
1.4.5.2	Stabilité implantaire selon la longueur implantaire	55
1.4.6	<i>Facteurs de risque biologiques et complications biologiques liés à la longueur implantaire</i>	57
2	ANALYSE DE LITTERATURE	59
2.1	STRATEGIE DE RECHERCHE.....	59
2.2	SELECTION DES ETUDES	59
2.2.1	<i>Niveau de preuve d'une étude</i>	60
2.2.2	<i>Grade des recommandations</i>	60
2.2.3	<i>Niveau de preuve des études retenues</i>	61
3	INDICATIONS A LA POSE D'IMPLANTS COURTS	66
3.1	PREAMBULE	66
3.2	VOLUME OSSEUX INSUFFISANT ET FIABILITE DES TECHNIQUES DE RECONSTRUCTION OSSEUSES.....	66
3.2.1	<i>Hauteurs osseuses résiduelles nécessaire dans la littérature</i>	68
3.2.2	<i>Techniques d'augmentations du volume osseux, avantages, inconvénients et taux de succès</i>	69
3.3	POSITION DES DENTS ADJACENTES A L'EDENTEMENT.....	72
3.4	ENVIRONNEMENT BUCCAL	73
3.5	INDICATIONS LIEES AU PATIENT	74
3.5.1	<i>Complications liées à la chirurgie</i>	75
3.5.2	<i>Thérapeutique moins longue et moins couteuse</i>	79
3.5.3	<i>Satisfaction des patients</i>	81
3.6	INFLUENCE DE LA LONGUEUR DE L'IMPLANT ET DU TYPE DE COURONNE SUR L'ENVIRONNEMENT PERI-IMPLANTAIRE	82
3.6.1	<i>Perte osseuse marginale péri-implantaire selon la longueur de l'implant le type de restauration et le rapport couronne/implant</i>	82
3.6.2	<i>Faut-il jumeler les couronnes ?</i>	89
3.6.3	<i>Concepts prothétiques</i>	91
3.7	CONCLUSION.....	92
4	CONTRE-INDICATIONS A LA POSE D'IMPLANTS COURTS	94
4.1	CONTRE-INDICATIONS ABSOLUES.....	94
4.2	CONTRE-INDICATIONS RELATIVES.....	94
4.3	CONTRE-INDICATIONS LIEES AUX IMPLANTS COURTS	94
4.4	INCONVENIENTS.....	95
4.5	IMPORTANCE DE LA PRISE EN COMPTE DU FACTEUR DE RISQUE PARODONTAL.....	95
5	TAUX DE SUCCES DES IMPLANTS COURTS	96
6	CONCLUSION	102
7	TABLE DES ILLUSTRATIONS	103
8	TABLE DES TABLEAUX	104
9	BIBLIOGRAPHIE	105
10	ANNEXES	112

1 Généralités sur les implants courts

1.1 Définition

Un implant court est défini comme un implant de diamètre normal (3-5mm) et de longueur ≤ 6 mm.

La notion d'implant court est subjective, et varie de manière importante selon les auteurs et il n'existe pas de consensus.

Pour FELDMAN et al. 2004 (1) : un implant court est inférieur à 10mm

Pour RENOARD et NISAND 2006 (2) : implant court : 6→8,5mm

Pour ESPOSITO 2014 (3) : ≤ 6 mm

Pour FRIBERG en 2000 et ROKNI 2005 (4,5) : 5→7mm

On observe donc une variation entre 10 et 6 mm pour ce qu'il est possible de considérer comme un implant court.

Dans cette thèse nous considérerons un implant court comme étant inférieur ou égal à 6mm.

Par ailleurs il est nécessaire de préciser que cette thèse ne traitera pas des mini-implants, qui sont eux utilisés en orthodontie afin d'aider le mouvement des dents en servant d'ancrage (longueur de 5 à 15 mm et de diamètre inférieur à 2mm)

1.2 Ostéo-intégration

1.2.1 Définition

La notion d'ostéo-intégration fut évoquée la première fois par le Professeur Branemark à la suite de ses travaux en 1969 considérant celle-ci comme un contact direct entre l'implant et l'os.

La notion se précisera par la suite : Il s'agit d'une jonction anatomique et fonctionnel directe entre l'os vivant remanié et la surface d'un implant mis en charge (6).

Il est possible d'assimiler cette ostéo-intégration à une ankylose de l'implant (absence de mobilité de celui-ci et contact direct avec l'os).

ALBERKTSSON et al en 1981 ont mis en évidence 6 facteurs qui influencent l'ostéo-intégration(6,7) :

- Biocompatibilité du matériau : le titane est le seul matériau qui permet d'obtenir un ancrage à long terme des implants.
- Forme de l'implant : seule la vis à démontré un maintien quasi intégral de l'ostéo-intégration
- État de surface implantaire
- État de l'os du site implantaire : la qualité de l'os influence le potentiel de cicatrisation
- Technique chirurgicale employée
- Temps de cicatrisation et conditions de mise en charge de l'implant : une mise en charge trop précoce de l'implant peut entraîner un échec implantaire selon le cas.

On considère un implant comme correctement intégré s'il répond à des critères cliniques et radiologiques, quasiment identiques à ceux décrits par ALBREKTSSON en 1986 (8).

Cliniquement cela se traduit par un implant stable, immobile, avec un son clair à la percussion, sans douleur ni foyer infectieux associée.

Radiologiquement, par l'absence d'espace péri-implantaire radio-clair, et une perte osseuse inférieure à 0,2mm à un an.

1.2.2 Facteurs déterminants liés à l'hôte

1.2.2.1 Généraux

D'un point de vue général il est nécessaire de prendre en compte les contres indications qui risquent d'interférer avec la cicatrisation tissulaire et osseuse. Les pathologies liées au métabolisme osseux devront notamment attirer notre vigilance.

Un très grand nombre de facteurs peuvent venir perturber l'intégration osseuse de l'implant : pathologies cardiovasculaires, endocriniennes(diabète), psychiatriques, affections du métabolisme osseux(traitement par biphosphonates), âge du patient, tabac (9)

1.2.2.2 Locaux

L'intégrité des tissus mous au niveau du site implantaire, la capacité d'ostéogénèse et de remodelage osseux sont des facteurs déterminants de l'ostéo-intégration.

a) Qualité et quantité osseuse du site implantaire

Lors de chaque extraction dentaire, de nombreuses modifications tissulaires et osseuses sont observables. Après une avulsion, un processus de modelage/remodelage entraîne toujours une résorption plus ou moins importante au niveau du site.

Le maxillaire subit une résorption qualifiée de centripète (le centre de la crête se déplace en palatin) et la mandibule subit une résorption centrifuge (le centre de la crête se déplace en vestibulaire).

De plus la résorption de la paroi vestibulaire est toujours plus importante que la paroi linguale.(9)

Qualité :

Classification de LEKHOLM et ZARB 1985 : classification de l'os en fonction de sa corticale et de l'importance du réseau trabéculaire.

Os de type I : constitution quasi exclusive d'os cortical de bonne densité mais peu vascularisé.

Os de type II et III : proportion variable d'os cortical sous la forme d'un étui cortical et d'os spongieux trabéculaire correctement vascularisé ce qui permet une cicatrisation rapide autour des implants. Idéal en implantologie.

Os de type IV (os papyracé de Gaspard (1978)) : corticale quasiment inexistante et peu ou pas de réseau interne trabéculaire. Cet os présente un taux d'échec important car il est très compliqué d'obtenir une stabilité primaire de l'implant.(7) (10)

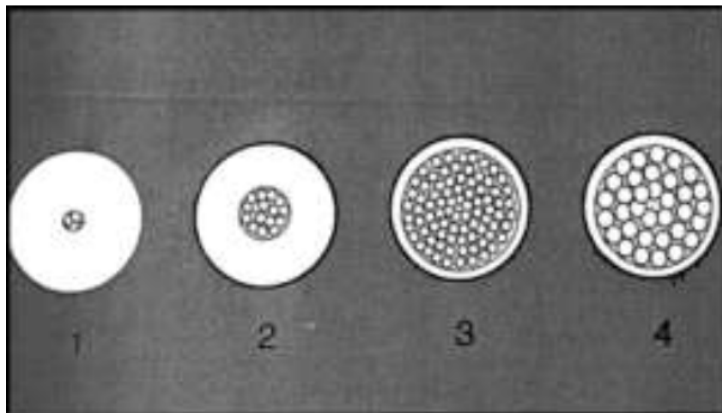


Figure 1 : Schéma des différents types d'os

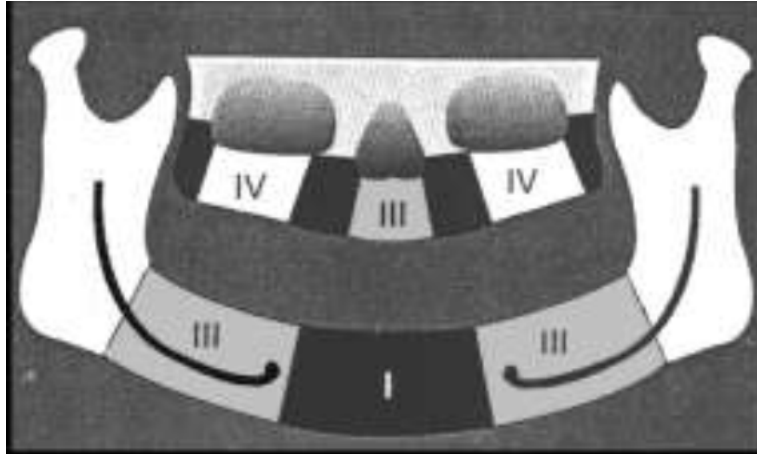


Figure 2 : Schéma des différents types d'os selon la localisation anatomique

Quantité :

La quantité de la perte osseuse a été évaluée à 30% à 3 mois post-avulsion et à 50% à 6 mois post-avulsion en l'absence de stimulus.

Classification CAWOOD et HOWELL (11)

Classe I : patient denté

Classe II : directement après extraction

Classe III : crête arrondi, forme adéquate, taille et largeur correcte

Classe IV : crête en forme de lame de couteau, bonne hauteur mais largeur insuffisante

Classe V : crête plate, hauteur et largeur insuffisante

Classe VI : dépression au niveau de la crête osseuse, perte os basal évident.

A - Mandibule

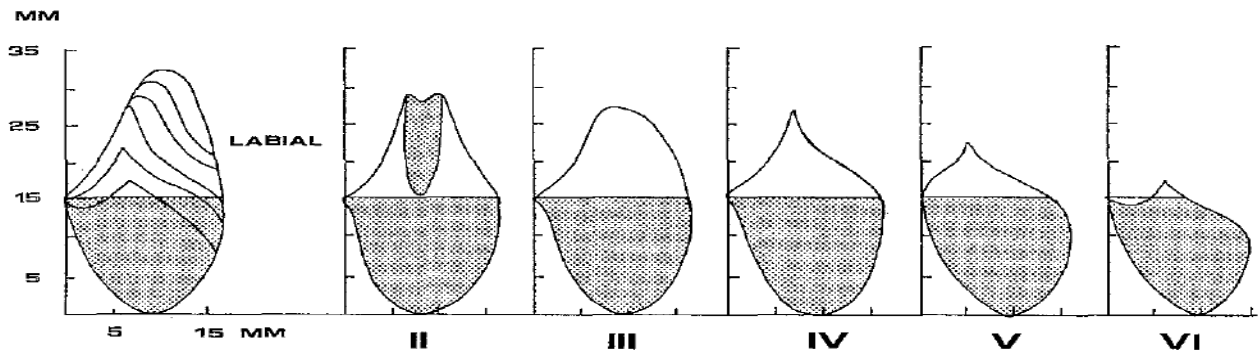


Figure 3 : Classification de CAWOOD et HOWELL à la mandibule antérieure

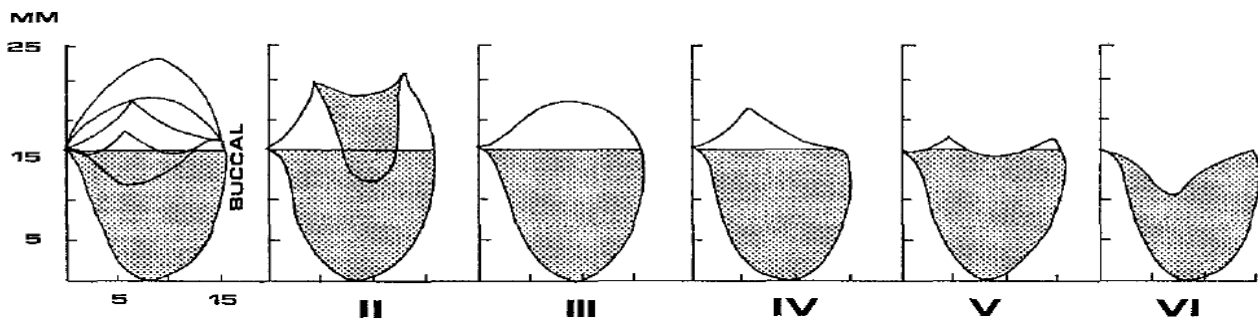


Figure 4 : Classification de CAWOOD et HOWELL à la mandibule postérieure

B - Maxillaire

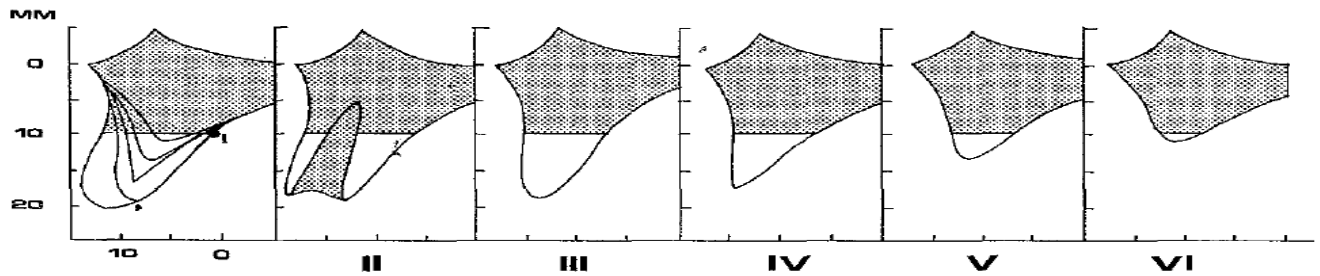


Figure 5 : Classification de CAWOOD et HOWELL au maxillaire antérieur

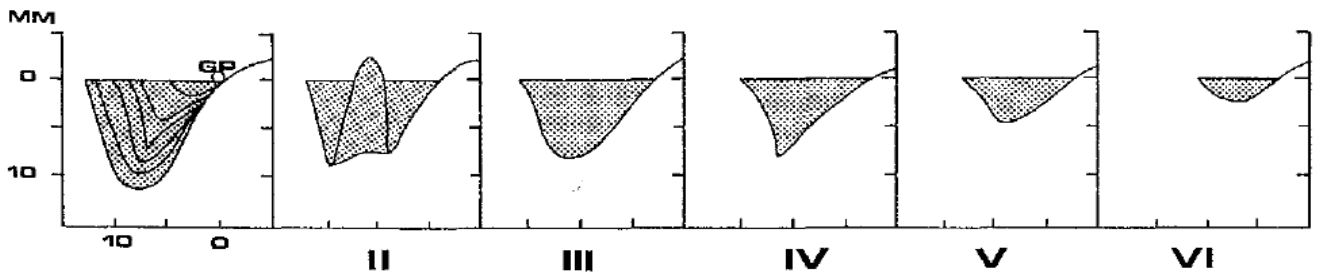


Figure 6 : Classification de CAWOOD et HOWELL au maxillaire postérieur

Une forte diminution de l'épaisseur de hauteur et de largeur de crête aboutit à un volume insuffisant à la mise en place d'un implant standard (10mm). Cette résorption peut entraîner une proximité trop importante avec certaines structures anatomiques (Nerf alvéolaire inférieur ou sinus maxillaire).

On peut augmenter l'épaisseur ou la hauteur osseuse au maxillaire par différentes techniques : greffes osseuses, distraction osseuse ou sinus lift.

En mandibulaire, malgré la possibilité d'une technique de repositionnement du NAI, ces actes sont plus complexes.

Le placement d'un implant court peut alors être envisager afin d'éviter des actes chirurgicaux supplémentaires.

DAS NEVES et al. en 2006 ont réalisé une étude ayant pour objectif d'examiner les décisions qui mènent à la pose d'un implant court ou à la réalisation d'une méthode chirurgicale avancée pour augmenter le volume osseux.

Leur revue de littérature comptabilise la pose de 16344 implants. Parmi ces implants, 786 implants ont été perdus (4,8% de perte), dont les 2/3 de ces échecs sont dus à une mauvaise qualité osseuse. (12)

De plus de nombreuses études ont mis en évidence qu'un défaut de qualité osseuse est responsable d'un taux d'échec plus important. (13–15)(16)

b)Qualité et quantité de gencive

La gencive présente après implantation et après cicatrisation du site est identique à la muqueuse qui se trouve autour d'une dent naturelle. Cliniquement la muqueuse doit être rosée et ferme.

Cependant elle possède quelques caractéristiques spécifiques à l'implant :

- Epithélium fonctionnel et espace biologique légèrement plus long
- Tissu conjonctif plus fibreux et moins vascularisé
- Fibres de collagènes orientées parallèlement à la surface du Titane

Par ailleurs toute dermatose buccale est à traiter avant la pose de l'implant.

Biotypes Gingivaux :

Il existe différents biotypes gingivaux : normaux, fins, épais et fins et festonnés.

Les individus présentant un biotype fin ont un plus fort risque de développer des récessions gingivales, à l'inverse les personnes avec un biotype épais sont moins susceptibles aux récessions mais le risque d'apparition de poches profondes et d'inflammation est favorisé.

Il semblerait que l'absence de gencive kératinisée péri-implantaire facilite l'inflammation ainsi que les récessions et que sa présence facilite l'hygiène ainsi que les procédures prothétiques. (17–19)
D'un point de vue purement esthétique la présence de gencive kératinisée semble essentielle.

c) Maladies parodontales

La muqueuse péri-implantaire joue un rôle protecteur vis-à-vis des pathogènes buccaux.

Cependant il est plus sensible aux agressions bactériennes pouvant entraîner une mucosite péri-implantaire ou une péri-implantite, avec à terme, une perte de l'implant.

Le traitement de toute pathologie parodontale active est indispensable avant toute pose implantaire car les pathogènes présents autour des dents naturelles peuvent aisément venir coloniser l'espace péri-implantaire et entraîner des problèmes.

Les pathogènes retrouvés autour des implants et des dents résiduelles sont similaires en proportion et en type.

Deux revues systématiques de littérature concluent sur le fait que les poches parodontales agissent comme un réservoir de pathogènes dans le processus de colonisation de la surface implantaire. (20,21)

Une péri-implantite peut être définie comme une maladie inflammatoire chronique de la gencive péri-implantaire associée à une perte osseuse irréversible :

- Perte osseuse supérieure à 2mm ou exposition de plus de 3 spires la première année
- Et/ou une perte osseuse annuelle supérieure à 0,2mm. (22).
- Profondeur de poche ≥ 5 mm associé à un saignement au sondage et éventuellement à une suppuration

Il est donc très important que la personne traitée avec des implants, et de surcroît s'ils sont courts ne présente aucune pathologie parodontale car la perte de l'implant ne sera que plus rapide du fait de sa taille.

En effet, Atieh et al. en 2013, avec une revue de littérature ont permis de mettre en évidence une baisse statistiquement significative du nombre de péri-implantites chez des patients avec un programme de maintenance. (23)

Par ailleurs, Quirynen et al. en 2007 ont mis en évidence qu'un patient sans programme de maintenance, présentait onze fois plus de chance de développer une parodontite qu'un patient qui suit ce programme. (24)

Une maintenance régulière et rapprochée est optimale pour garantir un succès du traitement.

1.2.3 Stabilité primaire

La stabilité primaire est un facteur essentiel à l'ostéo-intégration de l'implant qui se définit par une immobilité de l'implant lors de sa mise en place. Celle-ci est dépendante de l'os au contact ainsi que de la technique de forage utilisée.

On peut la mesurer grâce au torque d'insertion avec un torque minimal de 30 Newton/cm. Il est possible d'associer la stabilité primaire et l'os cortical car celui-ci assure la stabilité de l'implant pendant la 1ère phase de cicatrisation. C'est ensuite l'os trabéculaire grâce à un remaniement rapide et son processus d'apposition osseuse qui va permettre la stabilité secondaire. Cette dernière doit être acquise avant la perte de la stabilité corticale liée à la résorption de cet os.(22)

L'ancrage bi cortical favorise donc la stabilité primaire. (25)

La technique de préparation du site implantaire est très importante, notamment si l'os est souple (os de type IV : maxillaire postérieur (7)). RENOUARD et al. ont proposé un forage adapté aux os mous en préconisant un forage pyramidal sous dimensionné en terme de largeur (manque qui sera compensée par impaction de l'implant), sans l'utilisation du foret de 2mm sur toute la longueur de l'implant, afin d'augmenter la stabilité primaire. (26)

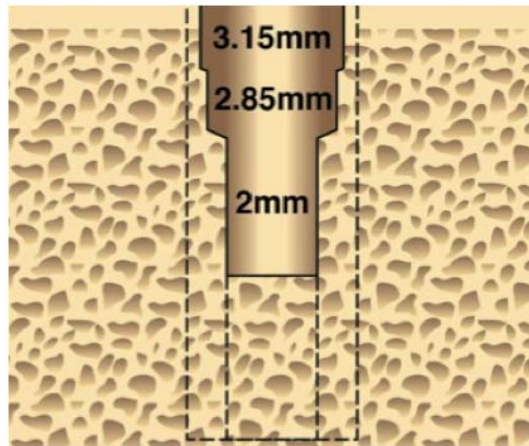


Figure 7 : Forage pyramidal selon RENOARD et al

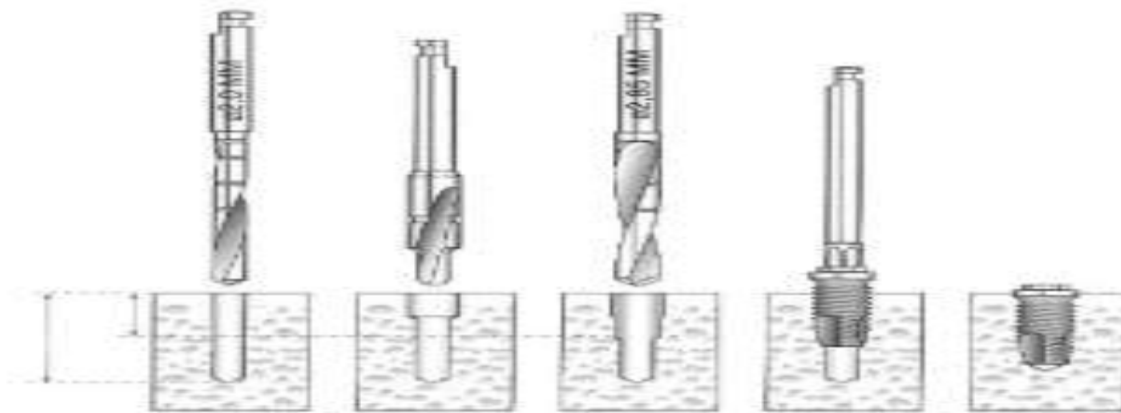


Figure 8 : Séquence de forage préconisée par RENOURAD et al

En 2006, RENOARD et al. attribuaient le faible taux de succès des implants courts à un protocole chirurgical non adapté. (2)

En 2006, NEDIR et al. ont constaté qu'une stabilité primaire satisfaisante était obtenue malgré une hauteur osseuse de 4mm au maxillaire supérieur. Cependant il est essentiel qu'il y ait une participation de la corticale palatine et vestibulaire. (27)

Il a été mis en évidence qu'un manque de stabilité primaire, augmentait le taux d'échecs d'implantaire. (2)

Le manque de stabilité primaire entraîne des micromouvements à l'interface implant-os, qui s'ils sont trop importants conduisent à la fibro-intégration implantaire. Or fibro-intégration est synonyme d'échec implantaire. (28)

1.3 Implants

Le Titane étant indiscutablement le matériau idéal pour la réalisation des implants grâce à ses propriétés physico-chimiques et sa biocompatibilité les fabriquant cherchent à se démarquer les uns des autres en créant de nouveaux processus de fabrications ainsi que de nouvelles topographies macro et microscopiques ayant pour but de faciliter l'ostéo-intégration.

Il est vivement conseillé d'utiliser un Titane de grande qualité (Grade 4 ou plus). Une étude récente a montré qu'un Titane de Grade 2 entraîne une usure de la jonction pilier implant au niveau du col implantaire avec pour conséquence des micromouvements et des risques de fracture.

1.3.1 Forme et design

Un implant se divise en trois parties : un col un corps et un apex.

1.3.1.1 Le col

C'est la partie qui réalise la connexion avec le pilier.

1.3.1.1.1 Col droit

C'est la forme des premiers implants vis décrits par Branemark(8,29), il n'y a pas de différence de diamètre entre le col et la base du pilier prothétique. C'est la forme la plus simple, la plus répandue, qu'on peut considérer comme une référence.

1.3.1.1.2 Col évasé

Cela correspond à une augmentation du diamètre du col par rapport au corps de l'implant. (30)

Avantages :

- meilleure stabilité primaire si l'os est de faible densité
- ancrage cortical plus large

1.3.1.1.3 Col large du type XP

C'est une variante du col droit permettant d'augmenter le diamètre de la base prothétique. On l'utilise pour répondre aux impératifs prothétiques des dents larges.(28)

1.3.1.1.4 Col avec platform-switching

On observe un élargissement du col implantaire par rapport au corps, l'assise prothétique est plus large. Le pilier prothétique reste inchangé. Il existe un renflement au niveau du col. Cet élargissement met en place un effet de platform-switching quand la base du pilier est décalée vers l'intérieur. Décalage qui semble permettre une meilleure stabilisation osseuse de la crête.(31)

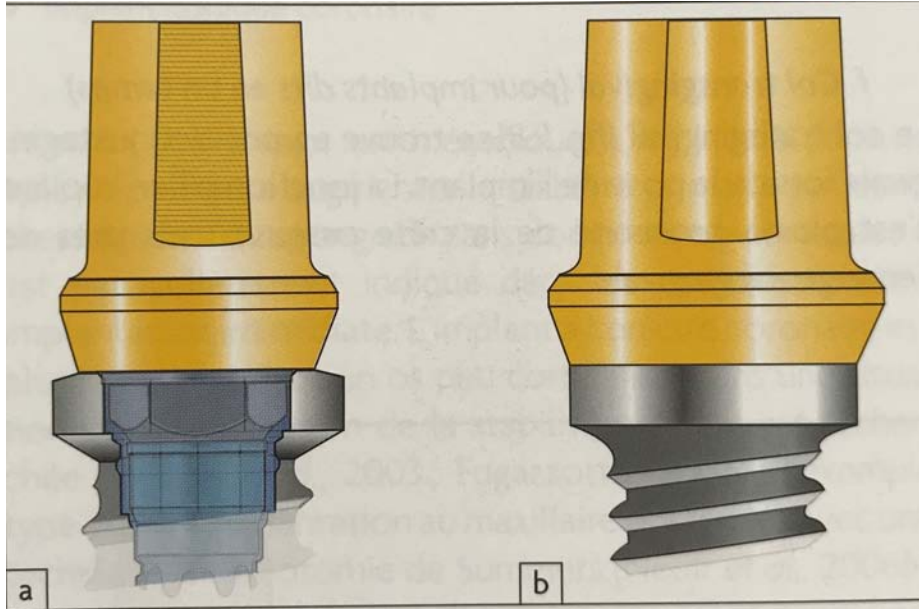


Figure 9 : a : col avec platform Switching, b : Col sans platform switching

Col qui intègre le plateforme switching. a : col plus large que le corps de l'implant, assise prothétique plus large. Les dimensions du pilier étant inchangée, on observe un décalage entre le col et le corps. B. même pilier avec un implant à col large, sans plateforme switching, pilier et col de l'implant en bout à bout (28)

1.3.1.1.5 Col avec micro-spires

Les micro-spires semblent participer à une meilleure rétention de l'os crestal. Selon la théorie biomécanique, ces spires permettraient une meilleure répartition des contraintes au niveau de la crête osseuse.(28)

1.3.1.1.6 Col trans-gingival

La connexion pilier implant se trouve au niveau de l'émergence gingivale.

1.3.1.2 Le corps

1.3.1.2.1 Cyindrique

C'est la forme la plus ancienne, la plus standard, avec le plus de recul clinique. Elle autorise une marge de manœuvre pendant la chirurgie (modification de position de l'implant dans son alvéole, dévissage possible).

1.3.1.2.2 A gradins

C'est une succession de parties coniques de diamètre décroissants.

Cette forme permet de s'adapter dans des situations d'extractions-implantation immédiate car la forme se rapproche d'avantage d'une racine dentaire.

1.3.1.2.3 Conique

Le diamètre est décroissant dans le sens corono-apical

Avantages :

- Volume conique qui s'adapte plus dans une crête concave
- Mécanique : la conicité apicale augmente la stabilité primaire par compression de l'os spongieux sans compression corticale

Inconvénients :

- Précision : Tolérance à l'erreur dans le placement faible

1.3.1.3 L'apex

1.3.1.3.1 Apex arrondi

Il ne permet pas de progression dans la loge implantaire. Il n'est pas auto-taraudant.

Il est surtout indiqué quand l'apex est au contact d'une zone sensible tel qu'une membrane sinusienne.

1.3.1.3.2 Apex travaillant

L'apex est auto-taraudant, il permet une progression de l'implant jusqu'à une assise complète de celui-ci lors de sa pose.

1.3.1.4 Design implantaire

Le raccourcissement des implants à entrainer une diminution de la surface de contact avec l'os. La priorité est donc d'accroître le plus possible cette surface en augmentant le diamètre des implants et en modifiant leur design.

Des spires ont été ajoutées sur le corps de l'implant et les fabricants ont effectués des recherches sur la taille, le nombre et la forme idéale des spires afin de créant un implant le plus fiable possible.

MISCH en 2005 (32) décrit et caractérise les différents pas de vis rencontrés

- Thread Pitch : nombre de spires présentes sur une unité de longueur. La Surface de contact augmente avec lui.
- Thread Depth : plus la profondeur des spires augmente, plus la surface de contact augmente.
- Thread Shape : forme et section du filetage ; différents types : V, inversée, carrée.

On retrouve aussi des filetages à double ou triple hélice, ou des microbilles qui assureraient une stabilité primaire dans les zones de faible densité osseuse.

MISCH assure que l'on peut optimiser la transmission des contraintes subies à l'os environnant en modifiant les différentes géométries, aucune étude n'en qualifie une de plus efficace ou de plus fiable.(33)

On peut augmenter la surface implantaire grâce à la diminution du pitch à diamètre et longueur équivalente.

La longueur implantaire reste un facteur très important pour la qualité de l'ancrage. Pour certains auteurs (34,35) il semble qu'il soit possible d'optimiser la gestion des forces grâce à la géométrie de surface (36).

Dans le cas des implants courts, la diminution maximale de la longueur entraine une diminution de la surface de contact et de ce fait une diminution de la répartition des forces et de la stabilité primaire.

Ce défaut de longueur pourrait en partie être comblé grâce à des travaux visant à optimiser la géométrie du corps implantaire.

1.3.1.5 Connectique implantaire

1.3.1.5.1 Connexion interne

L'ensemble de la connexion entre l'implant et le pilier se trouve à l'intérieur de l'implant. Ce type de connexion présente de nombreux avantages (28) :

- Impression tactile plus précise
- Meilleure résistance aux forces latérales de flexion
- Meilleur engagement anti-rotationnel
- Protection de la vis de fixation des forces de flexion
- Diminution des micromouvements entre pilier et l'implant sous les forces de flexion
- Meilleure herméticité comparée à la connexion externe

Le recours à cette connectique sera préféré car on augmente la surface implantaire au contact de l'os.

Le cône morse (cône fermé $<9^\circ$) semble être très adapté aux implants courts car il permet de diminuer au maximum les forces exercées sur la vis de fixation de la couronne, et ce cône permet une meilleure répartition des forces sur l'ensemble de la surface implantaire. (37)

1.3.1.5.2 Connexion externe

La surface prothétique de l'implant est en forme de plateau surmonté d'un hexagone central qui est lui-même associé à un pas de vis central. Le pilier est alors emboîté sur l'hexagone et vissé. (28)

1.3.2 État de surface

L'état de surface d'un implant va conditionner la réponse tissulaire péri-implantaire.

Les propriétés physiques et chimiques vont modifier la réponse osseuse une fois l'implant mis en place.

1.3.2.1 Surface usinée

Les implants Branemark à surface usinée furent les premiers à apparaître sur le marché. Ils sont encore à ce jour utilisés et bénéficient d'un recul clinique très important.

Malgré ce recul clinique important, de nombreux auteurs s'accordent à dire que le taux d'échec des implants usiné est supérieur à celui des implants texturés notamment si ils sont placés au maxillaire supérieur ou dans des zones où la qualité osseuse est médiocre.(38)(39,40)

En 1997, KLOKKEVALD et al (41), ont mesuré et comparé l'ancrage mécanique d'un implant usiné et d'un implant Osseotite chez le lapin.

En 2003, BERNARD et al (42), ont mesuré et comparé l'ancrage mécanique d'un implant Branemark et d'un implant ITI chez le chien.

Les deux études ont conclu à une **résistance supérieure et un ancrage supérieur des implants ayant subi un traitement de surface.**

De ce fait, les implants à surface rugueuse sont apparus afin d'améliorer la qualité de l'ostéo-intégration en augmentant la surface de contact entre l'os et l'implant sans modifier la longueur ou le diamètre de l'implant.

De nombreuses études (1,36,43–45) , dont celles de BERNARD et KLOKKEVALD (41,42), montrent que les surfaces rugueuses augmentent le contact os/implant et que les forces nécessaires à déchirer l'interface os/implants étaient plus importantes.

De nombreuses différences ont été mises en évidence

- Pour les surfaces rugueuses le couple de desserrage est toujours plus élevé que pour les surfaces lisses

- Un implant de 6mm à surface rugueuse nécessite un couple de desserrage plus important que pour un implant lisse de 10mm
- Le couple de desserrage d'un implant lisse n'est pas modifié par l'allongement de l'implant, ce qui n'est pas le cas d'un implant texturé.

Cliniquement cela permet d'utiliser des implants plus courts tout en conservant un taux de succès important.

La surface de contact étant augmentée on diminue ainsi les forces exercées au niveau de l'interface os/implant. (36)(28)

1.3.2.2 Surface texturée

1.3.2.2.1 Surface traitée par addition

La surface du Titane est modifiée par dépôt électrolytique, dépôt par électrophorèse, par déplacement chimique, par soudure, par projection. Cela permet l'obtention d'une surface rugueuse constitué d'un matériau soit identique au substrat (Titane Projeté) ou un matériau différent du substrat (Hydroxyapatite).

- Revêtement de Titane projeté

Les implants TPS (Titanium plasma Sprayed) sont pulvérisés par des gouttelettes de Titane en fusion à leur surface permettant ainsi d'augmenter la surface de contact entre l'os et l'implant. Cette augmentation de surface permet ainsi une meilleure ostéo-intégration. (28)

- Revêtement d'hydroxyapatite

Les implants sont recouverts d'hydroxyapatite afin d'augmenter la surface de contact mais aussi pour rendre la surface bioactive. Cela permet d'augmenter l'ostéo-conduction, notamment dans l'os spongieux.

Cependant, si le dépôt d'hydroxyapatite est surchauffé, celui-ci se dénature, et on observe une réaction biologique différente de celle souhaitée, et interférer dans la réaction d'ostéo-intégration. (46)(28)

1.3.2.2.2 Surface traitée par soustraction

Le traitement de surface par soustraction à le même but que le traitement par addition : augmenter la surface de contact entre l'implant et la surface osseuse.

Il existe différentes techniques :

- Sablage (soustraction physique) : on bombarde des particules de Titane ou d'oxyde d'alumine sur la surface implantaire afin d'obtenir une surface à rugosité contrôlée.
- Mordançage : on plonge l'implant dans un bain d'acide fluorhydrique-acide sulfurique-chlorure d'hydrogène. Ce mordançage crée des pores irréguliers propices à la croissance osseuse et à l'ancrage biomécanique.
- Combinaison sablage-mordançage : une fois le sablage réalisé, des particules peuvent persister à la surface, le mordançage permettra ainsi d'éliminer ces particules résiduelles.

Grace à ces différents procédés, la couche de titane commercialement pure est conservée.

Parmi les différentes surfaces commercialisées, on retrouve principalement : SLA, SLActive, Osseotite®, TiOblast™ de chez Astra, TiUnite® de chez Nobel Biocare. Ils facilitent l'ostéointégration en favorisant l'attache de fibrine pendant la phase de cicatrisation.

- Implants SLA : surface sablée avec un grain de gros diamètre suivi d'un mordançage à l'acide chlorhydrique et acide sulfurique. Il existe aussi les implants SLActive développés pour optimiser la stabilité primaire des implants et diminuer le temps de cicatrisation.
- Implants Osseotite : surface traitée par double mordançage. Il y a une augmentation de surface de contact avec l'os de 39% par rapport à un implant lisse. Cela améliore aussi les propriétés de surface grâce à une grande mouillabilité.

1.3.2.2.3 Anodisation

La forte oxydation de la surface implantaire, permet d'augmenter en épaisseur la couche d'oxyde de Titane superficielle. Au-delà d'une certaine épaisseur, cette couche croît de manière irrégulière et forme des cratères à sa surface, la rendant ainsi plus poreuse.

Cette anodisation est obtenue en plongeant les implants dans un bain d'électrolytes dans lequel l'implant joue le rôle d'anode. (28)

1.3.2.2.4 Avantages et inconvénients d'une surface texturée

- AVANTAGES :

La composition, la topographie, et la rugosité de la surface implantaire influencent l'énergie de surface. L'absorption des protéines, la prolifération cellulaire, la production de la matrice extracellulaire, la calcification, qui permettent la stabilité primaire, la formation

du caillot sanguin et la cicatrisation osseuse, sont directement dus à l'énergie de surface. (34,39,47)

De nombreux auteurs ont montrés une augmentation de la surface de contact os/implant par rapport aux implants usinés, ainsi qu'un couple de dévissage supérieur, à la mandibule comme au maxillaire. (1,2,5,39,44,45,48)

De nombreux fabricants combinent différents procédés de traitement de surface permettant ainsi :

- o Une mise en charge plus rapide que pour les implants usinés
- o Un taux de succès augmenté dans un os de faible densité
- o Un taux de succès augmenté pour les implants courts
- o Un taux de succès augmenté dans les sites greffés
- o Un risque d'échec diminué chez les patients « à risque » (augmentation de la surface os/implant permet une meilleure distribution des contraintes si les forces occlusales sont importantes).

D'après FELDMANN et al en 2004 (1), il existe une différence statistiquement significative entre le taux de survie à 5 ans des implants courts(7mm, 8,5mm et 10mm)(91,6%) par rapport aux implants longs usinés ; différence qui est accentuée en postérieur et notamment au maxillaire.

De plus il n'existe pas de différence significative de survie entre les implants courts et long quel que soit leur localisation si les implants ont subi un traitement de surface.

La différence entre les implants usinés et les implants traités, est attribué à la capacité pour la surface mordancée d'induire une apposition osseuse plus importante et de la maintenir dans le temps.

GRASSI et al en 2006 (49), ont mis en évidence que les surfaces SLA ont de meilleurs résultats au niveau de l'intégration osseuse comparés à des implants usinés.

Ils concluent par un plus grand pourcentage de contact os-implant ainsi qu'une densité osseuse plus élevée en regard des spires implantaires.

HAGI et al en 2003 (38), dans une revue de littérature sur des implants de 7mm, mettent en évidence une variation importante des taux des échecs concernant les implants courts(de 0% à 33%). Ces différents taux d'échecs sont quand même supérieurs sur des implants avec une surface lisse comparés à une surface traitée.

En, 2007 MALO et al (50) recommandent l'utilisation des implants courts avec une surface oxydée ce qui permet d'augmenter significativement le taux de succès par rapport aux implants usinés.

L'augmentation de surface par les processus de texturisation permettent de compenser la diminution de surface dû à la baisse de longueur, de telle sorte que la surface de contact soit équivalente et maintenue. Ceci n'étant pas le cas avec les implants usinés. (51).

De plus, de nombreux auteurs montrent que les implants courts à surface texturée ont des résultats équivalents aux implants de longueur standard. (32,50–53)

L'utilisation des implants à surface rugueuse est un facteur de succès quant à la mise en œuvre des implants courts.

- INCONVENIENTS :

Les implants à surface rugueuse seraient plus sujets à la péri-implantite même si la celle-ci serait d'avantage corrélé avec un antécédent de maladie parodontale, un patient fumeur ou à un contrôle de plaque insuffisant.(54,55)

En 1993, QUIRYNEN et al ont montré que la flore présente sur les surfaces poreuses était 25 fois supérieur à celle sur les surfaces lisses.

Mais il a été démontré en 2003 par WENERBERG et al, une corrélation entre l'accumulation de la plaque bactérienne et la rugosité de surface mais pas entre la réponse inflammatoire et la rugosité.

1.3.3 Diamètre

La diminution de la longueur implantaire a permis de s'adapter à des situations cliniques où la hauteur et/ou la qualité osseuse était défavorable. Mais comme vu précédemment la surface d'ancrage est un facteur essentiel à l'ostéo-intégration, à la stabilité primaire et à la pérennité du traitement implantaire.

1.3.3.1 Surface

Pour compenser la perte de surface due à la perte de hauteur, il est possible d'augmenter le diamètre des implants.

La surface peut se définir mathématiquement comme : $LONGUEUR \times DIAMETRE \times \pi$.

À longueur égale, la surface implantaire peut donc être augmentée de manière très importante si le diamètre augmente.

Si on augmente le diamètre de 1mm à longueur égale, on obtient une augmentation de 25% de la surface implantaire, alors qu'une augmentation de 1mm en longueur pour un même diamètre ne permet de gagner que 10% de surface.

GRIFFIN et CHEUNG en 2004(44), mettent en évidence qu'un implant de 8,0x6,0mm a la même surface de contact (254mm²) qu'un implant de 18,0x3,75mm.

1.3.3.2 Biomécanique

Des forces trop importantes au niveau des implants peuvent entraîner des résorptions osseuses ainsi que la fracture des composants implantaires par phénomène de fatigue.

Le risque biomécanique diminue avec l'augmentation du diamètre implantaire.

Les implants de diamètre standard ont une résistance à la fracture inférieure à celle des implants de gros diamètre. En effet, l'augmentation du diamètre de 3,75mm à 5,0mm ou 6,0mm augmente la résistance à la fracture respectivement de 3 et 6 fois.

Par ailleurs, si la dent à remplacer est large, on doit prendre en compte le fait que la couronne exerce une force de flexion importante sur l'implant, qui à terme peut entraîner la fracture de celui-ci. L'augmentation du diamètre permet de contrer, en partie, ce phénomène.

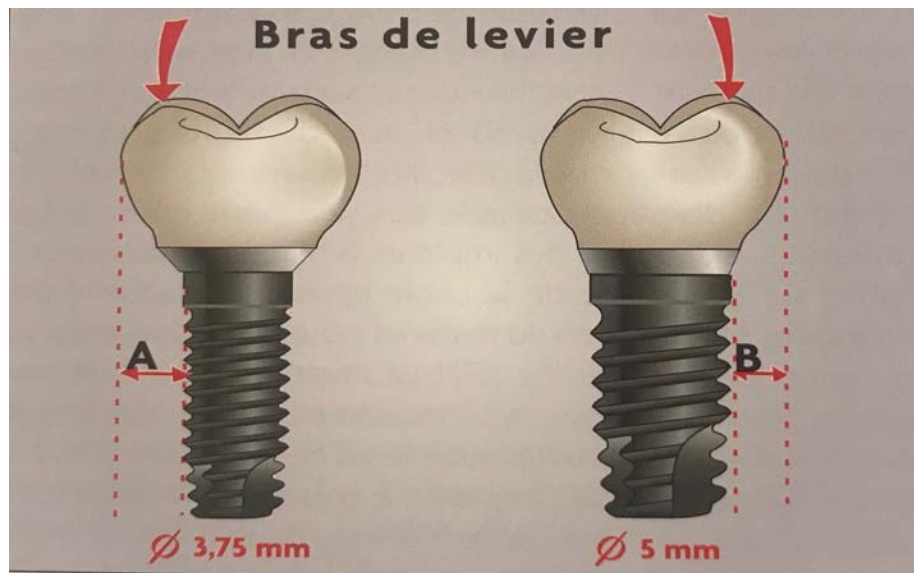


Figure 10 : Schéma des moments exercés par une couronne molaire sur des implants de différents diamètre

Moments exercés par une couronne molaire sur des implants de diamètre différents. Distance A supérieure à B, le moment exercé sur implants de plus faible diamètre supérieur. (28)

L'avantage à **augmenter le diamètre de l'implant, est qu'il permet de d'augmenter la surface de la plateforme prothétique.**

Par rapport à un implant standard de 4mm de diamètre, la surface du col implantaire des implants de 5mm et 6mm de diamètre augmente respectivement de 22% et 181%. (28)

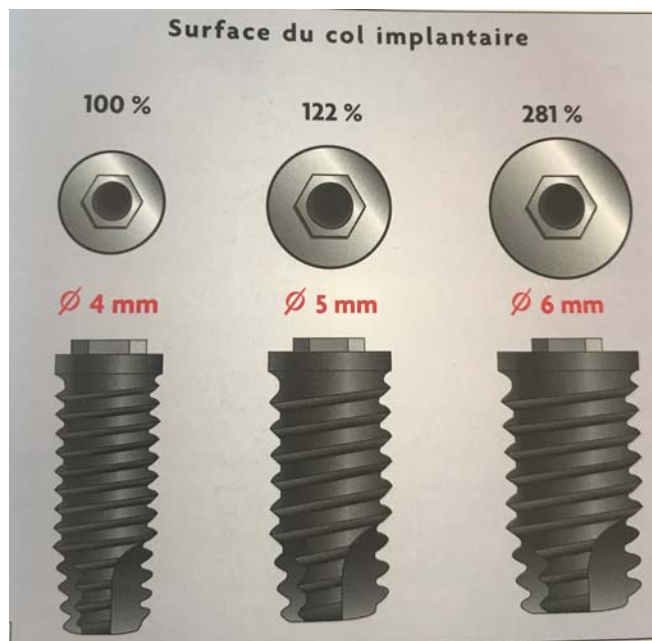


Figure 11 : Augmentation de l'assise prothétique selon le diamètre implantaire (28)

Cet avantage permet une **meilleure répartition des contraintes occlusales sur la plateforme**, et permet de **diminuer les contraintes exercées sur les différents composants prothétiques**. On diminue donc le risque de dévissage et de fracture des vis prothétiques.

(56)

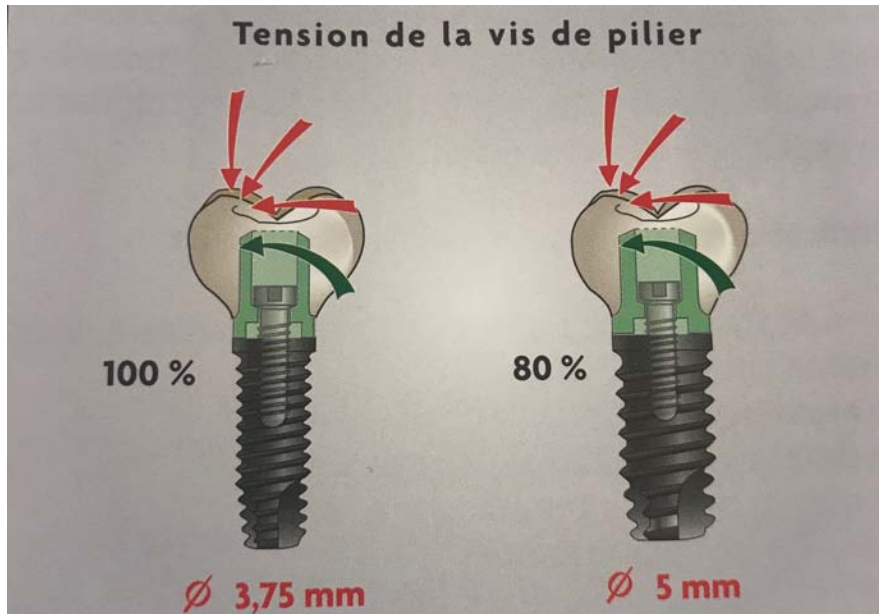


Figure 12 : Tensions sur la vis prothétique en fonction du diamètre implantaire pour une même couronne (28)

D'un point de vue prothétique l'**augmentation du diamètre implantaire permet une gestion plus simple du profil d'émergence de la couronne** car l'implant sera plus proche des racines d'une dent pluri-radiculée.

Lorsqu'un implant de diamètre standard est utilisé pour remplacer une molaire, le profil d'émergence de la couronne doit être établi selon des profils non naturels avec soit :

- Profil linéaire qui relie directement la plateforme aux crêtes marginales mésiales et distales, créant ainsi un espace inter-dentaire triangulaire, large, et inconfortable pour le patient.
- Profil qui tente de remplir au maximum l'espace inter-dentaire avec une progression horizontale dans un premier temps et ensuite verticale. Dans ce cas le pilier de cicatrisation est très important.

Quel que soit le profil choisit la maintenance sera compliquée d'où l'intérêt d'utiliser un implant plus large. Cependant il est **nécessaire de laisser 1mm au minimum d'os résiduel péri-implantaire afin d'avoir une vascularisation correcte du site**.(37)

1.3.3.3 Intérêt des implants de faible diamètre

Les implants de faible diamètre ont un intérêt dans de nombreuses situations cliniques :

- crête alvéolaire mince associée à un espace prothétique normal (>7mm)
- espace prothétique limité
- diamètre cervical limité
- espace inter-radicaire limité.

Cela permet aussi d'éviter l'utilisation de techniques chirurgicales plus lourdes, tels que les chirurgies osseuses et les greffes.

Attention à bien évaluer les facteurs de risques biomécaniques en cas d'utilisation d'implant de faible diamètre.

1.3.4 Exemples

Plusieurs marques participent au développement des implants courts, notamment :



Figure 13 : Implant court Straumann Roxolid® SLActive® (57)

STRAUMANN : Implant court de 4 et 6mm de longueur, diamètre 4,1 mm et 4,8mm, à connectique interne. Roxolid® SLActive® (57)



Figure 14 : Implant court BICON

BICON : SHORT® Implant, implant court de 5 et 6 mm de longueur, avec un diamètre de 3 à 6mm. Connectique Conique interne. (58)

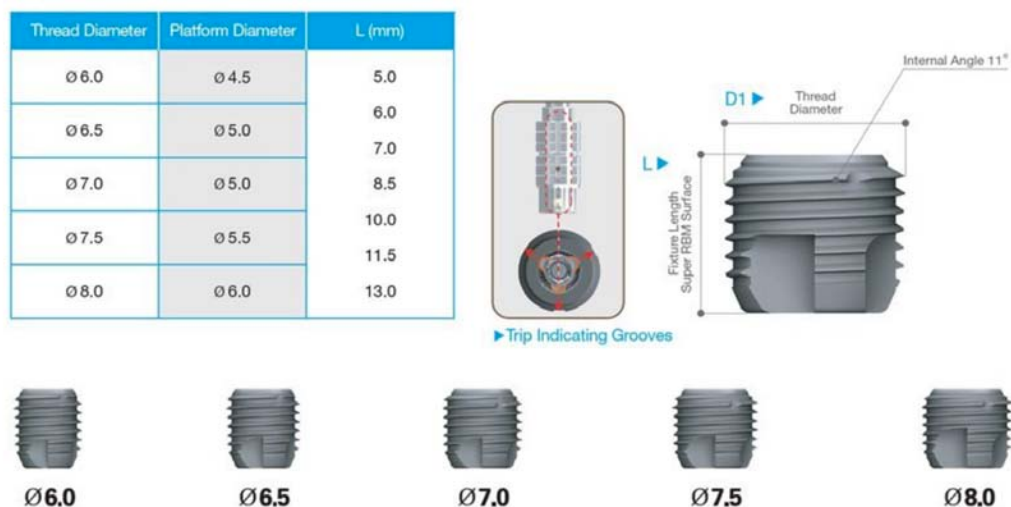


Figure 15 : Implants courts MEGAGEN, Rescue implant system®

MEGAGEN : Rescue Implant System®, Implants de 5, 6, 7 et 8,5mm de longueur avec un diamètre de 6 à 8mm. Connectique conique interne. Préconisé pour les molaires. (59)



Figure 16 : Implant court GlobalD TWINKON®4

GlobalD : TWINKON®4, Implant ultracourt de 4mm avec un diamètre de 4 et 4,5mm.
Connectique conique externe. (60)

1.4 Biomécanique

1.4.1 Contraintes osseuses implantaire en fonction de la longueur et du diamètre implantaire

En implantologie, on cherche toujours à diminuer les contraintes transmises à l'environnement péri-implantaire. Différents moyens sont à notre disposition tels que :

- Charges occlusales dans l'axe implantaire
- Augmenter le nombre d'implant qui supportent la prothèse
- Augmentation de la surface de contact entre l'os et l'implant (diamètre, longueur, état de surface). (61)

Différentes recherches (25,57–62)(25,61–66)(25,60–65)(25,59–64)(25,58–63) ont permis d'étudier le comportement et la distribution des contraintes osseuses péri-implantaires générées en fonction de la longueur, du diamètre, et de l'orientation des forces.

Ces recherches ont été réalisées grâce à la recherche par éléments finis, qui est une méthode numérique, informatisée permettant le calcul et la visualisation des contraintes et de déplacements des structures complexes soumise à des forces simulées.

Une modélisation 3D est ensuite réalisée. De plus, à chaque élément est associé un groupe de propriétés qui détermine les caractéristiques propres aux matériaux qui le composent.

En 2000, PIERRISNARD et al. (67,68), ont créé 2 modèles d'implants de type BRANEMARK, le premier (a) de 8,5mm de longueur par 3,75 de diamètre et le second (b) de 6mm x 5mm. Ces deux implants présentent la même surface d'ostéo-intégration.

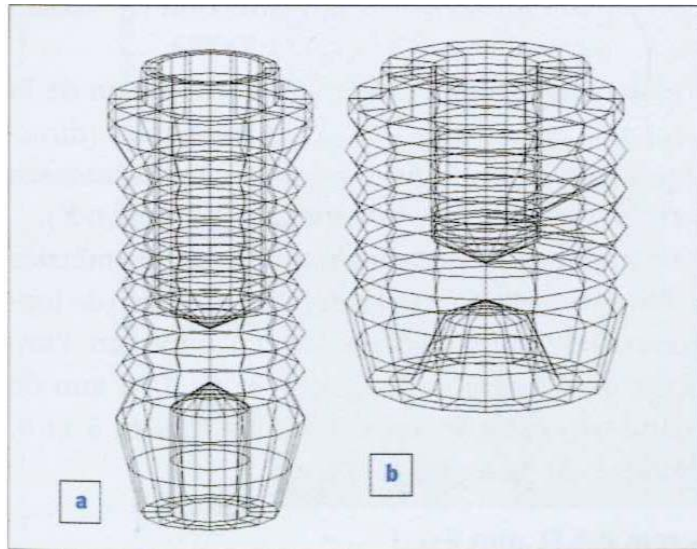


Figure 17 : vue des modèles d'implants type Branemark composés de 2500 éléments (67)

1.4.1.1 Résultats

1.4.1.1.1 Intensité des contraintes

Une analyse des contraintes ainsi que des intensités maximales selon les modèle a été réalisée, et cela a permis de mettre en évidence (61,64)(67,68) :

- Contraintes plus intenses dans la région cervicale que dans la partie apicale de l'implant
- Contraintes péri-implantaires beaucoup plus intenses si la force appliquée est oblique comparativement à une force axiale. Cela est vérifiée quel que soit la nature de la force (traction/compression) et leur direction (Z : axiale ou Y : mésio-distale)(67,68)
- Les composantes axiales (direction Z) des contraintes osseuses sont plus intenses que les composantes horizontales (direction Y)

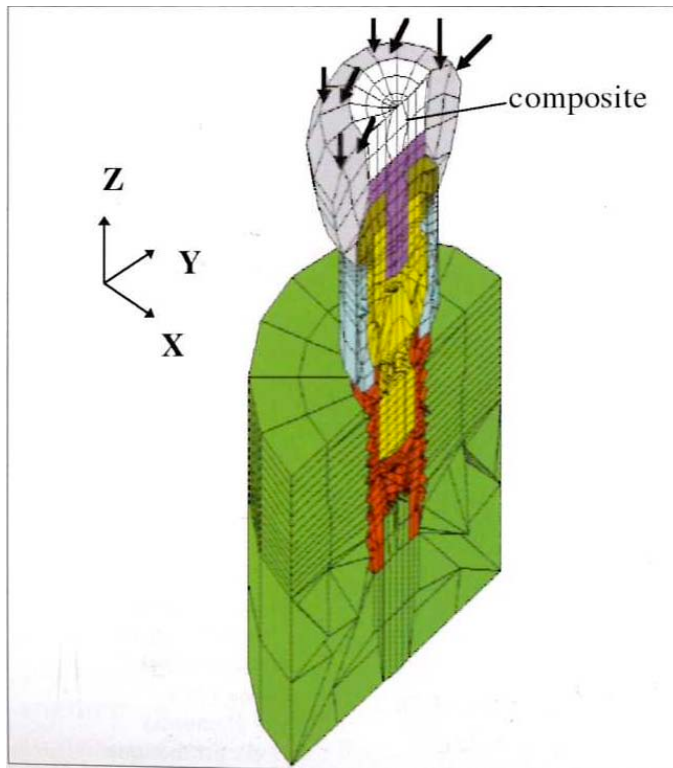


Figure 18 : vue en coupe du modèle assemblé (67)

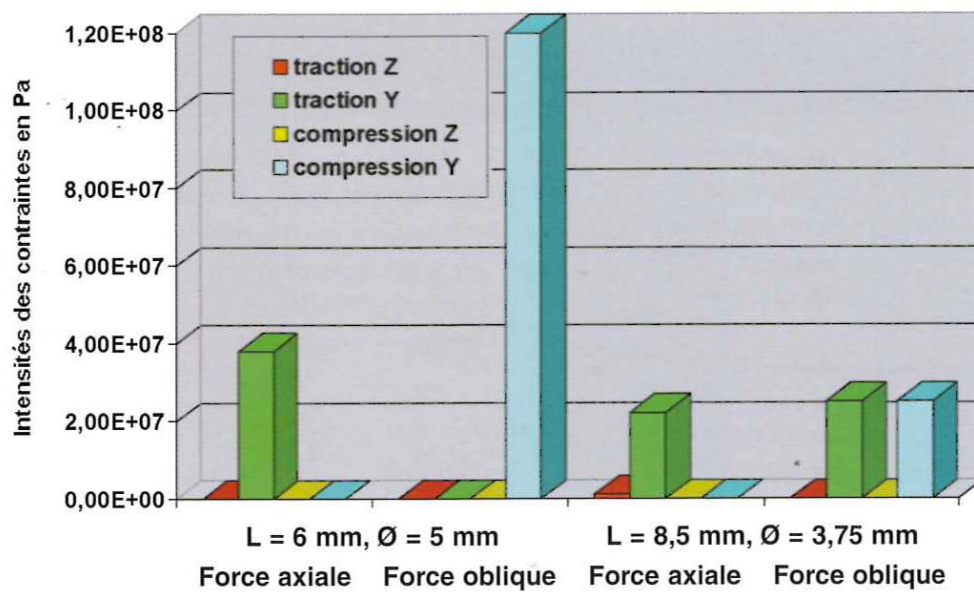


Figure 19 : Intensité des contraintes selon l'orientation des forces

Intensité maximale des contraintes au niveau de la zone apicale(67)

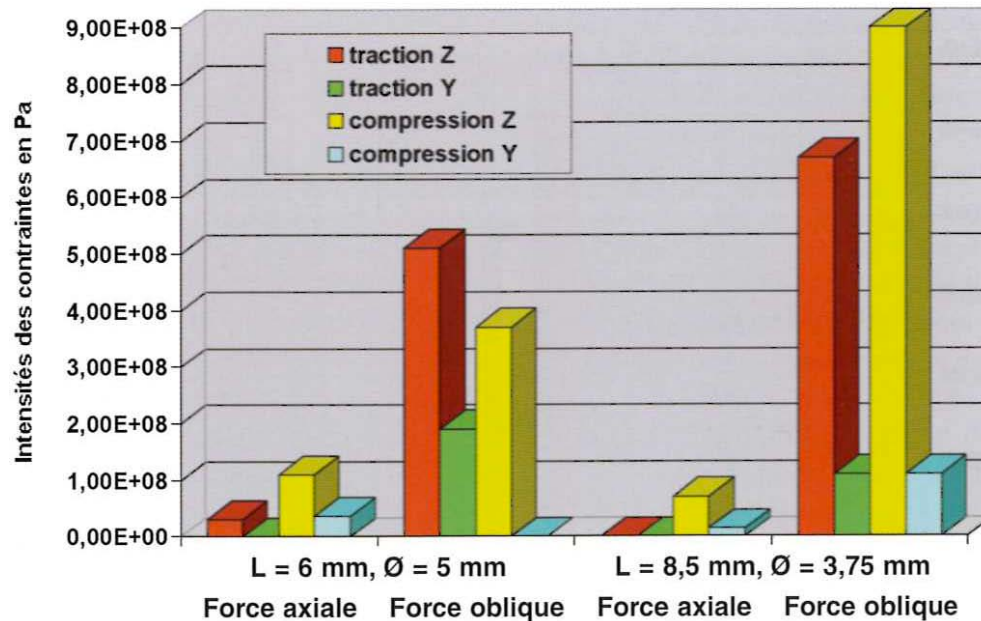


Figure 20 : Intensité des contraintes selon les forces de compression et de traction

Intensité maximale des contraintes au niveau de la zone cervicale (67)

1.4.1.1.2 Distribution des contraintes

Les auteurs ont isolé le support osseux du reste du modèle pour l'analyse de la répartition des contraintes.

a) Charges axiales

Seules les composantes verticales des contraintes osseuses de compression ont des intensités significatives. (25)

- La région osseuse cervicale est très sollicitée quel que soit le modèle
- Pas de différence nette entre les deux modèles
- Si on applique une force de compression, on observe une répartition homogène et symétrique des contraintes dans l'implant. Les contraintes mesurées au niveau du col sont 3 fois supérieures à celle mesurées à l'apex.
- L'intensité des forces au niveau cervical ne change pas si l'implant mesure 6mm ou 12mm.

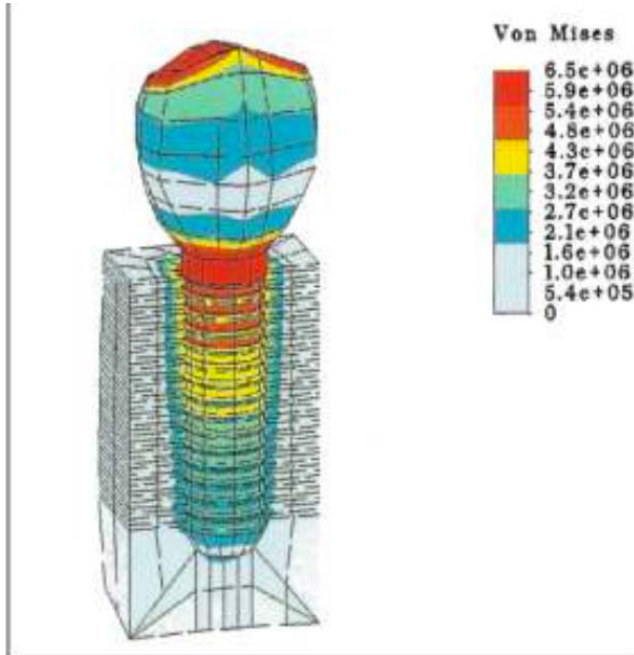


Figure 21 : Visualisation des contraintes sur l'implant lors de l'application de forces de compression

b) Charges obliques

Les composantes verticales (direction Z) des contraintes osseuses de traction et de compression sont plus intenses que les composantes horizontales (direction Y)

- Les forces les plus intenses se situent au niveau cervical. Une force de traction est appliqué du côté occlusal et une force de compression du côté opposé à la force.
- On observe une inversion des contraintes dans la moitié apicale : traction du côté opposé à la force occlusale et compression du côté de la force. Cela met en évidence un mouvement de bascule, dont le point central se situe à la moitié de la hauteur de l'implant.
- Les contraintes situées sur la moitié cervicale distribuées par un implant court et large sont significativement moins importantes qu'avec un implant long et fin.
- Les contraintes diminuent régulièrement de la partie cervicale à l'apex, ou les intensités sont 4 fois plus faibles.
- Les contraintes sont peu intenses dans la moitié apicale.

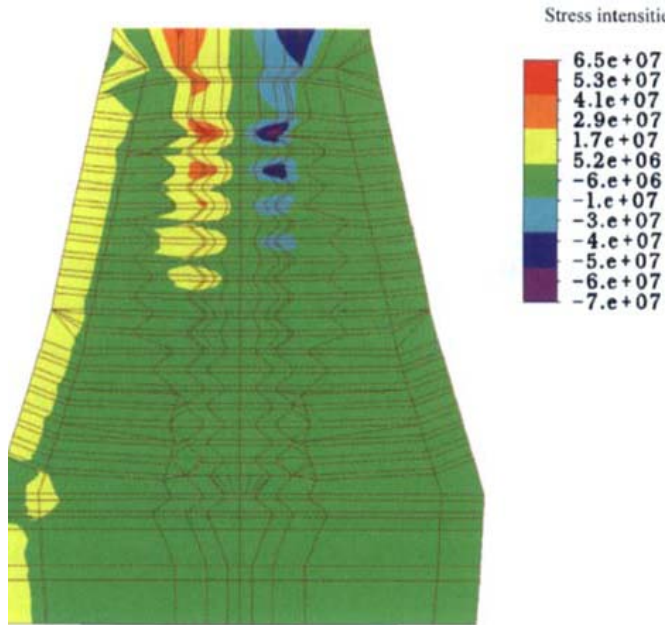


Figure 22 : visualisation des contraintes osseuses avec un implant de 6mm soumis à des forces obliques

Les forces rouges représentent les forces de tension, en bleu, la compression.

En comparant les courbes, on constate l'intérêt d'augmenter le diamètre de l'implant par rapport à la longueur de celui-ci.

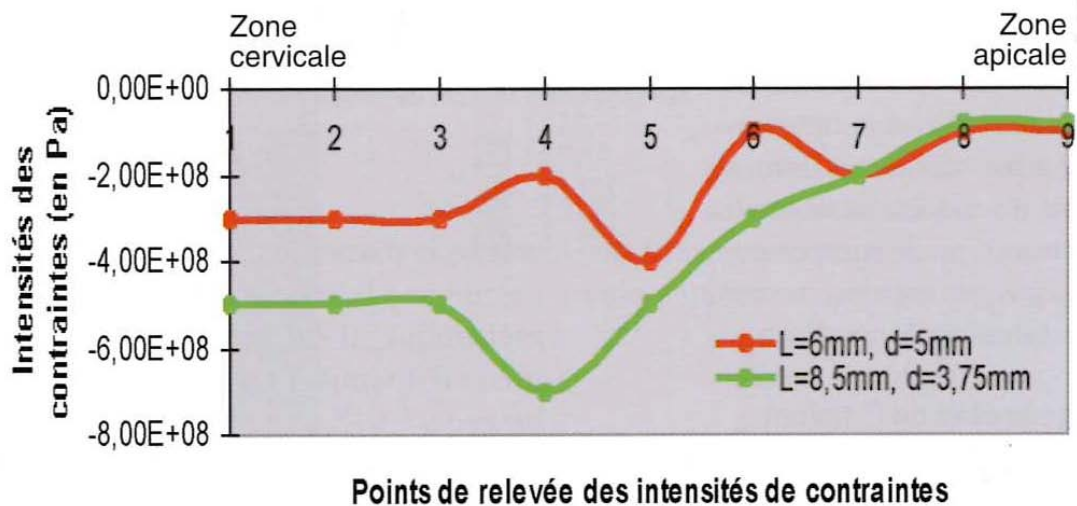


Figure 23 : courbes comparées des contraintes osseuses de compression le long de l'axe Z (charge oblique) (67)

En conclusion, un implant court et large sollicite moins la région osseuse cervicale qu'un implant plus long et moins large mais en regard de l'apex les forces sont quasiment identiques.

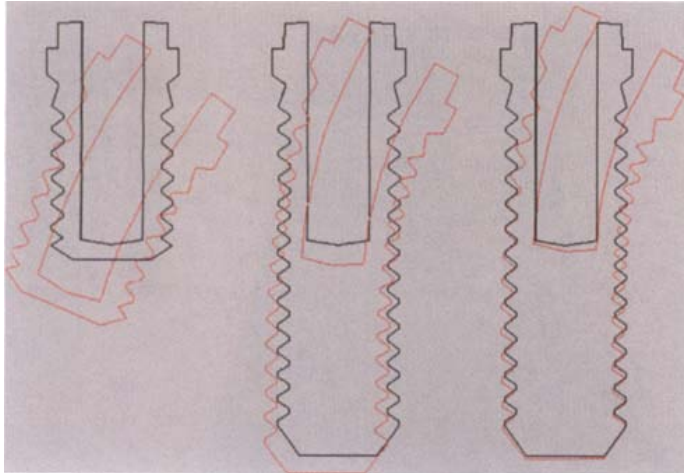


Figure 24 : Diagramme montrant le mouvement des implants de différentes longueurs dans l'os (x300) (25)

1.4.1.2 Discussion

Il est important de considérer ses résultats acquis grâce à une analyse numérique avec précaution car les connaissances sur les propriétés mécaniques et physiologiques du tissu osseux sont encore insuffisantes (viscoélasticité des structures péri-implantaires, complexité des forces masticatoires, déformation de la mandibule, effets de fatigue...).

Ces études furent réalisées sur des implants avec une connexion interne hexagonale, qui présentent des comportements biomécaniques légèrement différents d'un implant avec connexion externe type cône morse.

Il apparaît quand même que :

- Contraintes les plus intenses localisées au niveau cervical et ce, quel que soit la géométrie de l'implant. De nombreux auteurs s'accordent sur ce fait (26,32,66,69).
- L'orientation des charges est un paramètre déterminant. Il faut essayer au maximum d'orienter les forces occlusales dans l'axe de l'implant. (32,63)
- Il est préférable d'augmenter le diamètre implantaire plutôt que sa longueur pour diminuer les contraintes mécaniques. Les implants courts et larges génèrent des contraintes osseuses moins importantes qu'un implant plus long et moins large (61,64,66). Un grand nombre d'auteurs sont favorables à l'utilisation d'implants de grand diamètre(28,39,44,50,56,70).

De plus l'augmentation de diamètre limite le bras de levier

Cependant certains auteurs sont moins enthousiastes concernant ces implants larges.

IVANOFF et al en 1999 ont montré, via une étude rétrospective, un taux d'échec plus élevé des implants de 5mm comparé à ceux de 4mm. (71)

L'étude de PETRIE et WILLIAMS en 2005(66) a permis de mettre en évidence que l'augmentation de longueur réduit au mieux de 1,65 fois la charge crestale alors que l'augmentation de diamètre la réduit au maximum de 3,65 fois. Ils ont mis en évidence qu'une augmentation de la conicité augmente les charges crestales jusqu'à 1,65 fois.

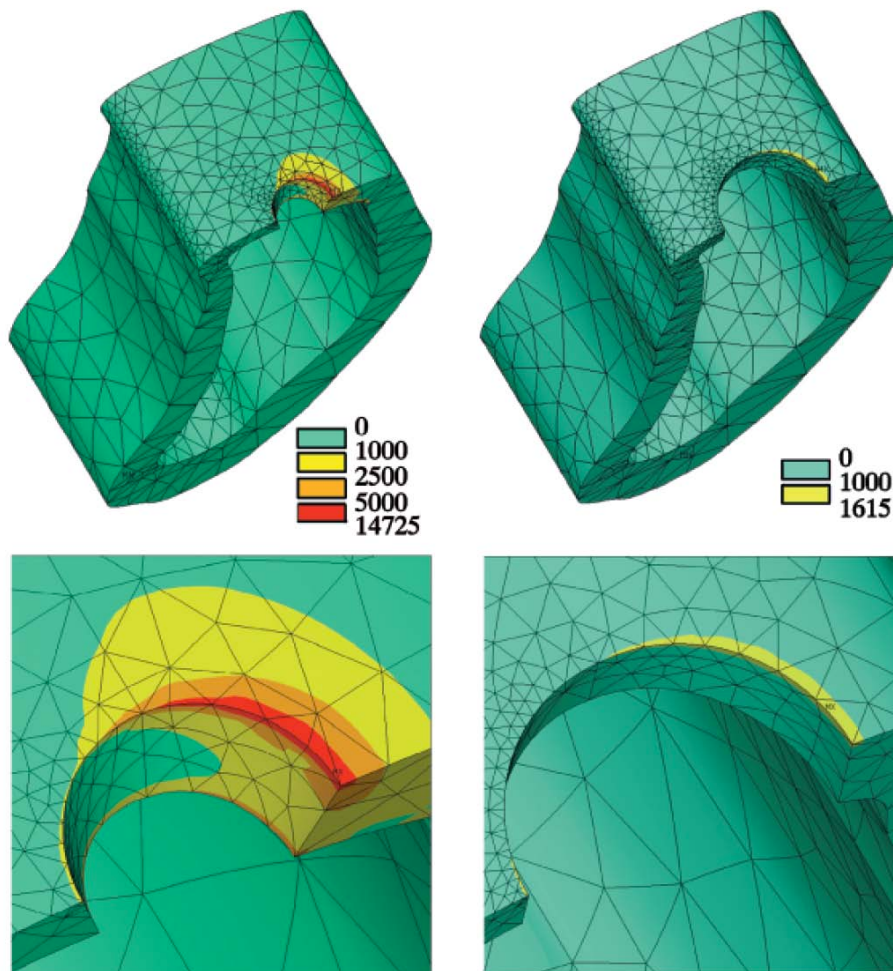


Figure 25 : Numérisation d'une section mandibulaire avec deux alvéoles correspondant à deux implants de dimensions différentes. Image de gauche : implant court, étroit et conique. Image de droite : implant long, large et cylindro-conique. (66)

- HIMMLOVA et al en 2004(64) arrivent à la même conclusion que PETRIE et al.

L'augmentation du diamètre entraîne une diminution du stress. Un passage de 3,3mm à

4,2mm de diamètre diminue le stress de 32%, alors qu'une augmentation de longueur de 8mm à 17mm fait baisser le stress de 7,3%.

- En 2017, GUMRUKCU et al (63) ont réalisés une étude d'éléments fini avec pour but d'étudier l'influence du nombre d'implants, de leur longueur et du degré d'angulation sur la distribution des contraintes sur un maxillaire résorbée.
Ils ont conclu leur étude sur le fait que le stress appliqué sur la corticale osseuse diminue avec le nombre d'implants (3 groupes de 4, 5 et 7 implants) et une absence d'angulation. Un implant avec une angulation de 30° subira plus de contraintes qu'un implant de 45° et plus qu'un implant droit.
Concernant la longueur des implants, dans un même groupe (6mm, 8mm et 11,5mm) plus les implants sont courts plus le stress transmis sur la corticale est élevé. Malgré cela, un implant angulé et plus long subira toujours plus de stress qu'un implant court.
- En 2000, PIERRISNARD et al (67,68) ont créé des implants de même type avec les longueurs différentes afin de voir l'influence qu'ont la longueur implantaire et l'orientation des charges occlusales.
Le paramètre longueur de l'implant n'influe que très peu sur l'intensité des contraintes alors que l'angulation joue énormément.
Ils affirment même qu'une augmentation de la longueur de l'implant augmente les forces cervicales, tandis que l'augmentation du diamètre elle fait diminuer ces forces.
- PIMENTEL et al, en 2017 ont réalisés une analyse photo-élastique afin d'évaluer le stress autour des implants dans une mandibule édentée atrophie. 6 groupes implantaire furent réalisés avec des longueurs de 5, 7 et 9 mm avec des diamètre de 4 et 5mm et un groupe contrôle (implants de 11 x 4mm). Chaque modèle comprend 4 implants identiques reliés entre eux par une barre qui simule un bridge sur implant. Ils appliquent une force de 0,15kg sur la partie terminale du cantilever et ils mesurent avec un logiciel l'intensité des forces transmises à la résine.
D'un point de vue quantitatif, on retrouve les forces majoritairement présente au niveau de l'implant le plus proche de la zone d'application des charges (Implant A) ainsi que sur l'implant le plus proche de celui-ci (Implant B).

Qualitativement parlant :

Implant A :

Stress au niveau de la zone cervicale :

Équivalence entre les implants de 9mm et ceux du groupe contrôle.

Stress augmenté dans le groupe des implants courts de 4mm de diamètre :

Différence statistiquement significative entre les implants du groupe contrôle et les implants de 5 et 7mm de longueur avec un diamètre de 4mm ($p < 0,005$).

Si on augmente le diamètre des implants courts (5mm), on observe une diminution du stress. **Avec un diamètre de 5mm, on n'observe pas de différence statistiquement significative entre les implants courts et le groupe de contrôle ($p > 0,05$).**

Zone apicale :

Les implants **Ci5(5x4mm)** : **stress péri-apicale supérieur à celui du groupe contrôle avec une différence statistiquement significative.**

L'augmentation du diamètre entraîne une diminution du stress, on n'observe **pas de différence statistiquement significative entre les Wi5 avec le groupe contrôle.**

Implant B :

La longueur et le diamètre ne semblent pas interférer avec le stress au niveau cervical.

Le stress apical est augmenté pour le groupe Ci5 : différence statistiquement significative entre le groupe Ci5 et le groupe contrôle.

Les implants courts (5 et 7mm) de 4mm de diamètre semblent générer plus de stress au niveau cervical, cependant **l'augmentation du diamètre des implants (5mm) permet de diminuer ce stress. Les implants courts obtiennent ainsi des résultats équivalents aux implants plus longs.**

- MORIWAKI et al en 2016 (65), ont réalisés une étude par la méthode des éléments finis afin d'évaluer l'influence de la longueur implantaire, d'un ancrage bi-cortical et l'augmentation sinusienne sur le stress péri-implantaire. Des modèles osseux avec des quantités osseuses A et C dans la région maxillaire postérieure sont analysés grâce à un logiciel. Il mesure la distribution des contraintes maximales pour chaque modèle. Pour la quantité osseuse A avec des implants de 6 x 4mm la distribution des contraintes est plus élevée. Pour la quantité osseuse C avec des implants de 6 x 5mm avec ancrage bi cortical, le stress est inférieur à celui des implants de 6 x 4mm et des implants de 13mm associés à une augmentation sinusienne. Ils concluent que les **implants de 6mm doivent être associé à une quantité osseuse C, quantité osseuse où la largeur osseuse permet d'augmenter le diamètre implantaire de 4 à 5mm.**

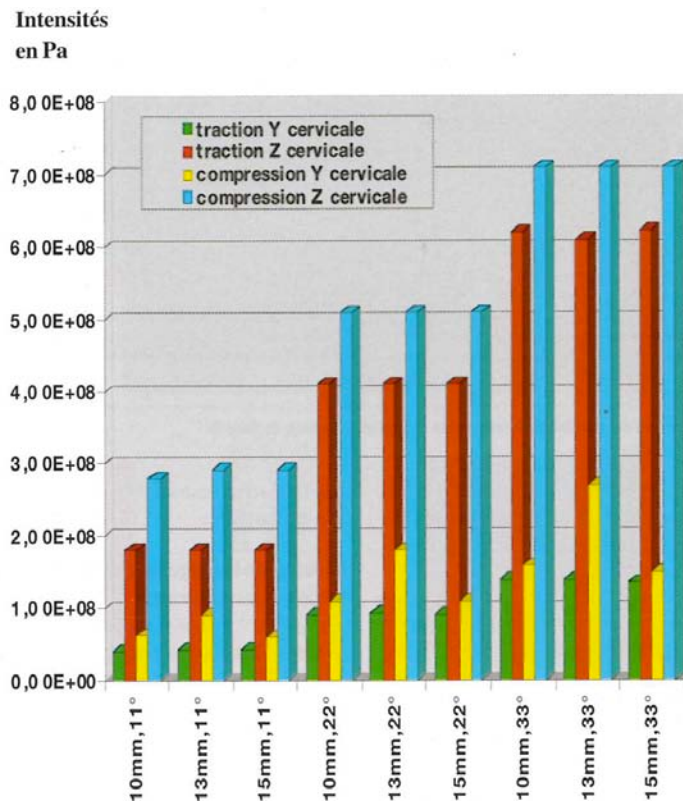


Figure 26 : Histogramme comparatif de l'intensité des contraintes cervicales osseuses en fonction de la longueur des implants et de l'orientation des charges occlusales. (68)

Il est alors possible de conclure que la majeure partie des forces appliquées sur un implant ostéo-intégré se concentre sur les 5 mm cervicaux, et ce quel que soit sa taille (26,69).

L'analyse des éléments finis montre que les forces maximales appliquées sur l'os sont indépendantes de la longueur de l'implant (68). Cependant les résultats d'une simulation par éléments finis présentent toujours un écart avec la réalité. Il faut plus la voir comme une technique de résolution approchée d'un problème mécanique des milieux continus. Le maillage réalisé influe fortement sur la pertinence des résultats. Et dans notre cas il est différent du milieu naturel (72).

En cas de pose d'implants court, il sera donc **préférable d'augmenter le nombre d'implants en respectant la règle d'un implant par dent absente si on souhaite réaliser une restauration de plusieurs dents absentes afin de mieux répartir les forces et éviter la réalisation d'un bridge implanto-porté.** (37)

1.4.2 Facteurs de risques biomécaniques

Beaucoup de complications implantaire ont une origine biomécanique.

Les complications mécaniques les plus fréquentes sont :

- Dévissage des différents composants prothétiques
- Fracture de la vis prothétique
- Fracture des pièces intermédiaires
- Fracture du matériau cosmétique ou de l'infrastructure prothétique

Lors de la réalisation de la prothèse, la passivité de l'infrastructure mécanique est ce qu'il y a de plus important.

Il est possible de définir plusieurs types de facteurs de risques biomécaniques (73) :

- Facteurs de risques géométriques
- Facteurs de risques occlusaux
- Facteurs de risques osseux
- Signaux d'alarme

1.4.2.1 Facteurs de risque géométrique

1.4.2.1.1 Nombre d'implant

L'étude de la biomécanique implantaire est intéressante pour tenter de réduire les forces au niveau de l'interface os/implant. Il en ressort que pour diminuer les forces au niveau de cette interface, il faut augmenter les zones où elles sont appliquées.(36,63)

Dans le cas des implants courts, il est nécessaire d'appliquer la règle : un implant par dent remplacée. Cela permet de diminuer au maximum les contraintes à l'interface. (36)

Par ailleurs ils considèrent même qu'un implant de faible diamètre(3,75mm) utilisé pour le remplacement d'une molaire peut être une situation à risque. En effet, le surplomb antéropostérieur peut être assimilé à un petit cantilever. Ils recommandent donc l'utilisation d'un implant large

Pour MISCH et al. (32,36) afin de limiter les risques et mieux répartir les forces il faut :

- En cas de restauration multiple : solidariser les implants

- 1 implant/dent
- implant à base large (selon certains auteurs(73), un implant large équivaut à deux implants de base standard).
- Protection des forces latérales par un guidage incisif et fonction canine
- Éviter toute force latérale
- Absence de cantilever (création d'un bras de levier et augmentation du stress à l'interface os/implant)
- Implant avec traitement de surface et augmentation du Thread Pitch afin d'augmenter au maximum l'interface os/implant

1.4.2.1.2 Extensions prothétiques

Pour de nombreux auteurs (36,73,74), la présence d'une extension prothétique augmente énormément la charge et le stress péri-implantaire et constitue un facteur de risque très important dans l'échec implantaire.

GONDA et al. en 2014 (74), par une étude d'éléments finis ont mis en évidence qu'un cantilever avec une superstructure augmentait de manière importante le stress péri-implantaire, de surcroît si le niveau osseux est faible(+73% dans un os de basse qualité entre l'absence de cantilever et la présence d'un cantilever mésial avec occlusion postérieure ; +66% avec cantilever distal dans cette même situation). Ils ajoutent qu'en cas de force masticatoire importante, qualité osseuse médiocre, bruxisme et la présence de forces latérales, le stress péri-implantaire ne serait que plus grand.

Théorie des leviers : afin de résister aux forces appliqués sur le cantilever, les piliers effectuent une compensation.

- Contrainte de compression sur le pilier le plus proche de l'extension, il sert de point d'appui
- Contrainte de traction sur l'implant à distance, il a une action de résistance au déplacement.



Figure 27 : Schéma d'une force occlusale et mouvements appliqués aux implants

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

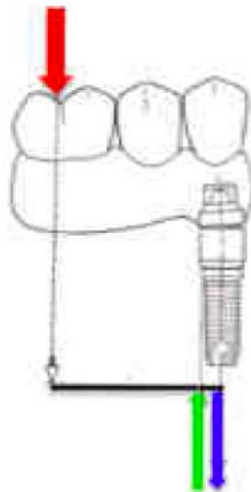


Figure 28 : Schéma d'une force occlusale et mouvement de compensation de l'implant adjacent à l'extension

Par ailleurs, l'augmentation de la longueur mésio-distale du cantilever par rapport à la distance inter-implantaire augmente les forces de traction et de compression.(75,76)

1.4.2.1.3 Position des implants

Un implant positionné avec un axe trop oblique par rapport à la charge occlusale, ou si son émergence est décalée par rapport à la couronne prothétique entraîne la création d'un bras de levier qui entraîne un risque de dévissage, de fracture des composants prothétiques voir même un risque d'échec implantaire par dé-ostéointégration.

Cependant un léger décalage est permis afin de créer le tripode qui d'après RENOARD est

favorable à la stabilité implantaire.(73)

De plus comme vu précédemment, un implant angulé, quel que soit sa longueur, sera toujours plus sollicité qu'un implant beaucoup plus court associé à des charges verticales.

Par ailleurs certaines études ont montré qu'un positionnement sous cretal de 1,5mm à 2mm diminue les contraintes mécaniques, d'où l'intérêt de l'associer à une connectique plus étanche, type cône morse < 9°. (37)

1.4.3 Facteurs de risques occlusaux

1.4.3.1 Patient bruxomane et/ou avec force masticatoire importante

La stabilité des composants implantaire est directement lié à l'intensité des forces développées ainsi qu'aux habitudes para fonctionnelles du patient.

Comme développé plus tôt, le risque biomécanique est augmenté si les forces ne sont pas distribuées dans l'axe implantaire. Chez ces patients, il sera nécessaire de réduire la largeur des tables occlusales ainsi que les pentes cuspidiennes de manière à éviter tout mouvement de latéralité.

Il sera nécessaire d'augmenter la largeur de l'implant afin de mieux répartir les contraintes mécaniques au niveau osseux.

1.4.4 Complications Prothétiques et longueur implantaire

Tableau 1 : Complications prothétiques et longueur implantaire

Auteur, Type d'étude, année, référence bibliographique	Type d'implants, Type de couronne, Type d'échec prothétique, % d'échec ou de complication prothétique
PISTILLI, RCT, 2013, (77)	Implants de 5 x 5mm et implants de 10 x 5 mm Couronne unitaire/jumelées/bridge Maxillaire et mandibulaire postérieur 2 échecs prothétiques en site augmenté et 1 seul sur un implant court <u>Pas de différence statistiquement significative concernant le taux d'échecs prothétique</u>

ESPOSITO, RCT, 2016, (78)	Implants 4 x 4mm et implants 10 x 4-4,5mm Couronnes unitaires/jumelées, parfois cantilever Maxillaire et mandibule postérieure Perte couronnes/vis Implants courts : 2 prothèses (1 maxillaire et 1 mandibulaire) Implants longs : 4 prothèses (1 mandibulaire et 3 maxillaires) avec 3 patients non réhabilitable prothétiquement (1 mandibule, 2 maxillaires) <u>Pas de différence significative concernant le taux d'échecs prothétiques à 4 mois entre les 2 groupes</u> (P (test chi²) = 0.399 ; différence de proportion= 0.05; 95% CI : -0.06 - 0.16)
PISTILLI, RCT, 2013, (79)	Implants de 6 x 4mm et implants de 10 x 4mm Couronnes unitaires/jumelées parfois cantilever Maxillaire et mandibule postérieure Pas d'échec prothétiques 2 prothèses mandibulaires sur les implants de 10mm n'ont pu être mis en place à cause d'un échec de la greffe. <u>Pas de différence significative entre les groupes concernant le taux d'échec prothétique.</u>
ESPOSITO, RCT, 2014, (80)	Implants de 5 x 6mm et 10 x 6mm Couronnes unitaires ou jumelées sur prémolaires et molaires maxillaires et mandibulaires 3 échecs prothétiques dans le groupe des implants courts et aucun dans le groupe des implants longs. <u>Pas de différence statistiquement significative concernant le taux d'échecs prothétiques entre les groupes.</u>
FELICE, RCT, 2015, (81)	Implants de 5 x 6mm et 10 x 4mm Couronnes unitaires maxillaire postérieur Pas d'échecs prothétiques à 1 an
FELICE, RCT, 2016, (82)	Implants de 4 x 4 mm et 8,5 x 4 mm Couronnes unitaires ou jumelées Maxillaire et mandibule postérieure 2 prothèses n'ont pu être mis en place à cause d'un échec implantaire précoce pour les 2 groupes. Les 4 prothèses furent remplacées après 4 mois une fois que les implants ayant échoués furent remplacés. <u>Pas de différence statistiquement significative pour le taux d'échec prothétique</u> (Différence = 0.0004; 95% CI : -0.068 à 0.069; P = 0.685)

PIERI, étude clinique prospective, 2012	61 Implants de 6 x 4 mm Prothèses fixées partielles dans une mandibule résorbée 2 prothèses descellées, 1 vis perdue, et 3 éclats de céramiques
SLOTTE, étude clinique prospective multicentrique, 2014, (83)	86 Implants de 4 x 4,1mm supportant des prothèses fixées jumelées (3 ou 4 éléments) sans bridge ni cantilever Mandibule postérieure A 5 ans Perte de 2 prothèses
ROSSI, étude clinique prospective, 2017, (84)	40 implants 6 x 4,1-4,8mm SLActive Maxillaire ou mandibule postérieure, prothèses de 2 ou 3 éléments (bridges, couronnes jumelées, cantilever mesial parfois) 4 patients avec une fracture prothétique Taux de succès prothétique 70% Fracture prothétique due au matériau
GULJE et al en, RCT, 2014 (85)	41 implants de 6 x 4mm ou 11 x 4mm Couronne unitaire au maxillaire postérieur <u>Pas de complications techniques relevées dans les 2 groupes à 1 an.</u>
MALMSTROM , étude comparative prospective, 2015, (86)	25 implants de 6 x 4mm, 20 implants de 8 x 4mm, 35 implants de 11 x 4mm Couronnes unitaires ou bridges maxillaires ou mandibulaires postérieures. A 2 ans : 1 complication prothétique pour les implants de 6mm : fracture d'une vis prothétique.
ZHANG et al, 2017, RCT, (87)	56 implants de 6-8-10 x 4mm, Couronne unitaire maxillaire scellée Pas de complications prothétiques
POHL et al, RCT, 2017, (88)	137 implants 6 x 4mm ou 11-13-15 x 4mm Couronnes unitaires maxillaires A 3 ans, 13 complications prothétiques : perte ou fracture de la vis implantaire majoritairement en région molaire, mais <u>pas de différence significative entre les groupes (p=0,654), ni entre la région molaire ou prémolaire (p=0,278).</u>
BECHARA et al, 2016, RCT, (89)	Implants de 6 x 4-8mm et implants de 10-11,5-13-15 x 4-8mm + élévation plancher sinusien 53 patients/90 implants (25 dans chaque groupe) Couronnes unitaires ou bridges maxillaire postérieur A 3 ans, aucune complication prothétique, technique ou mécanique n'a été relevé dans les groupes.

L'ensemble des auteurs ci-dessus ne trouvent pas de différence statistiquement significative concernant le taux d'échecs prothétiques entre les implants courts et les implants de taille standards.

1.4.5 Facteurs de risques osseux

1.4.5.1 Densité osseuse et stabilité primaire

Dans un os de faible densité (type III et IV), la stabilité primaire d'un implant sera plus compliquée à obtenir. Or un implant court sera souvent posé dans des zones où la densité n'est pas toujours optimale.

Certaines études, ayant rapportées un taux d'échec important, ont mis en place un protocole chirurgical et un protocole de mise en charge standard des implants sans tenir compte de la densité osseuse.

Les études récentes ont démontré que pour obtenir un succès implantaire, il est nécessaire d'adapter son protocole chirurgical et son protocole de mise en charge à la densité osseuse.

- Protocole chirurgical : éviter le taraudage, forage sous dimensionné par rapport au diamètre implantaire
- Protocole de mise en charge : allongement de la période de cicatrisation, l'absence de stabilité primaire correcte considérée comme facteur de risque pendant les 6 premiers mois de mise en charge. (37,73)

Pour de nombreux auteurs (12,28,36), la stabilité primaire est une condition indispensable au succès implantaire.

- PIMENTEL et al en 2016 (90) ont réalisés une étude in vitro afin d'évaluer la stabilité primaire des implants courts et standards avec différentes plateformes dans des sites avec différentes densité osseuse. 120 implants furent placés dans des blocs de polyuréthane fin de simuler les différentes densités osseuses. 10 groupes de 12 implants selon le type de connexion implantaire (cône morse ou hexagone externe) et de la longueur implantaire (10 x 4mm, 5 x 5mm, 5,5 x 5,5mm, 6 x 5mm, 6 x 5,5mm). Le torque d'insertion inférieur pour les implants placés dans un bloc de densité type 4 comparé au type 1. Les implants courts avec un hexagone externe montrent une augmentation du torque d'insertion comparé aux implants avec un cône morse dans un bloc de type 1. En

général les implants placés dans un os de type 1 montrent une stabilité primaire plus importante. On observe une stabilité primaire réduite pour les implants courts 5,5mm avec une connexion hexagonale et ceux de 5mm avec un cône morse. Cependant on n'observe **pas de différence entre les implants courts et les implants standards.**

En ce qui concerne la densité osseuse péri-implantaire, SAHRMANN et al en 2017 (91) ont réalisés une étude contrôlée randomisée sur le changement de densité osseuse péri-implantaire après 3 ans en comparant des implants courts de 6mm à des implants de 10mm. Ils observent une **différence statistiquement significative de l'échelle de gris autour des implants entre les courts et les longs avec un degré de minéralisation plus important autour des implants courts après 3 ans.**

1.4.5.2 Stabilité implantaire selon la longueur implantaire

Tableau 2 : Stabilité implantaire selon la longueur implantaire

Auteur, type d'étude, Année, référence bibliographique	Type d'implant, Position des implants, Torque d'insertion, Analyse de la fréquence de résonance (RFA)
PIERI et al, étude clinique prospective, 2012, (92)	Implants de 6 x 4mm placés dans une mandibule résorbée Moyenne des RFA a augmenté de manière significative entre le placement des implants ($63,35 \pm 6,67$) et les mesures réalisées 2 ans après ($72,91 \pm 5,07$) $P < 0,001$
CALVO-GUIRADO, étude clinique comparative prospective, 2016, (93)	Bridge complet mandibulaire supporté par 6 implants (2 implants standards de 10 x 4,1mm au niveau des forams mentonniers et 4 implants de 4 x 4,1mm en zone plus postérieure) <u>Moyenne du torque d'insertion plus faible avec les implants de 4mm qu'avec ceux de 10mm (38,1Ncm vs. 42.2Ncm) mais sans différence statistiquement significative. A 1an, la stabilité implantaire mesurée avec la RFA n'est pas significativement inférieure pour les implants de 4mm comparé aux 10mm.</u>
ROSSI, étude clinique prospective, 2017, (84)	40 implants 6 x 4,1-4,8mm SLActive Maxillaire ou mandibule postérieure, prothèses de 2 ou 3 éléments (bridges, couronnes jumelées, cantilever mésial parfois) Morphologie osseuse : 9 sites de type I, 20 sites de type II, 10 sites de type III et 1 site de type IV Torque d'insertion : pour 14 implants ≤ 15 Ncm ; 11 implants $15 < x < 35$ Ncm et 15

	implants ≥ 35 Ncm Valeur moyenne de RFA, qui reflète le ISQ (Quotient de stabilité implantaire) : - Jour de la pose : $66,8 \pm 9,9$ - A 6 semaines : $74,3 \pm 7,6$ <u>La différence entre les 2 mesures est statistiquement significative avec une valeur du quotient de stabilité implantaire augmenté après 6 semaines de mise en charges par rapport au jour de pose des implants.</u>
ZHANG et al, 2017, RCT, (87)	Implants de 6 x 4mm, 8-10 x 4mm + élévation sinusienne par ostéotomie. Pas de différence significative du quotient de stabilité implantaire entre la chirurgie et le recueil des données parmi les 3 groupes malgré une augmentation de celui entre les 2 périodes.
BECHARA et al, 2016, RCT, (89)	Implants de 6 x 4-8mm et implants de 10-11,5-13-15 x 4-8mm + élévation plancher sinusien <u>Moyennes de l'ISQ entre implants longs et implants courts équivalentes le jour de la pose</u> (68.2 vs. 67.8, $P = 0.1$), <u>le jour de la pose de la prothèse</u> (69.5 vs. 69.4, $P = 0.9$) <u>et à 1 an</u> (71.0 vs. 71.5, $P = 0.1$). <u>A 3 ans, les implants longs ont une moyenne du QSI significativement supérieure à celle des implants courts</u> (72.4 vs. 71.6, $P = 0.004$).
VAN ASSCHE, étude comparative prospective, 2011, (94)	Implants 6 x 4,1 mm et 10-14 x 3,3-4,1 mm QSI moyen le jour le pose : - Implants courts : 67 - Implants longs : 70 QSI moyen à 1 an de mise en charge : - Implants courts : 75 - Implants longs : 78

Le quotient de stabilité implantaire semble être supérieur pour les implants longs après plusieurs années d'études 3 ans, mais pas à 6 mois ou 1 an.

De plus le quotient de stabilité implantaire augmente avec le temps, notamment pendant la période d'ostéo-intégration et jusqu'à 3 ans (durée maximale des études) (89,92,93,95). Cependant, le torque d'insertion semble être inférieur pour les implants courts, mais cette différence n'est pas significative pour les auteurs (93).

1.4.6 Facteurs de risque biologiques et complications biologiques liés à la longueur implantaire

ALAN et al en 2015 (96) ont réalisés une étude prospective comparative afin de comparer les paramètres biologiques (fluide péri-implantaire, taux de CTSK (rôle dans l'activation des ostéoclastes), RANK L et OPG (OPG et RANKL sont retrouvés en grande quantité dans un tissu inflammatoire) après la mise en charge implantaire d'implants standards, implants courts (6 x 4,2-4,8mm) et mini-implants. Ils ont comparé les paramètres cliniques et biochimiques avec les valeurs de références prises avant la mise en charge. Les paramètres cliniques intragroupes sont augmentés de manière statistiquement significative mais si on compare les valeurs entre les groupes, il n'y a pas de différence entre les groupes sauf pour la profondeur de poche (plus importante dans le groupe standard et courts que dans le groupe des mini implants), la perte osseuse marginale (supérieure au maxillaire dans le groupe standard uniquement). A 3 mois, les taux OPG, RANK L et CTSK ne sont pas différents des mesures réalisées avant la mise en charge.

ESPOSITO et al en 2014 (80) dans essai contrôlé randomisé étudier les complications biologiques liées aux implants courts (5 x 6mm) ainsi que celles liées aux implants longs (10 x 6mm) placés dans un site augmenté (Maxillaire : Sinus lift latéral + comblement avec de l'os porcin et membrane résorbable. Mandibule : Croissance verticale par mise en place de blocs d'os bovin + membrane résorbable). Ils ont étudié 30 patients dont 15 traités à la mandibule et 15 au maxillaire.

Après 3 ans de mise en charge :

- Implants courts : 13 complications sur 8 patients (dont 6 sur 1 seul patient).
- Implants longs : 13 complications sur 11 patients.

Pas de différence statistiquement significative concernant le taux de complication

biologiques (non liées à la chirurgie en elle-même) entre les 2 groupes (Implants courts vs Implants longs + augmentation osseuse) (P = 0.63 ; Différence = 0.10 ; 95% CI : -0.22 à 0.42)

GULJE et al en 2014 (85), dans un essai contrôlé randomisé, qui visait à évaluer les performances clinique d'une couronne unitaire au maxillaire postérieur supporté par un implant de 6mm ou un implant de 11mm associée à une élévation sinusienne, n'ont **pas relevé de complications biologiques dans les 2 groupes**. De plus les tissus péri-implantaires étaient très sains dans les 2 groupes.

MALMSTROM et al, en 2015 (86), dans une étude comparative prospective qui cherchait à évaluer le succès des implants courts de 6 et 8mm avec une surface texturée après deux ans de mise en charge en les comparant à des implants standards de 11mm, n'ont **pas observé de changement statistiquement significatifs des paramètres parodontaux**.

SCHINCAGLIA et al en 2015 (97), dans un essai contrôlé randomisé visant à comparer cliniquement et radiographiquement des implants de 6 x 4mm à des implants longs (11-13-15 x 4mm associés à une augmentation sinusienne), n'ont **pas observé de différence significative entre les groupes à 1 an concernant la profondeur de poche** ($2,3 \pm 1,4$ implants longs et $2,8 \pm 0,9$ implants courts, $p = 0,1$) **ou le contrôle de plaque**. Cependant ils ont relevé une **différence statistiquement significative entre les groupes avec un saignement gingival plus important pour les implants courts** (52% contre 38% pour les implants longs, $p=0,038$).

Dans cette étude, **à 3 ans**, (88), ils ont observé une **profondeur de poche inférieure pour les implants courts comparés aux implants longs** ($2,8 \pm 0,9$ vs $3,0 \pm 0,76$; $p=0,035$).

L'augmentation de la profondeur de poche moyenne entre la réévaluation à 1 an est statistiquement non significative pour les implants courts ($0,1 \pm 1,1$ mm ; $p=0,64$) à contrario des implants longs ($0,5 \pm 1,1$ mm ; $p = 0,001$). Il n'y a **pas de différence significative en ce qui concerne le contrôle de plaque ainsi que pour le saignement gingival** (30,9% des sites pour le groupe greffé versus 20,1% pour les implants courts ; $p=0,380$). Malgré cela, **entre 1 et 3 ans, ils n'ont observé aucune complication biologique**.

BECHARA et al, en 2016(89), dans un essai contrôlé randomisé sur 53 patients/90 implants visant à comparer la pose d'implants courts (6 x 4-8mm) et la pose d'implants plus longs (10-11,5-13-15 x 4-8mm) associée à un sinus lift, n'ont **pas observé de mucosite péri-implantaire ou de péri-implantite après 3 ans de suivi**.

2 ANALYSE DE LITTERATURE

2.1 Stratégie de recherche

L'ensemble des données et des résultats énoncés dans cette thèse sont basés sur une analyse d'articles scientifiques. Les articles ont tous été majoritairement trouvés grâce à une recherche informatique via Pub Med (base de données scientifique), Googlescholar, certains articles de revues dentaires, des sites internet de fournisseurs dentaire, des thèses.

Mots clés utilisés :

- En français : Implants courts, implants ultra courts, implants 6mm, implants dentaires courts, historique des implants.
- En anglais : short dental implants, ultra-short dental implants, 6mm dental implants, 5mm dental implants, 4mm dental implants, posterior jaws rehabilitation, posterior maxilla rehabilitation, short implant, meta-analysis short implant, resorbed maxilla, rehabilitation old patient, resorbed mandible, alternative to sinus floor elevation, posterior atrophic jaws, randomized controlled study, edentulous jaws, alternative sinus lift, reduce bone height, single crown,

Des associations de mots clé ont été utilisés afin de restreindre le nombre d'articles obtenus sur la base de données.

2.2 Sélection des études

L'ensemble des recherches ont permis de trouver 34 articles traitant des implants courts ou en rapport avec ceux-ci ($\leq 6\text{mm}$). Les études traitent d'études sur les humains, sur les animaux ou in vitro.

Nous avons exclu 48 articles selon certains critères :

- faible validité statistique : exclusion des case report
- durée de suivi des patients insuffisants ($\leq 4\text{mois}$)
- manque de rigueur de la méthode expérimentale : critères d'inclusion et d'exclusion des patients non définis, nombre de patients trop faible, pas d'exploitation des données récoltées.

2.2.1 Niveau de preuve d'une étude

Le niveau de preuve d'une étude est sa capacité à répondre à une question posée.

Tableau 3 : Classification générale du niveau de preuve d'une étude

Niveau de preuve	Description
Fort	- Protocole adapté pour répondre au mieux à la question donnée - Réalisé sans biais majeur - Analyse statistique adaptée aux objectifs - Puissance suffisante
Intermédiaire	- Protocole adapté pour répondre au mieux à la question donnée - Puissance nettement insuffisante (effectif insuffisante ou puissance à postériori insuffisante) - Et/ou anomalies mineures
Faible	Autre type d'études

2.2.2 Grade des recommandations

En 2000, l'ANAES (agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé) publie un guide d'analyse littéraire avec une gradation des différents niveaux de preuve pour un article scientifique.

Tableau 4 : Grade des recommandations

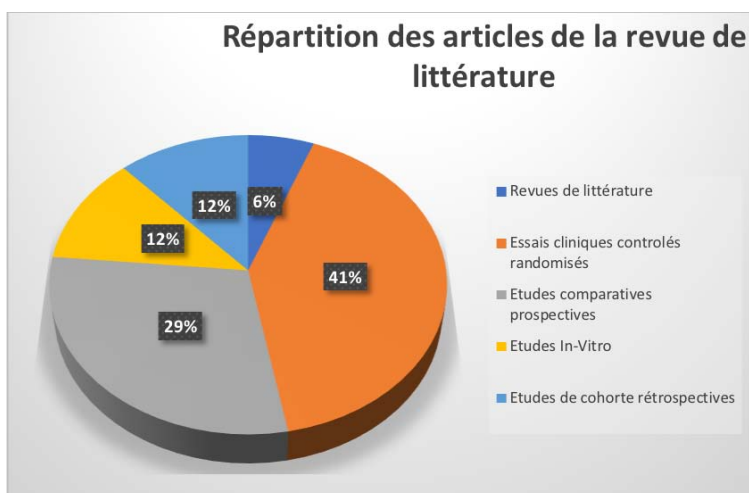
Grade des recommandations	Niveau de preuve scientifique fourni par la littérature
A Preuve scientifique établie	Niveau 1 - Essais comparatifs randomisés de forte puissance - Méta-analyse d'essais comparatifs randomisés - Analyse de décision fondée sur des études bien menées
B Présomption scientifique	Niveau 2 - Essais comparatifs randomisés de faible puissance - Études comparatives non randomisées bien menées - Études de cohorte
C	Niveau 3 - Études cas-témoins

Faible niveau de preuve scientifique	Niveau 4 - Études comparatives comportant des biais importants - Études rétrospectives - Série de cas - Études épidémiologiques descriptives (transversal et longitudinale)
--------------------------------------	--

2.2.3 Niveau de preuve des études retenues

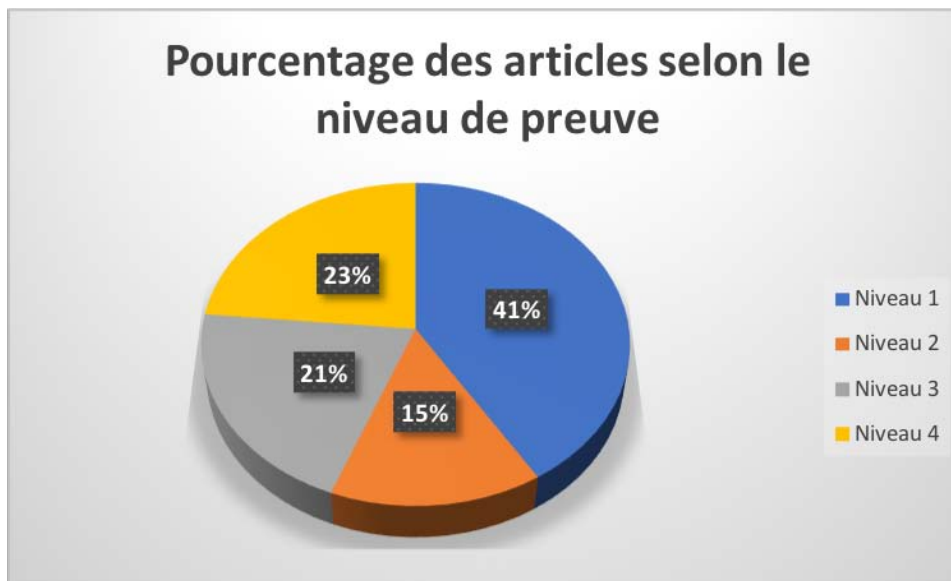
Parmi les 34 articles analysés on retrouve :

- 2 revues systématiques
- 14 Essais cliniques contrôlés Randomisés
- 10 études comparatives prospectives
- 4 études in-vitro
- 4 cohortes rétrospectives.



Niveau de preuves des articles :

- Niveau 1 : 14 articles
- Niveau 2 : 5 articles
- Niveau 3 : 7 articles
- Niveau 4 : 8 articles



Thème	Auteur	Type d'étude	Année	Niveau de preuve
Couronne Unitaire	ROSSI et al (95)	RCT	2015	1
	FELICE et al (82)	RCT	2016	1
	PIERI et al (92)	Étude clinique prospective	2012	3
Implants courts (4-5-6mm) VS implants longs + sinus lift	ESPOSITO et al (78)	RCT	2016	1
	PISTILLI et al (79)	RCT	2013	1
	ESPOSITO et al (80)	RCT	2014	1
	PISTILLI et al (77)	RCT	2013	1
	FELICE et al (81)	RCT	2015	1
	THOMA et al (98)	Revue Systématique	2015	1
	NISAND et al (99)	Revue Systématique	2015	1
Couronne unitaire supporté Implant court Vs Implant standard + sinus lift	GULJE et al (100)	RCT	2014	2
	SCHINCAGLIA et al (97,101)	RCT	2015	1 1
	BECHARA et al (89)	RCT	2016	1
	POHL et al (88)	RCT	2017	1

Stress péri-implantaire	PIMENTEL et al (102)	Analyse Photo élastique comparative in vitro	2017	3
	MORIWAKI et al (65)	Étude 3D par méthode des éléments finis	2016	4
Couronnes jumelées à la mandibule	SLOTTE et al (83)	Étude Clinique prospective multicentrique	2014	3
Couronnes Jumelées ou Bridge (3éléments)	ROSSI et al (84)	Étude clinique prospective	2017	3
Implants courts Vs Implants standards (Prothèse fixée unitaire, plurale)	MALMSTROM et al (86)	Étude clinique prospective	2015	2
Implant court Vs Implant standard + élévation sinusienne par ostéotomie (Summers)	ZHANG et al (87)	RCT	2017	1
Taux de succès implants 6 à 9mm associés à ostéotomie trans-alvéolaire	FUGAZZOTTO (69)	Étude prospective	2017	3
Contraintes péri-implantaires couronnes jumelées ou non	YILMAZ et al (103)	Étude in vitro	2011	4
Influence rapport couronne/implant, couronnes jumelées ou non	ROKNI et al (5)	Cohorte rétrospective	2005	4
Influence rapport couronne/implant	SCHULTE et al (104)	Cohorte rétrospective	2007	4
	BIRDI et al (105)	Cohorte rétrospective	2010	4
Stabilité primaire implants courts Vs standards	OLIVEIRA et al (90)	Étude in vitro	2016	4
Taux survie/succès implants courts vs implants standards	MALCHIODI et al (106)	Étude prospective	2017	3
	ARLIN et al (107)	Étude observationnelle	2006	4

Implants courts associés à implants longs supportant overdenture	VON ASSCHE et al (94)	Étude comparative prospective	2011	3
Densité osseuse péri-implantaire	SAHRMANN et al (91)	RCT	2017	2
Liquide cervical péri-implantaire	ALAN et al (96)	Étude comparative prospective	2015	2
Implants courts vs Implants standards	CALVO-GUIRADO et al (93)	Étude comparative prospective	2016	2
Taux survie implants courts	URDANETA et al (108)	Cohorte rétrospective	2012	4

Tableau 5 : Tableau récapitulatif des études selon le thème, l'auteur, l'année et le niveau de preuve

3 INDICATIONS A LA POSE D'IMPLANTS COURTS

3.1 Préambule

Initialement, les implants de large diamètre furent utilisés comme l'alternative terminale à un manque de stabilité primaire dans un site à implanter ovalisé et associé à un os de faible densité (type IV), ou en cas d'échec d'ostéo-intégration d'implants standard immédiatement remplacés.

Il existe désormais de nouvelles indications à la pose d'implants courts :

- État de santé générale du patient
- Pathologies systémiques
- Prises médicamenteuses
- Conditions orales locales contre-indiquant les chirurgies de régénération osseuse verticale, ou une latéralisation du NAI à la mandibule, et/ou un comblement sinusien maxillaire
- Alternative de choix aux chirurgies régénératrices avec une possible augmentation de complications (précoces ou tardives)
- Situation d'échec de thérapeutique de régénération tissulaire

3.2 Volume osseux insuffisant et fiabilité des techniques de reconstruction osseuses

La pose d'implants standards, dans les secteurs postérieurs maxillaires et mandibulaires, est parfois limitée et ou compliquée par la présence de structures anatomiques associées à des résorptions osseuses sévères.

Comme vu précédemment, CAWOOD et HOWELL (11), ont défini l'importance du volume osseux alvéolaire résiduel en fonction de la présence/absence de dents et son évolution selon l'ancienneté de l'édentement.

Par ailleurs il existe une classification générale des atrophies osseuses en fonction du type de déficit et de leur localisation.

Les implants courts trouvent leurs indications dans les déficits qui vont suivre :

- Atrophies sectorielles postérieures de type A : hyper-pneumatisation du sinus (maxillaire uniquement)

- o Distance inter-arcade normale
- o Hauteur de la crête alvéolaire comprise entre 5 et 8mm
- o Épaisseur de la crête alvéolaire de 6mm ou plus

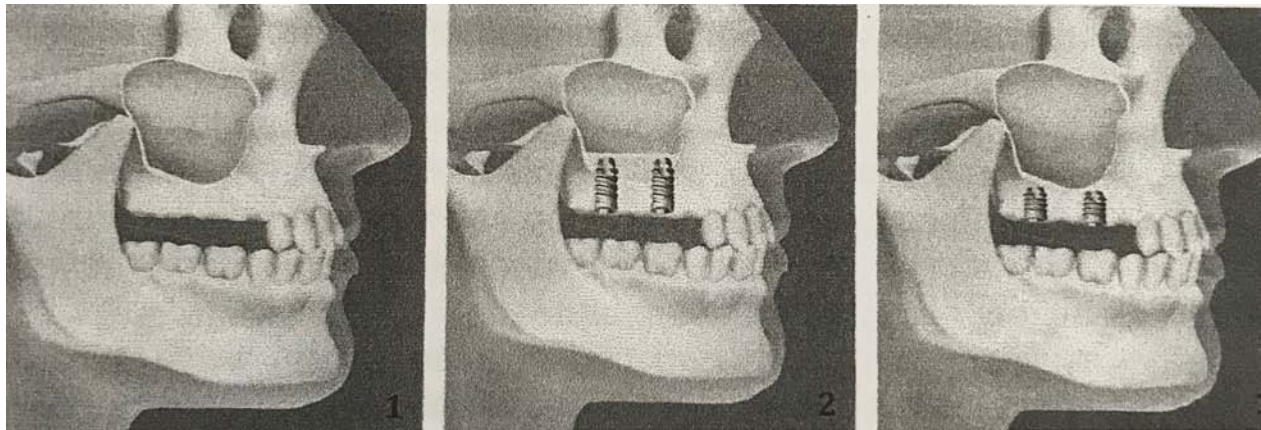


Figure 29 : Atrophie sectorielle de type A

- Atrophies sectorielles de type C : déficit vertical (maxillaire ou mandibulaire)
 - o Distance inter-arcade augmentée
 - o Hauteur de la crête alvéolaire inférieure ou égale à 5mm (maxillaire)
 - o Distance entre la crête osseuse et le NAI inférieure à 8mm
 - o Épaisseur de la crête alvéolaire supérieure ou égale à 6mm.

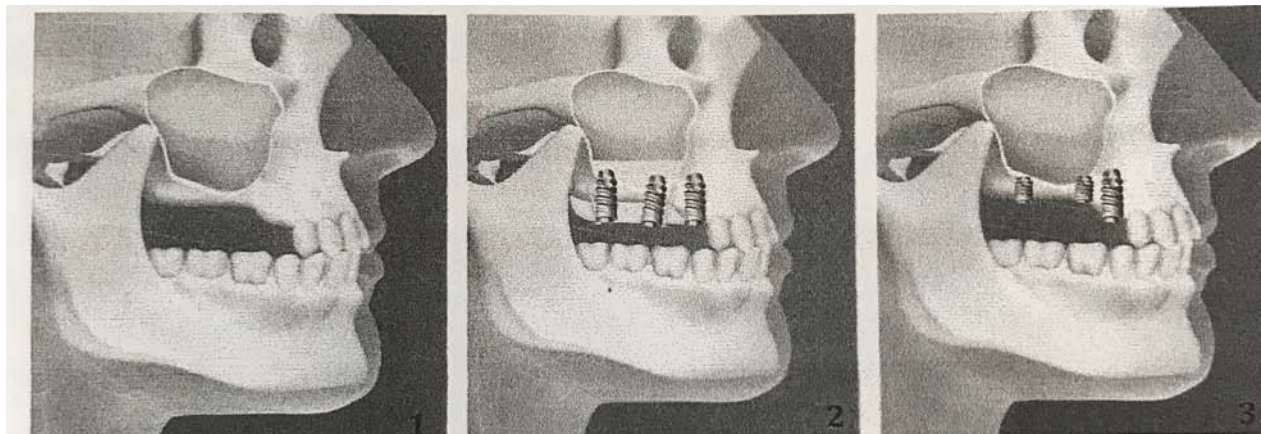


Figure 30 : Atrophie sectorielle de type C

En cas de résorption très avancée, les implants courts sont une solution de choix et présentent certains avantages par rapport aux techniques chirurgicales avancées.

Ils permettent notamment d'éviter de léser les structures anatomiques adjacentes (sinus maxillaire, Nerf Alvéolaire inférieur, foramen mentonnier). En effet, il est admis qu'il est nécessaire de laisser au moins 2mm entre l'implant et le nerf alvéolaire inférieur sans quoi des troubles de sensibilité peuvent apparaître. (28)

3.2.1 Hauteurs osseuses résiduelles nécessaire dans la littérature

Tableau 6 : Hauteurs osseuses résiduelles nécessaires dans la littérature

Auteur, Type d'étude, année, référence bibliographique	Type d'implant Localisation Hauteur osseuse résiduelle.
PISTILLI et al, RCT, 2013 (77)	Implants de 5 x 5mm Maxillaire : 4-6mm d'os sous le sinus Mandibule : 5-7mm d'os résiduel au-dessus du NAI
ESPOSITO et al, RCT, 2016 (78)	Implants 4 x 4 mm Maxillaire : 4-5mm d'os sous le sinus Mandibule : 5-6mm d'os résiduel au-dessus du NAI
PISTILLI et al, RCT, 2013 (79)	Implants 6 x 4mm Maxillaire : 5-7 mm d'os sous le sinus Mandibule : 5-7mm d'os au-dessus du canal mandibulaire (1mm d'implant qui rentre dans le canal ???)
ESPOSITO et al, RCT, 2014 (80)	Implants 5 x 6mm Maxillaire : 4-6mm d'os sous le sinus Mandibule : 5-7 mm d'os résiduel au-dessus du NAI
FELICE et al, RCT, 2015 (81)	Implants 5 x 6 mm Maxillaire : 5-7 mm de hauteur crestale résiduelle et 7mm d'épaisseur sous le sinus maxillaire
PIERI et al, étude clinique prospective, 2012 (92)	Implants 6 x 4mm Mandibule : 7-8mm au-dessus du NAI
GULJE et al, RCT, 2014 (100)	Implants 6 x 4 mm Maxillaire : 6-8mm d'os résiduel (sous le sinus) en secteur prémolaire ou molaire
SCHINCAGLIA et al, RCT, 2015 (101)(88,97)	Implants de 6 x 4 mm Maxillaire : 5-7mm d'os sous le sinus

ARLIN et al, étude observationnelle, 2006 (107)	Implants de 6mm Hauteur osseuse résiduelle : 7 à 11mm
ZHANG et al, 2017, RCT, (87)	Implants 6 x 4mm Hauteur osseuse résiduelle au maxillaire supérieur : 6 à 8mm

Au maxillaire, on observe que les hauteurs d'os résiduelle sont voisines de la taille de l'implant à plus ou moins 1 mm, ce qui se traduit par un dépassement accepté de l'implant de 1 mm dans le sinus.

Pour un implant de 4 et 5 mm de long, une hauteur osseuse résiduelle minimale de 4 mm sous le sinus semble être requise. Pour les Implants de 6mm, 5 mm d'os résiduel minimum.

A la mandibule, les auteurs semblent accepter une distance implant/nerf alvéolaire inférieur de 1mm minimum. Cependant 2 études semblent accepter une distance Implant/nerf égale à zéro, ce qui risque de léser le nerf (77,79,80) et entraîner une dysésthésie/paresthésie/hypoesthésie/hyperesthésie/anesthésie labio-mentonnière.

Implants de 4 mm : 5mm minimum au-dessus de NAI

Implants de 5mm : 6 mm minimum au-dessus du NAI

Implants de 6 mm : 7 mm minimum au-dessus du NAI

Par ailleurs 1 mm d'os résiduel péri implantaire est nécessaire afin de garantir une bonne vascularisation osseuse.

3.2.2 Techniques d'augmentations du volume osseux, avantages, inconvénients et taux de succès

Tableau 7 : Techniques d'augmentation du niveau osseux, avantages, inconvénients et taux de succès

<u>SINUS LIFT</u>	
<u>Avantages</u>	- Augmentation de la hauteur osseuse - Augmentation de la stabilité implantaire
<u>Inconvénients</u>	- Suites chirurgicales parfois importantes - Ne préserve pas l'intégrité sinusienne

	- Absence de maladie systémique nécessaire : mucocèle, sinusite chronique, polypes... - Risque de perforation de la membrane sinusienne et saignement important - Risque infectieux, risque de sinusite aigüe et chronique, exposition du greffon osseux ou de la membrane, aspergillose (109) - Antibioprophylaxie étendue parfois nécessaire - Coût - Intervention longue
<u>Taux de succès</u>	- 100% selon les auteurs - Taux d'échecs chirurgicaux : 3% Voie latérale - Taux de survie implantaire : >90% pour la majorité des auteurs - Taux de succès implantaire : 75 à 100% Voie trans-alvéolaire - Taux de survie implantaire 96% ; 96% sans greffe osseuse et de 94,8% à 97,8% avec greffe os autogène ; 99% avec greffe os bovin. (77–79)(78–80) (110) (111) (79–81)(101–103)(102–104)(103–105)(104–106)(105–107)(111–113)(109–111)(108–110)(107–109)(106–108)(105–107)(104–106)(103–105)(105–107)(106–108)
<u>OSTEOTOMIE</u>	
<u>Avantages</u>	- Augmentation de la hauteur osseuse - Moins invasif que le sinus lift - Préserve l'intégrité sinusienne - Permet le placement d'implants « standard » - Technique qui s'adapte facilement à la densité osseuse
<u>Inconvénients</u>	- Réalisation délicate car absence de sensation tactile - Risque de perforation de la membrane sinusienne
<u>Taux de succès</u>	- Taux de survie 67 à 95 % pour des implants placés dans un 2nd temps à la chirurgie - Taux de survie de 79 à 95% pour des implants placés pendant la reconstruction osseuse. - Taux de survie inférieur pour des implants usinés (85%) comparés à ceux avec des surfaces rugueuses (90%) (110)
<u>GREFFES AUTOGENES</u>	
<u>Avantages</u>	- Gold standard pour les greffes osseuses - Comblement d'un déficit osseux horizontal ou vertical

<u>Inconvénients</u>	- 2 sites opératoires, - Chirurgie très invasive - Morbidité au niveau du site de prélèvement - Potentiel de régénération osseux inférieur chez les patients âgés, - Déficit osseux du site receveur généralement non adapté - Nécessité de recevoir une anesthésie générale si le site de prélèvement est extra-oral - Temps de traitement long - Coût
<u>Taux de succès</u>	En 2009, CHIAPASCO et al (110), ont mis en évidence : - Taux de survie implantaire de 91,1% pour des implants placés simultanément à la greffe - 9% d'échec avec un greffon pariétal pour une résorption de 0 à 15% en volume avec un risque de séquelles neurologiques possible - 17,5% d'échec avec un greffon iliaque pour une résorption de 12 à 60% en volume - 8,5 à 20% d'échec avec un greffon intra-oral pour une résorption de 0 à 50% en volume. - Survie implantaire 87%, Survie implantaire au maxillaire 79,5% et 94,8% à la mandibule.
<u>DISTRACTION OSSEUSE</u>	
<u>Avantages</u>	- Régénération simultanée d'os et de tissus mous - Durée de traitement raccourcie par rapport aux techniques de greffes conventionnelles
<u>Inconvénients</u>	- Croissance osseuse monodirectionnelle - Épaisseur du segment osseux distracté pas toujours satisfaisant - Nécessité fréquente de l'associer à une greffe, qu'elle soit osseuse ou gingivale. - Anesthésie générale parfois nécessaire - Traitement long - Risque d'infection avec le risque d'avoir une perte osseuse supérieure à la perte initiale
<u>Taux de succès</u>	- Survie implantaire : 97% d'après CHAPOTAT en 2003 (114) - Taux d'échecs chirurgicaux importants - Taux de survie 96% (88 à 100%) et taux de succès 99% (110)
<u>BONE SPLITTING</u>	
<u>Avantages</u>	- Augmentation en largeur du site implantaire jusqu'à 7mm - Peu invasives - Principe de cicatrisation osseuse de type fracture - Implantation dans la séance réalisable
<u>Inconvénients</u>	- Risque fracture du volet vestibulaire - Impossible de maintenir l'implant stable dans un axe idéal

	- Edentement unitaire encastré de petite étendue uniquement (115)
<u>Taux de succès</u>	- 91% à 97% de survie implantaire et Taux de succès de 86 à 98 %. - taux d'échecs chirurgicaux faibles, 98 à 100% de succès thérapeutique (110)
<u>LATERALISATION DU NERF ALVEOLAIRE INFERIEUR</u>	
<u>Avantages</u>	- Augmentation hauteur pour la pose de l'implant
<u>Inconvénients</u>	- Accès difficile du site opératoire - Risque de perte définitive de sensibilité en cas de section du tronc nerveux - Séquelles sensibles très fréquentes - Risque de fracture mandibulaire - Exceptionnel
<u>Taux de succès</u>	- Altération de la sensibilité labio-mentonnaire dans 52% des cas - Taux de normalisation de la sensibilité de 94% après 18 mois (28)

Après avoir analysé les articles concernant les reconstructions osseuses à la mandibule ou au maxillaire, il en ressort que ces actes impliquent des risques chirurgicaux non négligeables et des pertes implantaires à distance supérieures à celles qui se produisent dans un os natif. Par ailleurs, on constate qu'ils compliquent fortement l'acte chirurgical, entraînent une augmentation importante du cout et sont associés à des suites post-opératoires parfois compliquées.

3.3 Position des dents adjacentes à l'édentement

Les implants courts sont parfois utilisés dans le cas d'un édentement encastré afin de préserver les racines des dents adjacentes dans le cas où celle-ci sont convergentes avec un espace inter-apex <5mm et ainsi éviter de réaliser un traitement orthodontique (cas d'agénésies par exemple).(28,37)

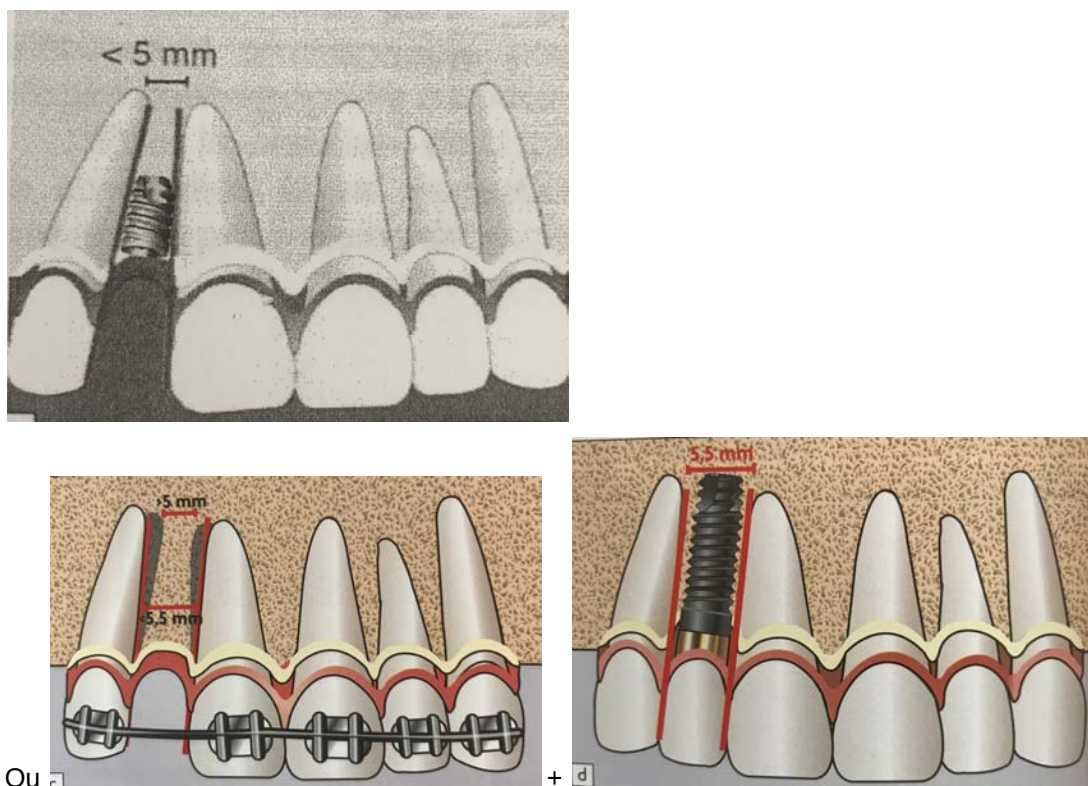


Figure 31 : Schémas qui illustrent le positionnement d'un implant avec (c+d) ou sans traitement orthodontique préalable en cas de manque d'espace

3.4 Environnement Buccal

Une ouverture buccale limitée entraîne une diminution de l'espace de travail disponible, dans les secteurs postérieurs essentiellement. La distance inter-arcade étant diminuée, l'utilisation des contre-angles, des forets, et l'insertion de l'implant dans la loge est plus compliquée.

Les implants courts peuvent faciliter l'acte chirurgical dans ce cas de figure, et ainsi lever la contre-indication à la pose d'un implant « standard ». (28)

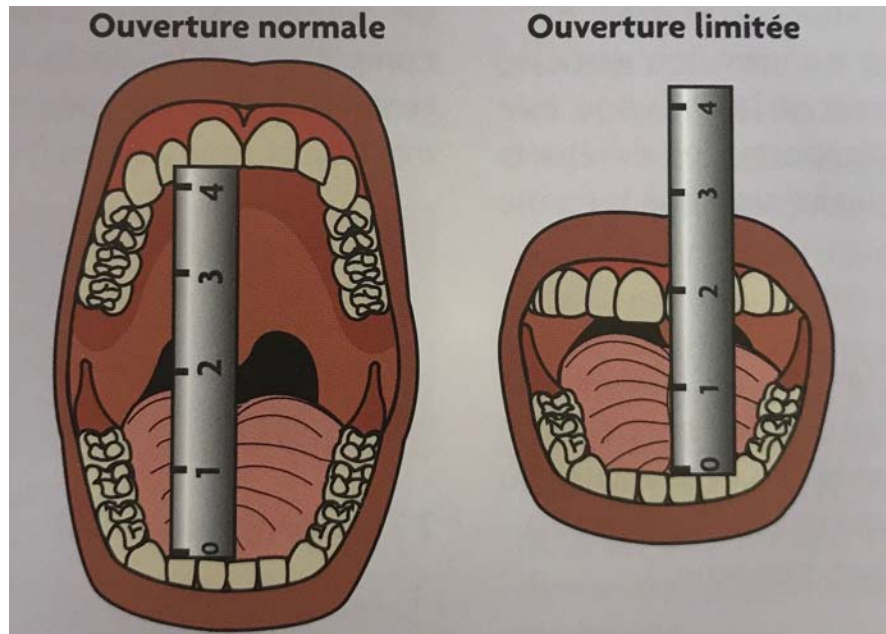


Figure 32 : Mesure de l'ouverture buccale (28)

3.5 Indications liées au patient

Les implants courts permettent de proposer une solution thérapeutique alternative aux implants standards associés à une augmentation du volume osseux.

Cette solution thérapeutique est :

- Moins invasive
- Moins traumatisante
- Moins couteuse
- Moins longue
- Moins compliquée

Dans notre métier, il est nécessaire de s'adapter aux demandes du patient et d'accepter leur refus concernant certaines thérapeutiques.

Certains patients préféreront éviter la chirurgie, la greffe osseuse pour des raisons qui leurs sont propre. On doit alors d'adapter et proposer une solution alternative et fiable.

Dans ce cas, la solution des implants courts semble être une solution de choix car sa conception et sa réalisation sont plus simples, plus prévisible dans ses résultats avec un risque d'échec a priori inférieur.

3.5.1 Complications liées à la chirurgie

Plusieurs auteurs ont mis en évidence dans leurs études que la pose d'implants courts était moins traumatisante et moins invasive que la pose d'implants plus longs dans un site ayant subi une augmentation osseuse.

La pose d'implants courts est moins invasive par le simple fait qu'il n'y a qu'un seul acte opératoire et non deux comme c'est le cas avec une augmentation osseuse.

De plus les thérapeutiques pré-implantaires peuvent entraîner un certain nombre de complications post-opératoires telle que :

- Œdème
- Saignement
- Douleur
- Infection
- Fuite du greffon



Figure 33 : Photo d'un patient avec tuméfaction, ecchymoses, hématomes à J+7 post greffe osseuse et sinus lift (113)



Figure 34 : Photo d'un hématome à J+7 d'un prélèvement osseux en région rétro-molaire gauche (116)

Tableau 8 : complications liées à une chirurgie pré-implantaire

Auteur, Type d'étude, Année et référence bibliographique	Nombre de patients Techniques Chirurgicales d'augmentation osseuse	Types d'implants (Longueur x largeur)	Taux de complication
PISTILLI et al RCT 2013 (77)	80 patients 40 maxillaire 40 mandibule Maxillaire : Sinus lift latéral + comblement avec de l'os porcin et membrane résorbable. Mandibule : Croissance verticale par mise en place de blocs d'os bovin + membrane résorbable.	Implants courts : 5 x 5mm Implants longs : 10 x 4mm	<u>Maxillaire :</u> 5 patients greffés vs 0 non greffés Taux de complication statistiquement supérieur dans les sites greffés comparé aux sites non greffés P=0,047, Différence : -0,25, IC 95% : -0,44 - -0,06 <u>Mandibule :</u> 17 patients greffés vs 8 non greffés Taux de complication statistiquement supérieur dans les sites greffés comparé aux sites non greffés P=0,0079, Différence : -0,45, IC 95% : -0,67 - -0,15
ESPOSITO et al	80 patients	Implants courts : 4	<u>Implants courts :</u>

RCT 2016 (78)	40 maxillaire 40 mandibule Maxillaire : Sinus lift latéral + comblement avec de l'os porcin et membrane résorbable. Mandibule : Croissance verticale par mise en place de blocs d'os bovin + membrane résorbable.	x4 mm Implants longs : 10 x 4 mm	1 patient à la mandibule et 3 patients au maxillaire <u>Implants 10mm</u> : 9 patients à la mandibule et 8 patients avec un sinus lift. Taux de complications significativement différent à la mandibule entre les 2 groupes P (test χ^2) = 0.003 Différence de proportion = 0.40 95% CI : 0.16 - 0.64 Pas de différence en ce qui concerne le maxillaire P (test du χ^2) = 0.077 Différence de proportion = 0.25 95% CI : - 0.02 - 0.52
PISTILLI et al RCT 2013 (79)	40 patients 20 mandibules 20 maxillaire Maxillaire : Sinus lift latéral + comblement avec de l'os porcin et membrane résorbable. Mandibule : Croissance verticale par mise en place de blocs d'os bovin + membrane résorbable.	Implants courts 6 x 4mm Implants longs : 10 x 4mm	14 complications chez 12 patients avec une augmentation osseuse vs aucun avec des implants courts. Différence statistiquement significative à la mandibule (P= 0,0078) mais pas au maxillaire (P=0,125)

SCHINCAGLIA et al RCT 2016 (101)	101 patients Maxillaire uniquement Sinus lift	Implants courts 6 x 4mm Implants longs : 11-15 x 4mm	Morbidité du traitement augmenté par l'intervention à court terme (7-14 jours) pour les 2 thérapeutiques. Cependant la thérapeutique d'augmentation sinusienne affecte la qualité de vie du patient. Effets secondaires : Plus nombreux dans le groupe ayant subi la greffe
BECHARA et al RCT 2016 (89)	53 patients 90 implants 45 courts 45 longs Maxillaire uniquement Sinus lift par voie latérale	Implants courts 6 x 4-8mm Implants longs : 10-15 x 4-8mm	Pas de complications dans le groupe des implants courts. <u>Implants longs :</u> 19 complications biologiques (3 saignements peropératoire et 15 œdèmes post-op, 1 sinusite chronique qui a entraînée l'échec implantaire de 2 implants). Différence statistiquement significative des complications biologiques entre les 2 groupes en défaveur du groupe des implants longs (saignement peropératoire p=0,049 ; œdème post op p<0,0001).
THOMA et al 2015 Revue systématique (98)	Maxillaire Sinus lift	Implants ≤6mm	Complications principalement biologiques qui surviennent majoritairement pendant l'intervention pour les implants longs (perforation de la membrane pendant le sinus lift).
ZHANG et al, 2017, RCT, (87)	56 patients, 3 groupes Élévation sinusienne par ostéotomie (OSFE°	Implants de 6mm Implants de 8 mm combiné a une élévation sinusienne par ostéotomie Implants 10 mm + OSFE	L'échelle visuelle analogique qui reflète la satisfaction des patients concernant les vibrations pendant la chirurgie sont significativement supérieurs dans le groupe 1 comparé au groupe 3, ce qui reflète un certain inconfort due aux vibrations pendant l'ostéomie.

Dans les cas de pose d'implants longs réalisables sans chirurgie préalable, le taux de complications lié à la chirurgie ne diffère pas entre les implants courts et longs.

Les auteurs trouvent un taux de complication supérieur pour les sites greffés que ce soit à la mandibule ou au maxillaire, même si au maxillaire dans certaines études, ils ne trouvent pas de différence statistiquement significative entre les groupes (79,82)

L'augmentation de la morbidité liée à une augmentation osseuse semble être en faveur des implants courts, car ils évitent notamment pour des patients âgés, ou fatigués de subir des complications post-opératoires supplémentaires.

3.5.2 Thérapeutique moins longue et moins couteuse

Tableau 9 : comparaison du cout et du temps d'intervention selon la technique utilisée

Auteur, Année, Type d'étude, référence bibliographique	Cout	Temps d'intervention
SCHINCAGLIA et al 2016 RCT (101)	<u>Prix moyen (chirurgie uniquement) :</u> Groupe 1 : 941 € Groupe 2 : 1946 €. Ratio (implants courts/élévation sinusienne) varie de 43 à 54%. <u>Différence statistiquement significative avec un cout inférieur pour les implants courts.</u>	<u>Temps de la chirurgie/implant :</u> Groupe 1 : Temps moyen de 52,6 minutes Groupe 2 : Temps moyen : 74,6 minutes (augmentation de 50 % en moyenne). <u>Différence entre les 2 groupes statistiquement significative avec un temps de chirurgie bien moindre dans le groupe 1.</u>

BECHARA et al 2016 RCT (89)	Pour 1 implant, limité à la chirurgie : Implant court : 700€ Implant long : 1700€ Ratio (implant court/élévation sinus + implants long) 52% Prix d'intervention doublé par l'augmentation sinusienne. Différence statistiquement significative entre les 2 groupes ($p < 0,0001$), prix inférieur pour les implants courts.	Implants courts : $19,1 \pm 7,1$ minutes / implant Implants longs + élévation sinusienne : $32,2 \pm 8,5$ mn. Ratio (implant court/élévation sinus + implants long) 59%. <u>Temps de traitement quasiment doublé.</u> Différence entre les 2 groupes statistiquement significative ($p < 0,0001$), temps inférieur pour les implants courts.
THOMA et al 2015 Revue systématique (98)		<u>Temps d'intervention 3 fois plus long pour un implant long placé dans un sinus avec une augmentation de hauteur comparé à la pose d'un implant court.</u>
NISAND et al 2015 Revue systématique (99)	Augmentation du coût du traitement quand on réalise une augmentation sinusienne	<u>Augmentation du temps de traitement quand on réalise une augmentation sinusienne</u>

L'ensemble des études concluent à une augmentation du temps de traitement et une augmentation du coût.

Par ailleurs, dans le cas où la pose d'un implant standard nécessite un traitement orthodontique préalable, on observe un gain de temps et de coût non négligeable. Cependant aucune étude n'a été réalisée à ce sujet.

3.5.3 Satisfaction des patients

Tableau 10 : Satisfaction des patients selon la thérapeutique

Auteur, Année, Type d'étude, référence bibliographique	Type d'intervention Satisfaction des patients
FELICE, RCT, 2015, (81)	Implants courts vs implants longs + sinus lift 10/10 des patients sont entièrement satisfait pour les implants courts 7/10 des patients sont entièrement satisfait pour les implants longs Différence entre les groupes statistiquement non significative (p=0,067) <u>L'ensemble des patients sont satisfait concernant l'esthétique</u>
GULJE, RCT, 2014, (100)	Implants courts Vs implants longs + sinus lift <u>Satisfaction élevée des patients dans les 2 groupes</u>
BECHARA, RCT, 2016, (89)	Implants courts vs implants longs + sinus lift <u>Fonction implantaire :</u> Patients très satisfaits dans les 2 groupes (90,6% pour les implants courts et 85% pour les longs), le reste des patients étaient satisfait, aucun non satisfait par le traitement réalisé. <u>Pas de différence statistiquement significative entre les groupes concernant la satisfaction en rapport avec la fonction.</u> <u>Esthétique :</u> aucun patient non satisfait, très satisfait (implants courts : 84,4% et 75% pour les implants longs) <u>Pas de différence statistiquement significative entre les groupes concernant la satisfaction esthétique, l'entretien (93,8% et 90% de satisfaction pour les implants courts et longs respectivement), leurs attentes (90,6% et 85% pour les implants courts et longs respectivement).</u> 90,6% et 85% des patients, pour les implants courts et longs respectivement, seraient prêts à refaire le même traitement et à le recommander à la famille ou à des amis. <u>Pas de différence statistiquement significative entre les groupes concernant la satisfaction globale.</u> Patients du groupe test entièrement satisfait du prix à 84,4% contre 55% dans le groupe contrôle. Pas de patients non satisfaits. <u>Perception du coût du traitement statistiquement différente entre les 2 groupes (p=0,03)</u>

Les études nous montrent que la satisfaction en ce qui concerne la fonction implantaire, l'esthétique, leurs attentes et la satisfaction globale n'est pas différente entre les implants courts et des implants longs associés à une augmentation osseuse (81,89,100)
Cependant, la perception du cout de traitement est statiquement différente entre les groupes(89)

3.6 Influence de la longueur de l'implant et du type de couronne sur l'environnement péri-implantaire

3.6.1 Perte osseuse marginale péri-implantaire selon la longueur de l'implant le type de restauration et le rapport couronne/implant

Tableau 11 : Perte osseuse marginale péri-implantaire selon la longueur de l'implant le type de restauration et le rapport couronne/implant

Auteur, Année, Type d'étude, référence bibliographique	Type d'implants Type de restauration, Rapport couronne/Implant Perte osseuse péri-implantaire
ROSSI et al, 2015, RCT, (95)	Couronnes unitaires Implants de 6 x 4,1mm et 10 x 4,1mm Rapport couronne/implant : Groupe test : 1,49 en moyenne le jour de la pose et ensuite 1,55 durant les 5ans. Groupe témoin : 0,95 en moyenne du jour de la pose à la fin de l'étude. Perte osseuse péri-implantaire : Implants courts : pendant la période d'ostéo-intégration : - 0,38mm A 5 ans : -0,14mm Implants longs : pendant la période d'ostéo-intégration : -0,36mm A 5 ans : -0,18mm Pas de différence statistiquement significative entre les groupes. Cependant la perte osseuse maximale pendant la période d'ostéo-intégration.

PISTILLI et al, 2013, RCT, (77)	Couronnes unitaires jumelées ou bridges sur Prémolaires et molaires, maxillaires et mandibulaires (couronnes trans-vissées céramo-métal ou zircone) Implants de 5 x 5mm et implants de 10 x 5 mm Mandibule : - Implants courts : -0,94mm - Implants longs : -1,03mm <u>Pas de différence statistiquement significative sur la perte osseuse péri implantaire mandibulaire à 1 an</u> (différence -0.09 mm ; 95% CI -0.26 à 0.08, P = 0.295) Maxillaire - Implants courts : -0,87mm - Implants longs : -1,15mm <u>Pas de différence statistiquement significative sur la perte osseuse péri implantaire maxillaire à 1 an</u> (différence : -0.28 mm ; 95% CI -0.56 à 0.01, P = 0.051).
ESPOSITO et al, 2016, RCT, (78)	Couronnes unitaires ou jumelées (2 à 4 éléments) avec parfois cantilever mésial sur des prémolaires et molaires maxillaires et mandibulaires (couronnes trans-vissées composite) Implants 4 x 4mm et implants 10 x 4/4,5mm Mandibule : - Implants courts : -0,4mm - Implants longs : -0,58mm Maxillaire : - Implants courts : -0,48mm - Implants longs : -0,5mm <u>Perte osseuse marginale significativement différente entre les 2 groupes à la mandibule</u> (différence moyenne : -0.12 mm, 95% CI : -0.20 - -0.04, P (ANCOVA) = 0.006) <u>Pas de différence significative au maxillaire</u> (différence moyenne : -0.02 mm, 95% CI : -0.10 to 0.07, P (ANCOVA) = 0.711)
PISTILLI et al, 2013, RCT, (79)	Couronne unitaire ou jumelées (2 à 3 éléments), avec parfois un cantilever mésial, sur des prémolaires et molaires maxillaires et mandibulaires (couronne définitive céramo-métallique) Implants 6 x 4 mm et Implants 10 x 4 mm Mandibule : - Implants courts : 1,05 mm - Implants longs : 1,07 mm Maxillaire : - Implants courts : 1,02 mm

	- Implants longs : 1,09 mm <u>Différence de perte osseuse statistiquement non significative au maxillaire et à la mandibule entre les 2 types d'implants.</u> (Mandibules : n = 18 ; différence moyenne : -0.02 mm ; 95% CI -0.16 à 0.12, P = 0.7384 ; maxillaire : n = 20 ; différence moyenne : -0.07 mm ; 95% CI -0.18 à 0.05 ; P = 0.2547).
ESPOSITO et al, 2014, RCT, (80)	Couronnes unitaires ou jumelées sur prémolaires et molaires maxillaires et mandibulaires. Implants de 5 x 6 mm et 10 x 6 mm Mandibule : - Implants courts : 1,44mm - Implants longs : 1,63mm <u>Différence statistiquement non significative entre les 2 types d'implants à la mandibule</u> (P=0.059, différence = 0.24 mm ; 95% CI -0.01 à 0.49) Maxillaire : - Implants courts : 1,02mm - Implants longs : 1,54mm <u>Différence statistiquement significative entre les 2 types d'implants au maxillaire à 3 ans</u> (différence = 0.41 mm ; 95% CI 0.21, 0.60, P = 0.001)
FELICE et al, 2015, RCT, (81)	Couronnes unitaires sur prémolaire et molaire maxillaires Implants de 5 x 6mm et Implants de 10 x 4mm Implants courts : $0,7 \pm 0,19$mm Implants longs : $0,87 \pm 0,21$mm Pas de différence statistiquement significative entre les groupes (différence : -0,17mm ; IC 95% : -0,35 – 0,2 ; p = 0,078)
GULJE et al, 2014, RCT, (100)	Couronnes unitaires sur prémolaire ou molaire maxillaire Implants de 6 et 11mm. Pas de différence significative entre les groupes pour la perte osseuse marginale péri-implantaire ($0,1 \pm 0,3$mm)
SLOTTE et al, 2014, étude clinique prospective multicentrique, (83)	Implants de 4mm supportant 3 ou 4 prothèses fixées jumelées. A 1 an : -0,44mm A 2 ans : -0,57mm A 3ans : -0,55mm A 5ans : -0,53mm Pas de changement du niveau osseux marginal après 1 an.

MALMSTROM et al, étude comparative prospective, 2015, (86)	Implants de 6, 8 et 11 mm supportant des couronnes unitaires ou des bridges au maxillaire ou à la mandibule. <u>Perte osseuse moyenne</u> <u>Pas de différence statistiquement significative entre les groupes.</u> A 24 mois : - 0,45mm pour les implants de 6mm - 0,55mm pour les 8mm - 0,65mm pour les 11mm.
FELICE et al, 2016, RCT, (82)	Prothèses partielles/couronnes unitaires Implants de 4 x 4mm et 8,5 x 4mm Implants courts : 0,53mm en moyenne Implants longs : 0,57mm <u>Pas de différence statistiquement significative pour la perte osseuse péri-implantaire entre les 2 groupes</u> (Différence moyenne = 0.038 mm ; 95% CI : -0.068 à 0.138; P = 0.198)
PIERI et al, 2012, étude clinique prospective, (92)	Prothèses fixées mandibulaires Implants de 6 x 4mm <u>Perte osseuse péri-implantaire</u> stable (0,4±0,23 à 6mois, 0,51±0,38 à 1an, 0,6±0,13 à 2ans) et non affecté par le rapport couronne/implant.
CALVO-GUIRADO et al, Étude clinique comparative prospective, 2016, (93)	Bridge complet mandibulaire sur 6 implants (2 implants standards en zone antérieure et 4 implants courts en zone postérieure) Implants de 4 mm et 10mm Perte osseuse marginale inférieure pour les implants courts mais différence statistiquement non significative.
ROSSI et al, 2017, étude clinique prospective,	Prothèse partielle en résine renforcée par des fibres composites supportée par 2 implants de 6mm de longueur et de diamètre 4,1 ou 4,8mm Perte osseuse moyenne à 5 ans : $0,30 \pm 0,34$mm ; pas de changement statistiquement significatif du niveau osseux entre la 1ère et la 5^{ème} année.
SCHINCAGLIA et al, 2015, RCT, (101)	Couronne unitaire maxillaire postérieure Implants de 6 x 4mm et 11/13/15 x 4mm Entre le placement des implants et la mise en charge ($p < 0,001$) :

	Implants longs : $-0,22 \pm 0,59\text{mm}$ Implants courts : $-0,3 \pm 0,45\text{mm}$ Entre la mise en charge et le contrôle à 1 an : Implants longs : $-0,37 \pm 0,59\text{mm}$ Implants courts : $-0,22 \pm 0,3\text{mm}$ <u>Pas de différence statistiquement significative entre les groupes en ce qui concerne la perte osseuse marginale.</u> Au sein des groupes, on observe une différence statistiquement significative entre la chirurgie et la mise en charge, ainsi qu'entre la mise en charge et le contrôle à 1 an <u>Rapport couronne/racine :</u> Implants longs : $0,99 \pm 0,17\text{mm}$ Implants courts : $1,86 \pm 0,23\text{mm}$ Différence statistiquement significative entre les groupes avec un rapport supérieur pour les implants courts ($p < 0.001$; CI=95% ; -0.96 à -0.83). <u>Pas de corrélation trouvée entre le rapport couronne/implant et la perte osseuse marginale, corrélation statistiquement non significative.</u>
POHL et al, RCT, 2017, (88)	Couronnes unitaires au maxillaire postérieur. Implants de 6 x 4mm et 11/13/15 x 4mm <u>Perte osseuse marginale à 3ans :</u> Implants courts : 0,44mm Implants longs : 0,45mm Perte osseuse marginale statistiquement significative observée dans les 2 groupes (Implants long $-0,43\text{mm} \pm 0,58\text{mm}$; implants courts $-0,44 \pm 0,56\text{mm}$) entre la pose de l'implant et la réévaluation des 3ans, ainsi qu'entre la pose de la couronne et la réévaluation des 3ans pour les implants longs ($-0,25 \pm 0,58\text{mm}$) mais pas pour les courts ($-0,1 \pm 0,54\text{mm}$).
BECHARA et al, RCT, 2016, (89)	Couronnes unitaires ou bridges au maxillaire postérieur. Implants de 6 x 4-8mm et 10/11,5/13/15 x 4-8 mm

	Moyenne perte osseuse péri-implantaire supérieur dans le groupe des implants longs comparativement à celle des implants courts à 1 (0.14 mm vs. 0.21 mm, $P = 0.006$) et 3 ans (0.20 mm vs. 0.27 mm, $P = 0.01$).
ROKNI et al, Cohorte rétrospective, 2005, (5)	Rapport couronne/ implant moyen : 1,5 (0,8 à 3). 78,5% des implants avec ratio [1,1 ; 2,0] Le rapport couronne/implant influence pas le niveau osseux péri-implantaire. Les implants longs ont une perte osseuse marginale supérieure aux implants courts (+0,2mm). Les implants jumelés ont une perte osseuse marginale supérieure aux implants non jumelés (+0,2mm). Différence statistiquement significative pour les 2 groupes.
SCHULTE et al, Cohorte rétrospective, 2007, (72)	Implants BICON qui supportent couronne unitaire Rapport couronne/implant [0,5 à 3] Rapport couronne/implant en place moyen : 1,3 Rapport couronne/implant en échec : 1,4. Les résultats de cette étude suggèrent que les recommandations concernant le rapport couronne/racine pour les dents naturelles ne peuvent être appliquées pour les implants. De plus les rapports couronnes : implants des implants en place ou ayant échoués sont similaires
ALAN et al, étude comparative prospective, 2015, (96)	Implants standards, courts de 6 x 4,2-4,8mm et mini implants. 3 mois après la mise en charge des implants, la perte osseuse marginale est supérieure au maxillaire pour les implants standards (différence statistiquement significative).
MALCHIODI et al, étude comparative prospective, 2017, (106)	Prothèses partielles fixes. Implants de 6, 9 et 11mm La perte osseuse implantaire ne montre pas de différence statistiquement significative entre les différentes longueurs implantaire. Pas de corrélation trouvée entre la longueur implantaire et la résorption osseuse.
VAN ASSCHE et al, étude comparative prospective,	Prothèse complète maxillaire supportée par 6 implants, dont les 2 les plus distaux sont des implants courts Implants courts : 6 x 4,1mm Implants standards : 10-14 x 3,3-4,1mm

2012, (94)	Perte osseuse marginale : A 1 an : Implants courts : 0,7mm Implants longs : 1,3mm A cours de la 2eme année : Implants courts : 0,3mm Implants longs : 0,2mm
BIRDI et al, Cohorte rétrospective, 2010, (105)	194 patients avec au moins 1 implants de 5,6 ou 6mm. 309 implants ont été étudiés supportant une couronne unitaire (molaires (60,5%) et prémolaires (32,7%) ; maxillaires (45%) et mandibulaires (55%)). Temps moyen de suivi : 20,9 mois (15,6 mois à 122,8 mois) Moyenne de hauteur couronne : 13,4 mm. Moyenne du rapport couronne/implant : 2 (0,9 à 3,2). 93 % des implants restaurés ont un rapport couronne/ implant supérieur ou égal à 1,5, et 45% supérieur ou égal à 2. En moyenne le premier contact mésial et distal entre l'os et l'implant mesuré était à -0,2 (0,7) mm et -0,2 (0,9) mm respectivement. Ils concluent que le rapport couronne/implant n'influe pas le succès des implants courts. La moyenne du rapport couronne/implant est de 2, rapport qui serait défavorable pour une dent. Les pertes osseuses mésiales et distales reflètent la bonne santé et la réussite des implants. De plus aucun lien n'a pu être démontré entre le rapport couronne/implant et le niveau osseux marginal péri-implantaire.

La majorité des articles concluent que la longueur implantaire n'influence pas la perte osseuse marginale péri-implantaire, que ce soit au maxillaire ou à la mandibule.

Le rapport couronne/implants, bien qu'il soit augmenté pour les implants courts, n'influence pas la perte osseuse marginale péri-implantaire. Tous les auteurs s'accordent sur ce point.

Ils observent une perte osseuse marginale plus importante pendant la période d'ostéo-intégration.

ESPOSITO en 2016 dans un RCT (78) conclu à une différence de perte osseuse marginale à 4 mois entre les deux types d'implants à la mandibule, en défaveur des implants longs.

ESPOSITO en 2014 dans un RCT (80) conclu à une différence de perte osseuse marginale à 3 ans entre les deux types d'implants au maxillaire, en défaveur des implants longs.

BECHARA en 2016 (89) arrivent aux mêmes conclusions après 1 et 3 ans d'études dans un RCT.

ROKNI dans une cohorte de 2005, trouve que les implants longs ont une perte osseuse marginale supérieure aux implants courts (5).

Il est nécessaire de prévenir les patients sur l'**aspect éventuellement inesthétique des couronnes sur des implants courts**, car elles sont généralement plus longues que celle des dents naturelles adjacentes. Il est éventuellement possible de réaliser une **élongation coronaire sur les dents adjacentes afin de limiter cet aspect inesthétique.**

3.6.2 Faut -il jumeler les couronnes ?

Le fait de solidariser les implants entre eux permettra de diminuer les forces sur la prothèse, les vis, les piliers et sur l'interface os/implant comparé à des implants non reliés. Cependant cette méthode est actuellement discutée.

D'après RENOUARD (73), il faut positionner les implants de manière légèrement décalée, dans le cas d'une restaurations plurales de manière à créer un tripode qui sera favorable à la stabilité implantaire.

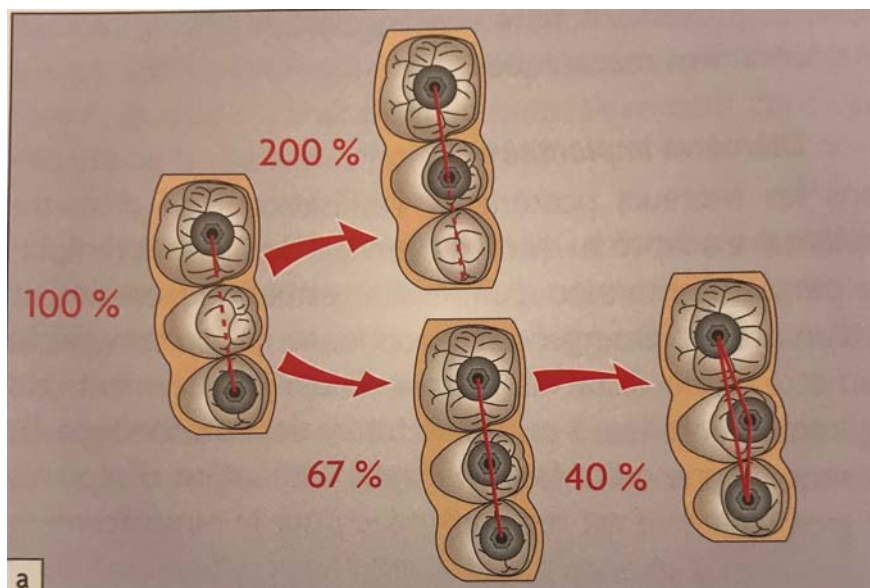


Figure 35 : distribution des forces occlusales selon le nombre d'implants et leur disposition (Rangert et al (114))

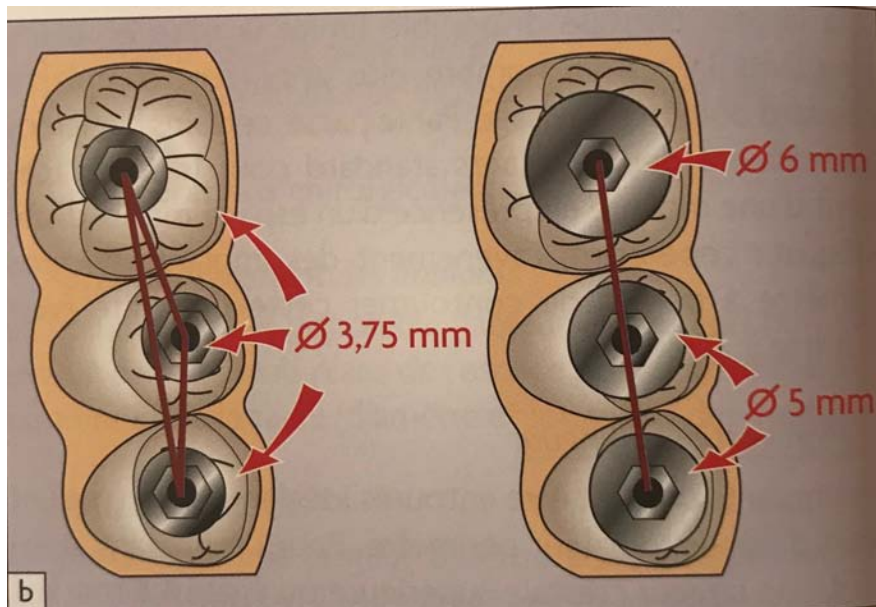


Figure 36 : Positionnement des implants en tripode d'implants standards (gauche) ou de diamètre différents (droite). (28)

Dans l'étude d'éléments finis de BURAK et al. en 2011 (103) visant à comparer les forces sur des implants solidarisés ou non, ils observent une différence significative entre les 2 types. Les implants reliés entre eux ont une **meilleure répartition horizontale des forces ce qui permet d'augmenter la stabilité prothétique dans le cas d'une connectique à plat**. Cependant cette étude **ne prend pas en compte les variations tridimensionnelles possible de la prothèse qui peuvent être source de perte de la passivité de celle-ci et donc d'un échec implantaire**.

FUGAZZOTTO en 2004(117), ROKNI en 2005 (5) ont montré que les **implants courts unitaires avaient une perte osseuse marginale inférieure à ceux solidarisés** avec un taux de succès prothétique qui varie de 83 à 95% pour des implants de 6 à 9mm.

YILMAZ et al en 2011 (103), ont réalisé une étude in-vitro qui cherche à comparer les contraintes générées par le jumelage ou non de couronnes vissées implantaire d'implants de 6 x 4mm avec une connexion interne. Ils ont observé une augmentation des forces pour les couronnes jumelées en direction de la zone d'application des forces. La **différence est statistiquement significative entre les 2 types de prothèses uniquement sous l'effet d'une force oblique maximale**. Il semblerait que le fait de jumeler les couronnes augmenterait le stress péri-implantaire pendant la fonction.

Il faut aussi **éviter de solidariser un implant avec une dent naturelle.**

En effet, la dent naturelle, grâce au ligament possède une certaine mobilité (58-108 μ m en transversal et 28 μ m en axial), alors qu'un implant ne l'est quasiment pas (25 μ m en transversal, et 5 μ m en axial).

Selon l'étude de PIERRISNARD et al (62) en 1997, sous l'effet d'une charge occlusale, l'ensemble dent/implant subi un mouvement global d'enfoncement dans l'os associé à un mouvement de bascule du côté du pilier le plus faible (la dent).

Cela a pour conséquence un mouvement d'intrusion de la dent associé à un mouvement de rotation dont le centre est localisé au niveau du col implantaire (augmentation du stress au niveau du col). Le **mouvement global qui en découle est un mouvement de flexion de l'implant et cela entraîne une mauvaise répartition des charges qui peuvent être très délétère pour l'implant.**

On peut raisonner de la même manière au maxillaire et à la mandibule

3.6.3 Concepts prothétiques

Les implants sont sans cesse soumis à des forces de tensions, amorties par la résistance de l'implant, et à des forces de cisaillement, amorties par la qualité de l'ostéo-intégration. Dans le cas des implants courts il sera impératif de limiter les contraintes latérales, de centrer les contacts au milieu de la couronne prothétique associé à des **pentcs cuspidiennes faibles, et une table occlusale de largeur réduite.** (73)

Il faudra **éviter au maximum les cantilevers, la présence de points de contacts corrects et s'assurer de la présence d'un guidage antérieur et latéral adéquat afin d'éviter toute force horizontale sur l'implant.**

3.7 Conclusion

Les implants courts sont donc indiqués lors :

- Insuffisance niveau osseux résiduel : hyper-pneumatisation sinus maxillaire et résorption osseuse mandibulaire très importante
 - o Hauteur osseuse résiduelle minimale sous le sinus selon la longueur de l'implant : pour un implant de 4 et 5 mm : 4 mm d'os, et pour un implant de 6 mm : 5 mm d'os
 - o Au-dessus du nerf alvéolaire inférieur, toujours laisser au moins 1 mm d'os résiduel entre l'implant et celui-ci.
- Limiter les complications (éviter la chirurgie pré-implantaire qui est plus invasive, plus traumatisante et plus difficile)
- Coût inférieur à la pose d'implants standards associé à une technique d'augmentation du niveau osseux
- Temps de traitement inférieur à la pose d'implants standards associé à une technique d'augmentation du niveau osseux
- Refus du patient de technique de régénération osseuse

Modalités de traitements :

- Relief occlusal peu marqué
- Table occlusale réduite
- Points de contacts corrects
- Éviter au maximum les forces latérales
- Couronne unitaire semble être la solution de choix
- Prothèse trans-vissée semble être indiquée afin de garantir l'insertion de la prothèse (hauteur de gencive attachée souvent réduite)
- Respect au maximum de la règle 1 implant par dent
- Hauteur coronaire et le rapport couronne sur implant n'influence pas la survie implantaire
- Augmentation du diamètre implantaire (4-5-6mm) afin d'augmenter la surface de contact avec l'os
- Maintenance régulière afin d'éviter tout risque de parodontopathie (annuel voir bi-annuel) + hygiène bucco-dentaire irréprochable

Dans tous les cas il faut que le traitement reste acceptable par le patient et par le praticien.

Le choix thérapeutique des implants courts semble être plus simple dans sa conception, sa réalisation, avec un taux de succès équivalent aux implants standards associés à une technique de régénération osseuse.

Tableau 12 : Tableau décisionnel de thérapeutique selon la région et la hauteur osseuse résiduelle (118)

Région	Hauteur osseuse verticale résiduelle	Options de traitement
Maxillaire postérieur	4-8 mm	Implants courts
	> 8 mm	Implants standards avec élévation sinusienne
	< 5-7 mm	augmentation osseuse verticale suivi par la pose d'un implant standard
Mandibule postérieure	5-10 mm	Implants courts
	> 10 mm	Implants standards

4 CONTRE-INDICATIONS A LA POSE D'IMPLANTS COURTS

4.1 Contre-indications absolues

- Cardiopathies à haut risque d'endocardite infectieuse
 - o Prothèses valvulaires aortiques ou mitrales
 - o Cardiopathies congénitales cyanogènes
 - o Antécédent d'endocardite infectieuse
- Age du patient : patient jeune en période de croissance
- Patient avec un antécédent de traitement par biphosphonates par voie intraveineuse pour le traitement d'une pathologie maligne
- Pathologies systémiques non contrôlées

4.2 Contre-indications relatives

- Troubles psychiatriques
- Dépendance : alcool, tabac (<10 cigarettes/jour), médicamenteuse
- Parodontopathie non contrôlée
- Patient peu observant
- Toris maxillaires et mandibulaire (interférences avec une prothèse implanto-portée, traumatismes répétés de la muqueuse qui le recouvre)

4.3 Contre-indications liées aux implants courts

- Patient bruxomane : force masticatoire démultipliée, cela représente un vrai risque pour la survie des implants courts
- Volume ou densité osseuse insuffisante ou au contraire assez d'os pour mettre un implant standard (plus grand recul clinique et stabilité primaire légèrement supérieure, profil d'émergence plus proche de la situation initiale)
- Faux moignon angulé : transmet des forces latérales à l'implant, vrai risque pour les implants courts
- Demande esthétique importante
- Qualité osseuse

4.4 Inconvénients

- Analyse typologie osseuse :
 - o Qualité osseuse difficile à prévoir avec le Cone-beam
- Protocole chirurgical à respecter de manière stricte
 - o Passage de tréphines et tarauds difficiles à maîtriser
 - o Ovalisation du site doit être impérativement évitée
 - o Changement d'inclinaison difficile
 - o Respecter le protocole des fabricants

4.5 Importance de la prise en compte du facteur de risque parodontal

Comme vu précédemment, la risque de perte osseuse péri-implantaire est un des principaux problèmes et a des conséquences directes sur la survie implantaire.

Il faudra être des vigilants sur la sélection de nos patients, afin de repérer les plus à risque.

La maladie parodontale et la péri-implantite ont la même étiologie bactérienne et se caractérisent par une inflammation des tissus mous associée à une perte osseuse marginale.

Le fait de poser des implants plus longs sur un terrain à risque en pensant que sa longueur va compenser la perte osseuse est une grande erreur, on retardera juste la perte de l'implant.

Il est très important d'identifier les patients avec un terrain parodontale affaibli, stabiliser sa maladie en effectuant une thérapeutique d'assainissement et en mettant en place des maintenances régulières avec une motivation à l'hygiène buccodentaire poussée.

Le fait d'effectuer des maintenances régulières permettra d'intercepter tout changement, en évitant ainsi en cas de problème que celui-ci compromette la survie implantaire.

5 TAUX DE SUCCES DES IMPLANTS COURTS

Tableau 13 : Taux de succès implantaire selon le type de reconstitution, le nombre d'implants et la durée de suivi

Auteur, Type d'étude, année, référence bibliographique	Type de reconstitution, Nombre d'implants, durée de suivi, Taux de succès
ROSSI, RCT, 2015, (95)	60 implants sur 45 patients Implants de 6 x 4,1 mm ou Implants de 10 x 4,1 mm supportant une couronne unitaire Taux de survie à 5 ans : - Implants courts : 86,7 % - Implants longs : 96,7 % → Le taux d'échecs est supérieur pour les implants courts
PISTILLI, RCT, 2013, (77)	80 patients (40 avec une résorption mandibulaire, 40 avec une résorption maxillaire) ; 68 implants dans chaque groupe Implants de 5-5mm ou implants de 10 x 5 mm associé à une augmentation osseuse. Couronnes unitaires, jumelées, bridge A 1 an : 1 échec implantaire dans chaque groupe. Taux de succès de 98,5% dans chaque groupe Pas de différence statistiquement significative concernant le taux d'échecs implantaire
ESPOSITO, RCT, 2016, (78)	80 patients (40 avec une résorption mandibulaire, 40 avec une résorption maxillaire) ; 87 implants longs et 80 implants courts. Implants de 4 x 4mm et implants de 10 x 4-4,5mm + augmentation osseuse maxillaire ou mandibulaire Couronnes unitaires/jumelées, parfois cantilever mésial. Taux de survie à 4 mois : - Implants longs : 93,1 % (6 échecs implantaires) - Implants courts : 93,75 % (5 échecs implantaires) <u>Pas de différence significative concernant le taux d'échec à 4 mois entre les 2 groupes</u> (P (test χ^2) = 1.000; différence de proportion= 0 ; 95% CI : -0.13 - 0.13).
PISTILLI, RCT, 2013, (79)	40 patients (20 avec une résorption mandibulaire, 20 avec une résorption maxillaire) ; 80 implants courts et 91 implants longs Implants de 6 x 4mm et 10 x 4mm + augmentation osseuse maxillaire ou mandibulaire

	Couronnes unitaires/ jumelées parfois cantilever mésial Taux de survie à 1 an : - Implants longs : 96,7% (3 échecs implantaires sur un patient dû à un échec de la greffe) - Implants court : 100% <u>Pas de différence statistiquement significative concernant le taux de survie implantaire entre les groupes.</u>
ESPOSITO, RCT, 2014, (80)	30 patients (15 patients avec une atrophie mandibulaire bilatérale et 15 avec une atrophie maxillaire bilatérale) ; 68 implants longs et 60 implants courts placés Implants de 5 x 6mm et Implants de 10 x 6mm ou 10/11,5/13 x 4 mm + augmentation osseuse Couronnes unitaires/jumelées Taux de survie à 3 ans : - Implants longs : 97% (1 échec à la mandibule et 1 échec au maxillaire) - Implants courts : 91,6% (2 échecs à la mandibule et 3 échecs au maxillaire) <u>Pas de différence statistiquement significative concernant le taux d'échecs implantaires à 3 ans</u> (28 patients, P = 1.00, différence = 0.036, IC 95% -0.16 à 0.23).
FELICE, RCT, 2015, (81)	20 patients, 18 implants longs et 16 implants courts Implants longs de 10 x 4mm + sinus lift et Implants courts de 5 x 6 mm Couronne unitaire Taux de succès de 100% dans les 2 groupes à 1 an.
FELICE, RCT, 2016, (82)	150 patients avec une mandibule résorbée ou un maxillaire résorbé, 2 groupes de 75 patients avec pose de 124 implants courts et 116 implants longs Implants courts de 4 x 4mm et implants longs de 8,5 x 4 mm Taux de succès à 1 an : - Implants longs : 98,2 % (2 échecs implantaires) - Implants courts : 97,5% (3 échecs implantaires) <u>Pas de différence statistiquement significative concernant le taux d'échec implantaire</u> (Différence =0.013 ; 95% CI : -0.058 à 0.087; P = 0.506)
PIERI, étude clinique prospective, 2012, (92)	25 patients avec un édentement mandibulaire partiel. Pose de 61 implants courts de 6 x 4mm Taux de survie à 2 ans : 96,8% (2 échecs Implantaires chez 1 patient)

CALVO-GUIRADO, étude clinique comparative prospective, 2016, (93)	10 patients avec un édentement complet, 60 implants, 20 implants courts et 40 implants longs. Implants de 4 x 4,1 mm et implants de 10 x 4,1mm Prothèse complète mandibulaire Taux de survie à 1 an : - Implants courts : 97,5 % - Implants longs : 100%
SLOTTE, étude clinique prospective, 2014, (83)	28 patients, 86 implants de 4 x 4,1mm supportant des prothèses fixées jumelées sans bridge A 5 ans, taux de survie de 92,2% (71 implants actifs sur 44 patients, 2 patients décédés (6 implants), 3 implants retirés chez 1 patient, perte 5 implants sur 3 sujets entre 3 et 5 ans).
ROSSI, étude clinique prospective, 2017, (84)	20 patients reçoivent 40 implants de 6 x 4,1-4,8mm Prothèses fixées A 5 ans taux de survie implantaire : 90% (2 patients ont perdu 4 implants entre la 3 et 4eme année.
GULJE, RCT, 2014, (100)	41 patients avec maxillaire résorbé, 41 implants de 6 x 4 mm ou 11 x 4 mm Prothèses unitaires A 1 an, taux de survie des implants courts : 100% 1 patient décédé dans le groupe des implants longs.
MALMSTROMM, étude comparative prospective, 2015, (86)	30 patients, 25 implants de 6 x 4 mm, 20 implants de 8 x 4 mm, et 35 implants de 11 x 4 mm ; Implants de 8 et 11 mm associés à une élévation du plancher sinusien Prothèses unitaires, jumelées ou bridges. A 2 ans, taux de succès implantaire : - Implants courts : 97% (1 implant perdu pendant période d'ostéo-intégration) - Implants de 8 et 11 mm : 100%
ZHANG, RCT, 2017, (87)	56 patients 18 implants courts 6 x 4 mm, 15 implants 8 x 4 mm, 23 implants de 10 x 4 mm ; implants de 8 et 10 mm associés à une élévation sinusienne par ostéotomie. Prothèses unitaires A 1 an, pas de perte implantaire précoce, taux de succès 100%
SCHINCAGLIA, RCT, 2015, (97)(101)	101 patients, 137 implants (67 courts et 70 longs) Implants courts 6 x 4 mm Implants longs 11-15 x 4mm + élévation sinusienne Couronne unitaire

	A 1 an, taux de survie implantaire : 100% sur la population étudiée (2 patients perdus de vue (1 décès avec 2 implants pour les implants courts et 1 patient avec 1 implant long non venu) : pire des cas, si patients perdus de vue ont perdus leurs implants : taux de survie implants courts : 97% et implants longs : 98,6%)
POHL, RCT, 2017, (88)	101 patients, 137 implants (67 courts et 70 longs) Implants courts 6 x 4 mm Implants longs 11-15 x 4mm + augmentation sinusienne Couronnes unitaires Taux de survie implantaire des patients examinés : 100% dans les 2 groupes (94 patients, et 129 implants).
BECHARA, RCT, 2016, (89)	53 patients, 90 implants (45 courts, 45 longs) Implants courts 6 x 4-8mm Implants longs 10-15 x 4-8 mm + élévation sinusienne par voie latérale Couronnes unitaires ou bridges Taux de survie à 3 ans : - Implants courts : 100 % (1 décès à 2,5 ans) - Implants longs : 95,6 % (2 échecs implantaires sur le même patient 2 mois post-chirurgie)
FUGAZZOTTO, étude prospective, 2017, (69)	1344 implants de 6 à 9 mm avec un corps de 4,6 mm et un col de 6,5 mm + augmentation hauteur sinusienne par voie trans-alvéolaire Couronne unitaire Suivi de 60 à 229 mois après la mise en fonction ; temps moyen : 121,1 mois. Taux de succès : - Cumulé : 98,8 % - Implants de 6 mm : N = 190, 97,5% de succès, suivi moyen sur 109,2 mois. - Implants 7 mm : N = 1, 100 % de succès, suivi moyen de 218,5 mois - Implants 8mm : N = 1094, 98,9% de succès, suivi moyen sur 112,3 mois - Implants 9 mm : N = 49, 100% de succès, suivi moyen sur 212,1 mois
SCHULTE, Cohorte rétrospective, 2007, (104)	294 implants avec 1 ou plusieurs implants BICON. 889 implants, temps de suivi moyen : 2,3ans Couronnes unitaires Taux de survie : 98,2 % (16 échecs)
URDANETA, cohorte rétrospective,	291 patients, 410 implants, suivi 20 mois en moyenne 211 implants ultra-courts (57 : 5 x 5 mm, 154 : 6 x 5 mm) ; 199 implants courts (8 x 5 mm)

2012, (108)	322 implants restaurés avec des couronnes unitaires Taux de survie cumulé 97,5 % Taux de survie des implants ultra-courts : 97,6 % (5 échecs pour les implants de 6 x 5mm) Taux de survie pour les implants de 8 mm : 95,2 % (4 échecs) <u>Pas de différence statistiquement significative entre les implants courts et les implants ultra-courts</u> (P = 0,68)
MALCHIODI, étude prospective, 2017, (106)	111 implants de 6mm mis en place, supportant des prothèses partielles fixes A 24-36 mois : Taux de survie implantaire : 98,2 % (2 implants perdus avant la mise en charge ; 100% depuis la mise en charge) Taux de succès implantaire : 94,6% (4 implants ne présentent pas les critères relatifs au succès à cause d'une perte osseuse crestale trop importante ; 96,3 % depuis la mise en charge)
ARLIN, étude observationnelle, 2006, (107)	264 patients, 630 implants 35 implants de 6mm, 141 implants de 8mm et 454 entre 10 et 16 mm Taux de survie à 2ans : - Implants de 6mm : 94,3% (avec un suivi maximum sur 64,6 mois) - Implants de 8 mm : 99,3 % (avec un suivi maximum de 83,7 mois) - Implants de 10-16mm : 97,4 % (102 mois de suivi maximum)
THOMA, revue systématique, 2015, (98)	<u>Études longues</u> : 5 études, 16-18 mois d'études Taux de survie : - Implants longs + augmentation osseuse : 99,5 % (IC 95% : 97,6 – 99,98%) - Implants courts : 99% (IC 95% : 96,4 – 99,8%) - <u>Études courtes</u> : 3 études, 8-9 mois Taux de survie : - Implants longs + augmentation osseuse : 100% (IC 95% : 97,1 – 100%) - Implants courts : 98,2 % (IC 95% : 93,9 – 99,7%)
NISAND, revue systématique, 2015, (99)	Taux de survie similaires entre les implants longs placés en site augmenté et courts - Implants longs + augmentation osseuse : 96,24% - Implants courts : 95,09 %

Études courtes <1 an :

- Taux de succès :
 - o Implants courts : 93,75 – 100% (moyenne = 97,3%)
 - o Implants longs + augmentation osseuse : 93,1 – 100% (moyenne = 97,7%)

Études à moyen terme 1 à 4 ans :

- Taux de succès :
 - o Implants courts : 91,6 – 100% (moyenne = 98,1%)
 - o Implants longs + augmentation osseuse : 95,6 – 100% (moyenne = 98,58%)
 - o Implants longs : 95,2 – 100% (moyenne 98,08%)

Études long terme 5 ans et plus :

- Taux de succès :
 - o Implants courts : 86,7 – 97,5% (moyenne = 91,6%)
 - o Implants longs + augmentation osseuse : 98,9% - 100% (moyenne 99,45%)
 - o Implants longs : 96,7%

Les études qui visent à comparer les implants courts aux implants longs placés avec ou sans chirurgie d'augmentation osseuse, ne trouvent pas de différence statistiquement significative du taux de succès entre les groupes malgré que ces différences existent quand même.

Seule l'étude de ROSSI et al en 2015 trouve une différence statistiquement significative du taux de survie entre les implants courts et les implants longs à 5 ans (86,7% vs 96,7%).

Cependant, malgré que les différences ne soient pas significatives, à 5 ans, on constate un taux de succès des implants courts inférieur à celui des implants longs. Il sera nécessaire d'étendre la durée d'étude à 10 ans. Les études à 5 ans sont insuffisantes pour conclure à une efficacité totale des implants courts.

6 CONCLUSION

Les implants ultra-courts représentent désormais une solution fiable afin de réhabiliter une zone postérieure résorbée. Pour de nombreux auteurs elle représente une alternative aux thérapeutiques de régénération osseuses avancées telles (greffes d'appositions ou sinus lift). On peut aujourd'hui considérer cette thérapeutique comme un traitement de choix dans une zone où la hauteur osseuse résiduelle n'est pas suffisante pour mettre un implant standard.

De nombreuses études ont permis de mettre en évidence que les techniques de régénérations osseuses entraînaient une augmentation des complications post-opératoires, une difficulté opératoire supérieure, une augmentation du coût et de la durée du traitement.

De plus les études montrent que le taux de succès et de survie des implants courts est équivalent aux implants longs. Cependant il est nécessaire que des études à plus long terme soient menées afin de confirmer ces résultats.

Par ailleurs, il est important de souligner qu'une maintenance implantaire est essentielle au bon fonctionnement du traitement ainsi que le respect d'un certain nombre de règles : passivité de la couronne pendant les mouvements de latéralité, un implant par dent, diamètre implantaire élevé, table occlusale réduite et profil occlusal peu marqué.

7 Table des illustrations

Figure 1 : Schéma des différents types d'os	15
Figure 2 : Schéma des différents types d'os selon la localisation anatomique	16
Figure 3 : Classification de CAWOOD et HOWELL à la mandibule antérieure	17
Figure 4 : Classification de CAWOOD et HOWELL à la mandibule postérieure	17
Figure 5 : Classification de CAWOOD et HOWELL au maxillaire antérieur	17
Figure 6 : Classification de CAWOOD et HOWELL au maxillaire postérieur	17
Figure 7 : Forage pyramidal selon RENOUEAU et al	21
Figure 8 : Séquence de forage préconisée par RENOUEAU et al	21
Figure 9 : a : col avec platform Switching, b : Col sans platform switching	23
Figure 10 : Schéma des moments exercés par une couronne molaire sur des implants de différents diamètres	33
Figure 11 : Augmentation de l'assise prothétique selon le diamètre implantaire (28)	33
Figure 12 : Tensions sur la vis prothétique en fonction du diamètre implantaire pour une même couronne (28)	34
Figure 13 : Implant court Straumann Roxolid® SLActive® (57)	35
Figure 14 : Implant court BICON	36
Figure 15 : Implants courts MEGAGEN, Rescue implant system®	36
Figure 16 : Implant court GlobalD TWINKON®4	37
Figure 17 : vue des modèles d'implants type Branemark composés de 2500 éléments (67)	38
Figure 18 : vue en coupe du modèle assemblé (67)	39
Figure 19 : Intensité des contraintes selon l'orientation des forces	39
Figure 20 : Intensité des contraintes selon les forces de compression et de traction	40
Figure 21 : Visualisation des contraintes sur l'implant lors de l'application de forces de compression	41
Figure 22 : visualisation des contraintes osseuses avec un implant de 6mm soumis à des forces obliques	42
Figure 23 : courbes comparées des contraintes osseuses de compression le long de l'axe Z (charge oblique) (67)	42
Figure 24 : Diagramme montrant le mouvement des implants de différentes longueurs dans l'os (x300) (25)	43
Figure 25 : Numérisation d'une section mandibulaire avec deux alvéoles correspondant à deux implants de dimensions différentes. Image de gauche : implant court, étroit et conique. Image de droite : implant long, large et cylindro-conique. (66)	44
Figure 26 : Histogramme comparatif de l'intensité des contraintes cervicales osseuses en fonction de la longueur des implants et de l'orientation des charges occlusales. (68)	47
Figure 27 : Schéma d'une force occlusale et mouvements appliqués aux implants	50
Figure 28 : Schéma d'une force occlusale et mouvement de compensation de l'implant adjacent à l'extension	50
Figure 29 : Atrophie sectorielle de type A	67
Figure 30 : Atrophie sectorielle de type C	67
Figure 31 : Schémas qui illustrent le positionnement d'un implant avec (c+d) ou sans traitement orthodontique préalable en cas de manque d'espace	73
Figure 32 : Mesure de l'ouverture buccale (28)	74
Figure 33 : Photo d'un patient avec tuméfaction, ecchymoses, hématomes à J+7 post greffe osseuse et sinus lift (113)	75
Figure 34 : Photo d'un hématome à J+7 d'un prélèvement osseux en région rétromolaire gauche (114)	76
Figure 35 : distribution des forces occlusales selon le nombre d'implants et leur disposition (Rangert et al (114))	89
Figure 36 : Positionnement des implants en tripode d'implants standards (gauche) ou de diamètres différents (droite). (28)	90

8 Table des tableaux

Tableau 1 : Complications prothétiques et longueur implantaire _____	51
Tableau 2 : Stabilité implantaire selon la longueur implantaire _____	55
Tableau 3 : Classification générale du niveau de preuve d'une étude _____	60
Tableau 4 : Grade des recommandations _____	60
Tableau 5 : Tableau récapitulatif des études selon le thème, l'auteur, l'année et le niveau de preuve _ Erreur ! Signet non défini.	
Tableau 6 : Hauteurs osseuses résiduelles nécessaires dans la littérature _____	68
Tableau 7 : Techniques d'augmentation du niveau osseux, avantages, inconvénients et taux de succès _____	69
Tableau 8 : complications liées à une chirurgie pré-implantaire _____	76
Tableau 9 : comparaison du cout et du temps d'intervention selon la technique utilisée _____	79
Tableau 10 : Satisfaction des patients selon la thérapeutique _____	81
Tableau 11 : Perte osseuse marginale péri-implantaire selon la longueur de l'implant le type de restauration et le rapport couronne/implant _____	82
Tableau 12 : Tableau décisionnel de thérapeutique selon la région et la hauteur osseuse résiduelle (116) _____	93
Tableau 13 : Taux de succès implantaire selon le type de reconstitution, le nombre d'implants et la durée de suivi _____	96
Tableau 14 : ANNEXE 1 Tableau récapitulatif des articles de la revue de littérature selon le thème, le type d'étude ainsi que le niveau de preuves des études _____	114
Tableau 15 : ANNEXE 2 tableau de synthèse des articles exploités dans la revue de littérature _____	115

9 **BIBLIOGRAPHIE**

1. Feldman S, Boitel N, Weng D, Kohles SS, Stach RM. Five-year survival distributions of short-length (10 mm or less) machined-surfaced and Osseotite implants. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2004;6(1):16–23.
2. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res*. 2006 ;17 (Suppl 2):35–51.
3. Esposito M, Cannizzaro G, Soardi E, Pistilli R, Piattelli M, Corvino V, et al. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 6 mm-long, 4 mm-wide implants or by longer implants in augmented bone. Preliminary results from a pilot randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2012;5(1):19–33.
4. Friberg B, Gröndahl K, Lekholm U, Brånemark PI. Long-term follow-up of severely atrophic edentulous mandibles reconstructed with short Brånemark implants. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2000;2(4):184–9.
5. Rokni S, Todescan R, Watson P, Pharoah M, Adegbenbo AO, Deporter D. An assessment of crown-to-root ratios with short sintered porous-surfaced implants supporting prostheses in partially edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2005 ;20(1):69–76.
6. Albrektsson T, Brånemark PI, Hansson HA, Lindström J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthop Scand*. 1981;52(2):155–70.
7. Bert M, Missika P. Les clés du succès en implantologie, Prévenir les complications et les échecs. Collection JPIO. Rueil-Malmaison : CdP; 2009.
8. Albrektsson T, Jansson T, Lekholm U. Osseointegrated dental implants. *Dent Clin North Am*. 1986;30(1):151–74.
9. Goudot P, Lacoste J-P. Guide pratique d'implantologie. Collection pratique dentaire. Issy-les-Moulineaux ; Elsevier-Masson, 2013.
10. Davarpanah M, Martinez H, Kebir M. Manuel d'implantologie clinique. Collection JPIO. Rueil-Malmaison : CdP, Initiatives Santé, 1999.
11. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1988;17(4):232–6.
12. das Neves FD, Fones D, Bernardes SR, do Prado CJ, Neto AJF. Short implants--an analysis of longitudinal studies. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006;21(1):86–93.
13. Chrcanovic BR, Kisch J, Albrektsson T, Wennerberg A. Analysis of risk factors for cluster behavior of dental implant failures. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2017; 19(4):632-642.
14. Chrcanovic BR, Kisch J, Albrektsson T, Wennerberg A. Factors influencing early dental implant failures. *J Dent Res*. 2016;95(9):995–1002.
15. Sun HL, Huang C, Wu YR, Shi B. Failure rates of short (≤ 10 mm) dental implants and factors influencing their failure: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011 ;26(4):816–25.
16. Kim Y-H, Choi N-R, Kim Y-D. The factors that influence postoperative stability of the dental implants in posterior edentulous maxilla. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*. 2017;39(1):2.
17. Salvi GE, Lang NP. Diagnostic parameters for monitoring peri-implant conditions. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19 (Suppl):116–27.
18. Roos-Jansåker A-M, Renvert H, Lindahl C, Renvert S. Nine- to fourteen-year follow-up of implant treatment. Part III: factors associated with peri-implant lesions. *J Clin Periodontol*. 2006 ;33(4):296–301.

19. Bengazi F, Wennström JL, Lekholm U. Recession of the soft tissue margin at oral implants. A 2-year longitudinal prospective study. *Clin Oral Implants Res.* 1996 ;7(4):303–10.
20. Quirynen M, De Soete M, van Steenberghe D. Infectious risks for oral implants: a review of the literature. *Clin Oral Implants Res.* 2002 ;13(1):1–19.
21. Mombelli A. Microbiology and antimicrobial therapy of peri-implantitis. *Periodontol 2000.* 2002;28:177–89.
22. Buatois H, Pollini A. *L'implantologie supra-crestale.* Paris : Quintessence; 2017.
23. Atieh MA, Alsabeeha NHM, Faggion CM, Duncan WJ. The frequency of peri-implant diseases: a systematic review and meta-analysis. *J Periodontol.* 2013 ;84(11):1586–98.
24. Quirynen M, Abarca M, Van Assche N, Nevins M, van Steenberghe D. Impact of supportive periodontal therapy and implant surface roughness on implant outcome in patients with a history of periodontitis. *J Clin Periodontol.* 2007 ;34(9):805–15.
25. Pierrisnard L, Renouard F, Renault P, Barquins M. Influence of implant length and bicortical anchorage on implant stress distribution. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003;5(4):254–62.
26. Renouard F, Nisand D. Short implants in the severely resorbed maxilla: a 2-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005;7 (Suppl 1):S104-110.
27. Nedir R, Bischof M, Vazquez L, Szmukler-Moncler S, Bernard J-P. Osteotome sinus floor elevation without grafting material: a 1-year prospective pilot study with ITI implants. *Clin Oral Implants Res.* 2006 ;17(6):679–86.
28. Davarpanah M, Szmukler-Moncler S. *Manuel d'implantologie clinique. Concepts, protocoles et innovations récentes.* 2eme ed, Collection JPIO. Rueil-Malmaison ; CdP : 2008.
29. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg,* 1977;16,(Suppl):1–132.
30. Glauser R, Ruhstaller P, Windisch S, Zembic A, Lundgren A, Gottlow J, et al. Immediate occlusal loading of Brånemark System TiUnite implants placed predominantly in soft bone: 4-year results of a prospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2005;7 (Suppl 1):S52-59.
31. Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: a new concept in implant dentistry for controlling postrestorative crestal bone levels. *Int J Periodont Restor Dent.* 2006;26(1):9–17.
32. Misch CE. Short dental implants: a literature review and rationale for use. *Dent Today.* 2005;24(8):64–6, 68.
33. Esposito M, Ardebili Y, Worthington HV. Interventions for replacing missing teeth: different types of dental implants. *Cochrane Database Syst Rev.* 2014;(7):CD003815.
34. Weng D, Jacobson Z, Tarnow D, Hürzeler MB, Faehn O, Sanavi F, et al. A prospective multicenter clinical trial of 3i machined-surface implants: results after 6 years of follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2003;18(3):417–23.
35. Winkler S, Morris HF, Ochi S. Implant survival to 36 months as related to length and diameter. *Ann Periodontol.* 2000;5(1):22–31.
36. Misch CE, Steingra J, Barboza E, Misch-Dietsh F, Cianciola LJ, Kazor C. Short dental implants in posterior partial edentulism: a multicenter retrospective 6-year case series study. *J Periodontol.* 2006;77(8):1340–7.
37. Pouillon D. *Les implants courts et ultracourts : stratégies thérapeutiques.* Mémoire : diplôme universitaire d'implantologie orale, Université Claude Bernard Lyon 1, 2014.
38. Hagi D, Deporter DA, Pilliar RM, Arenovich T. A targeted review of study outcomes with short (< or = 7 mm)

- endosseous dental implants placed in partially edentulous patients. *J Periodontol.* 2004;75(6):798–804.
39. Morand M, Irinakis T. The challenge of implant therapy in the posterior maxilla: providing a rationale for the use of short implants. *J Oral Implantol.* 2007;33(5):257–66.
 40. Testori T, Wiseman L, Woolfe S, Porter SS. A prospective multicenter clinical study of the Osseotite implant: four-year interim report. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2001;16(2):193–200.
 41. Klokkevold PR, Nishimura RD, Adachi M, Caputo A. Osseointegration enhanced by chemical etching of the titanium surface. A torque removal study in the rabbit. *Clin Oral Implants Res.* 1997;8(6):442–7.
 42. Bernard J-P, Szmukler-Moncler S, Pessotto S, Vazquez L, Belser UC. The anchorage of Brånemark and ITI implants of different lengths. I. An experimental study in the canine mandible. *Clin Oral Implants Res.* 2003;14(5):593–600.
 43. Cochran DL. A comparison of endosseous dental implant surfaces. *J Periodontol.* 1999;70(12):1523–39.
 44. Griffin TJ, Cheung WS. The use of short, wide implants in posterior areas with reduced bone height: a retrospective investigation. *J Prosthet Dent.* 2004;92(2):139–44.
 45. Lazzara RJ, Testori T, Trisi P, Porter SS, Weinstein RL. A human histologic analysis of osseotite and machined surfaces using implants with 2 opposing surfaces. *Int J Periodont Restor Dent.* 1999;19(2):117–29.
 46. Dalton JE, Cook SD. In vivo mechanical and histological characteristics of HA-coated implants vary with coating vendor. *J Biomed Mater Res.* 1995;29(2):239–45.
 47. Kieswetter K, Schwartz Z, Dean DD, Boyan BD. The role of implant surface characteristics in the healing of bone. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1996;7(4):329–45.
 48. Del Fabbro M, Wallace SS, Testori T. Long-term implant survival in the grafted maxillary sinus: a systematic review. *Int J Periodont Restor Dent.* 2013;33(6):773–83.
 49. Grassi S, Piattelli A, de Figueiredo LC, Feres M, de Melo L, Iezzi G, et al. Histologic evaluation of early human bone response to different implant surfaces. *J Periodontol.* 2006;77(10):1736–43.
 50. Maló P, de Araújo Nobre M, Rangert B. Short implants placed one-stage in maxillae and mandibles: a retrospective clinical study with 1 to 9 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2007;9(1):15–21.
 51. Goené R, Bianchesi C, Hürzeler M, Del Lupo R, Testori T, Davarpanah M, et al. Performance of short implants in partial restorations: 3-year follow-up of Osseotite implants. *Implant Dent.* 2005;14(3):274–80.
 52. Deporter DA, Caudry S, Kermalli J, Adegbenbo A. Further data on the predictability of the indirect sinus elevation procedure used with short, sintered, porous-surfaced dental implants. *Int J Periodont Restor Dent.* 2005;25(6):585–93.
 53. Nedir R, Bischof M, Briau J-M, Beyer S, Szmukler-Moncler S, Bernard J-P. A 7-year life table analysis from a prospective study on ITI implants with special emphasis on the use of short implants. Results from a private practice. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15(2):150–7.
 54. De Bruyn H, Christiaens V, Doornewaard R, Jacobsson M, Cosyn J, Jacquet W, et al. Implant surface roughness and patient factors on long-term peri-implant bone loss. *Periodontol 2000.* 2017;73(1):218–27.
 55. Doornewaard R, Christiaens V, De Bruyn H, Jacobsson M, Cosyn J, Vervaeke S, et al. Long-term effect of surface roughness and patients' factors on crestal bone loss at dental implants. A systematic review and meta-Analysis. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2017;19(2):372–99.
 56. Quek CE, Tan KB, Nicholls JI. Load fatigue performance of a single-tooth implant abutment system: effect of diameter. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2006;21(6):929–36.

57. Portail clients Straumann France [Internet]. mystraumann. [cited 2018 Jul 17]. Available from: https://mystraumann.com/wecstr/catalog/productDetail.jsf?area=00_10_10_20&sort=ID&wec-appid=wecstr_fr&page=B6397D4D56BE4260A9C53D22C6451872&itemKey=51A76D828CCE4470E10080000A00E528&show=12&view=grid&wec-locale=fr_FR
58. Bicon Dental Implants | Product Information | SHORT® Implants [Internet]. [cited 2018 Jul 17]. Available from: http://www.bicon.com/product_info/pi_new.html
59. Rescue | integrated dental systems [Internet]. [cited 2018 Jul 17]. Available from: <https://www.idsimplants.com/implant-systems/rescue/>
60. Concept [Internet]. Global D. [cited 2018 Jul 17]. Available from: <http://www.globald.com/implantologie-orthodontie-maxillo-faciale/implantologie/twinkon/concept-6/>
61. Augereau D, Pierrisnard L, Barquins M. Relevance of the finite element method to optimize fixed partial denture design. Part I. Influence of the size of the connector on the magnitude of strain. *Clin Oral Investig*. 1998;2(1):36–9.
62. Augereau D, Renault P, Pierrisnard L, Barquins M. Three-dimensional finite element analysis of the retention of fixed partial dentures. *Clin Oral Investig*. 1997;1(3):141–6.
63. Gümrükçü Z, Korkmaz YT. Influence of implant number, length, and tilting degree on stress distribution in atrophic maxilla: a finite element study. *Med Biol Eng Comput*. 2017;56(6):979-989.
64. Himmlová L, Dostálová T, Jana, Kácovský A, Konvicková S. Influence of implant length and diameter on stress distribution: a finite element analysis. *J Prosthet Dent*. 2004;91(1):20–5.
65. Moriwaki H, Yamaguchi S, Nakano T, Yamanishi Y, Imazato S, Yatani H. Influence of implant length and diameter, bicortical anchorage, and sinus augmentation on bone stress distribution: three-dimensional finite element analysis. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2016;31(4):e84-91.
66. Petrie CS, Williams JL. Comparative evaluation of implant designs: influence of diameter, length, and taper on strains in the alveolar crest. A three-dimensional finite-element analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2005;16(4):486–94.
67. Pierrisnard L, Augereau D, Barquins M. Analyse comparative par la méthode des éléments finis des contraintes osseuses induites par des implants de géométrie variées. Partie 1 : influence relative du diamètre et de la longueur des implants. *Implant*. 2000;(1):23–34.
68. Pierrisnard L, Augereau D, Barquins M. Analyse comparative par la méthode des éléments finis des contraintes osseuses induites par des implants de géométrie variées. Partie 2 : Influence relative de la longueur et de l'orientation des implants. *Implant*. 2000;(2):93–105.
69. Fugazzotto PA. Success and failure rates of 1,344 6- to 9-mm-length rough-surface implants placed at the time of transalveolar sinus elevations, restored with single crowns, and followed for 60 to 229 months in function. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017;32(6):1359–63.
70. Degidi M, Piattelli A, Iezzi G, Carinci F. Wide-diameter implants: analysis of clinical outcome of 304 fixtures. *J Periodontol*. 2007;78(1):52–8.
71. Ivanoff CJ, Gröndahl K, Sennerby L, Bergström C, Lekholm U. Influence of variations in implant diameters: a 3- to 5-year retrospective clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1999;14(2):173–80.
72. Gendre L. Introduction à la simulation par éléments finis [Internet]. Ecole normale supérieure Paris Saclay ; 2013. Available from: <http://eduscol.education.fr/sti/sites/eduscol.education.fr/sti/files/ressources/pedagogiques/7954/7954-introduction-la->

73. Renouard F, Rangert BO. Prise de décision en pratique implantaire. Paris : Quintessence International, 2005.
74. Gonda T, Yasuda D, Ikebe K, Maeda Y. Biomechanical factors associated with mandibular cantilevers: analysis with three-dimensional finite element models. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2014;29(6):e275-282.
75. Adolph M. Indications et limites des bridges en extension en prothèse implantaire (Thèse d'exercice). Nantes, France, université de Nantes, unité de formation et de recherches en odontologie; 2012.
76. Rangert B, Jemt T, Jörneus L. Forces and moments on Branemark implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1989;4(3):241–7.
77. Pistilli R, Felice P, Piattelli M, Gessaroli M, Soardi E, Barausse C, et al. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 5 x 5 mm implants with a novel nanostructured calcium-incorporated titanium surface or by longer implants in augmented bone. One-year results from a randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2013;6(4):343–57.
78. Esposito M, Zucchelli G, Barausse C, Pistilli R, Trullenque-Eriksson A, Felice P. Four mm-long versus longer implants in augmented bone in atrophic posterior jaws: 4-month post-loading results from a multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2016;9(4):393–409.
79. Pistilli R, Felice P, Cannizzaro G, Piattelli M, Corvino V, Barausse C, et al. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 6 mm long 4 mm wide implants or by longer implants in augmented bone. One-year post-loading results from a pilot randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2013;6(4):359–72.
80. Esposito M, Pistilli R, Barausse C, Felice P. Three-year results from a randomised controlled trial comparing prostheses supported by 5-mm long implants or by longer implants in augmented bone in posterior atrophic edentulous jaws. *Eur J Oral Implantol*. 2014;7(4):383–95.
81. Felice P, Pistilli R, Barausse C, Bruno V, Trullenque-Eriksson A, Esposito M. Short implants as an alternative to crestal sinus lift: A 1-year multicentre randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2015;8(4):375–84.
82. Felice P, Checchi L, Barausse C, Pistilli R, Sammartino G, Masi I, et al. Posterior jaws rehabilitated with partial prostheses supported by 4.0 x 4.0 mm or by longer implants: One-year post-loading results from a multicenter randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2016;9(1):35–45.
83. Slotte C, Grønningssæter A, Halmøy A-M, Öhrnell L-O, Mordenfeld A, Isaksson S, et al. Four-millimeter-long posterior-mandible implants: 5-year outcomes of a prospective multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015;17 (Suppl 2):e 385-395.
84. Rossi F, Lang NP, Ricci E, Ferraioli L, Marchetti C, Botticelli D. 6-mm-long implants loaded with fiber-reinforced composite resin-bonded fixed prostheses (FRCRBFDPs). A 5-year prospective study. *Clin Oral Implants Res*. 2017 ; 28(12):1478-1483
85. Guljé FL, Raghoobar GM, Vissink A, Meijer HJA. Single crowns in the resorbed posterior maxilla supported by either 6-mm implants or by 11-mm implants combined with sinus floor elevation surgery: a 1-year randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2014;7(3):247–55.
86. Malmstrom H, Gupta B, Ghanem A, Cacciato R, Ren Y, Romanos GE. Success rate of short dental implants supporting single crowns and fixed bridges. *Clin Oral Implants Res*. 2016;27(9):1093–8.
87. Zhang X-M, Shi Y-Y, Gu Y-X, Qiao S-C, Mo J-J, Lai H-C. Clinical investigation and patient satisfaction of short implants versus longer implants with osteotome sinus floor elevation in atrophic posterior maxillae : a pilot randomized trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2017;19(1):161–6.

88. Pohl V, Thoma DS, Sporniak-Tutak K, Garcia-Garcia A, Taylor TD, Haas R, et al. Short dental implants (6 mm) versus long dental implants (11-15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures: 3-year results from a multicentre, randomized, controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2017;44(4):438–45.
89. Bechara S, Kubilius R, Veronesi G, Pires JT, Shibli JA, Mangano FG. Short (6-mm) dental implants versus sinus floor elevation and placement of longer (≥ 10 -mm) dental implants: a randomized controlled trial with a 3-year follow-up. *Clin Oral Implants Res*. 2016; 28(9):1097-1107.
90. de Oliveira GJPL, Barros-Filho LAB, Barros LAB, Queiroz TP, Marcantonio E. In vitro evaluation of the primary stability of short and conventional implants. *J Oral Implantol*. 2016;42(6):458–63.
91. Sahrman P, Schoen P, Naenni N, Jung R, Attin T, Schmidlin PR. Peri-implant bone density around implants of different lengths: A 3-year follow-up of a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2017; 44(7):762-768.
92. Pieri F, Aldini NN, Fini M, Marchetti C, Corinaldesi G. Preliminary 2-year report on treatment outcomes for 6-mm-long implants in posterior atrophic mandibles. *Int J Prosthodont*. 2012;25(3):279–89.
93. Calvo-Guirado JL, López Torres JA, Dard M, Javed F, Pérez-Albacete Martínez C, Maté Sánchez de Val JE. Evaluation of extrashort 4-mm implants in mandibular edentulous patients with reduced bone height in comparison with standard implants: a 12-month results. *Clin Oral Implants Res*. 2016;27(7):867–74.
94. Van Assche N, Michels S, Quirynen M, Naert I. Extra short dental implants supporting an overdenture in the edentulous maxilla: a proof of concept. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23(5):567–76.
95. Rossi F, Botticelli D, Cesaretti G, De Santis E, Storelli S, Lang NP. Use of short implants (6 mm) in a single-tooth replacement: a 5-year follow-up prospective randomized controlled multicenter clinical study. *Clin Oral Implants Res*. 2016;27(4):458–64.
96. Alan R, Marakoğlu İ, Haliloğlu S. Peri-implant crevicular fluid levels of cathepsin-K, RANKL, and OPG around standard, short, and mini dental implants after prosthodontic loading. *J Periodontal Implant Sci*. 2015;45(5):169–77.
97. Thoma DS, Haas R, Tutak M, Garcia A, Schincaglia GP, Hämmerle CHF. Randomized controlled multicentre study comparing short dental implants (6 mm) versus longer dental implants (11-15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures. Part 1: demographics and patient-reported outcomes at 1 year of loading. *J Clin Periodontol*. 2015;42(1):72–80.
98. Thoma DS, Zeltner M, Hüsler J, Hämmerle CHF, Jung RE. EAO Supplement Working Group 4 - EAO CC 2015 Short implants versus sinus lifting with longer implants to restore the posterior maxilla: a systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26 (Suppl 11):154–69.
99. Nisand D, Picard N, Rocchietta I. Short implants compared to implants in vertically augmented bone: a systematic review. *Clin Oral Implants Res*. 2015;26 (Suppl 11):170–9.
100. Guljé FL, Raghoobar GM, Vissink A, Meijer HJA. Single crowns in the resorbed posterior maxilla supported by either 6-mm implants or by 11-mm implants combined with sinus floor elevation surgery: a 1-year randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2014;7(3):247–55.
101. Schincaglia GP, Thoma DS, Haas R, Tutak M, Garcia A, Taylor TD, et al. Randomized controlled multicenter study comparing short dental implants (6 mm) versus longer dental implants (11-15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures. Part 2: clinical and radiographic outcomes at 1 year of loading. *J Clin Periodontol*. 2015;42(11):1042–51.
102. Pimentel MJ, Silva WJ da, Del Bel Cury AA. Short implants to support mandibular complete dentures - photoelastic analysis. *Braz Oral Res*. 2017;31(0):e18.

103. Yilmaz B, Seidt JD, McGlumphy EA, Clelland NL. Comparison of strains for splinted and nonsplinted screw-retained prostheses on short implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011;26(6):1176–82.
104. Schulte J, Flores AM, Weed M. Crown-to-implant ratios of single tooth implant-supported restorations. *J Prosthet Dent*. 2007 ;98(1):1–5.
105. Birdi H, Schulte J, Kovacs A, Weed M, Chuang S-K. Crown-to-implant ratios of short-length implants. *J Oral Implantol*. 2010;36(6):425–33.
106. Malchiodi L, Caricasulo R, Cucchi A, Vinci R, Agliardi E, Gherlone E. Evaluation of ultrashort and longer implants with microrough surfaces : results of a 24- to 36-month prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2017;32(1):171–9.
107. Arlin ML. Short dental implants as a treatment option: results from an observational study in a single private practice. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2006;21(5):769–76.
108. Urdaneta RA, Daher S, Leary J, Emanuel KM, Chuang S-K. The survival of ultrashort locking-taper implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012;27(3):644–54.
109. Al-Faraje L. Risques et complications en chirurgie implantaire étiologie, prévention et gestion. Paris : Quintessence International; 2012.
110. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24 (Suppl):237–59.
111. Jensen SS, Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2009;24(Suppl):218–36.
112. Aghaloo TL, Moy PK. Which hard tissue augmentation techniques are the most successful in furnishing bony support for implant placement? *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007;22 (Suppl):49–70.
113. Starch-Jensen T, Aludden H, Hallman M, Dahlin C, Christensen A-E, Mordenfeld A. A systematic review and meta-analysis of long-term studies (five or more years) assessing maxillary sinus floor augmentation. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2018;47(1):103–16.
114. Chapotat B, Schneck E, Breton P. Réhabilitation implanto-portée du maxillaire antérieur, intérêt de la distraction osseuse. *Implant*. 2003;9(3):181–94.
115. Fessi M, Abillama TM, Antoun H. Expansion osseuse horizontale associée à la pose d'implants au niveau des 2 secteurs postérieurs mandibulaires [Internet]. *Le Fil Dentaire*. 2017 [cited 2018 Feb 13]. Available from: <https://www.lefildentaire.com/articles/clinique/implantologie/expansion-osseuse-horizontale-associee-a-la-pose-d-implants/>
116. Khoury F. Greffe osseuse en implantologie. Paris: Quintessence International, 2011.
117. Fugazzotto PA, Beagle JR, Ganeles J, Jaffin R, Vlassis J, Kumar A. Success and failure rates of 9 mm or shorter implants in the replacement of missing maxillary molars when restored with individual crowns: preliminary results 0 to 84 months in function. A retrospective study. *J Periodontol*. 2004;75(2):327–32.
118. Thoma DS, Cha J-K, Jung U-W. Treatment concepts for the posterior maxilla and mandible: short implants versus long implants in augmented bone. *J Periodont Implant Sci*. 2017;47(1):2–12.

10 ANNEXES

THEME	AUTEUR	Type d'étude	Année	Niveau de preuve
Couronne Unitaire	ROSSI et al (95)	RCT	2015	1
	FELICE et al (82)	RCT	2016	1
	PIERI et al (92)	Étude clinique prospective	2012	3
Implants courts (4-5-6mm) VS implants longs + sinus lift	ESPOSITO et al (78)	RCT	2016	1
	PISTILLI et al (79)	RCT	2013	1
	ESPOSITO et al (80)	RCT	2014	1
	PISTILLI et al (77)	RCT	2013	1
	FELICE et al (81)	RCT	2015	1
	THOMA et al (98)	Revue Systématique	2015	1
	NISAND et al (99)	Revue Systématique	2015	1
Couronne unitaire supporté Implant court Vs Implant standard + sinus lift	GULJE et al (100)	RCT	2014	2
	SCHINCAGLIA et al (97,101)	RCT	2015	1
	BECHARA et al (89)	RCT	2016	1
	POHL et al (88)	RCT	2017	1
Stress péri-implantaire	PIMENTEL et al (102)	Analyse Photo élastique comparative in vitro	2017	3
	MORIWAKI et al (65)	Étude 3D par méthode des éléments finis	2016	4
Couronnes jumelées à la mandibule	SLOTTE et al (83)	Étude Clinique prospective multicentrique	2014	3

Couronnes Jumelées ou Bridge (3éléments)	ROSSI et al (84)	Étude clinique prospective	2017	3
Implants courts Vs Implants standards (Prothèse fixée unitaire, plurale)	MALMSTROM et al (86)	Étude clinique prospective	2015	2
Implant court Vs Implant standard + élévation sinusienne par ostéotomie (Summers)	ZHANG et al (87)	RCT	2017	1
Taux de succès implants 6 à 9mm associés à ostéotomie trans-alvéolaire	FUGAZZOTTO (69)	Étude prospective	2017	3
Contraintes péri-implantaires couronnes jumelées ou non	YILMAZ et al (103)	Étude in vitro	2011	4
Influence rapport couronne/implant, couronnes jumelées ou non	ROKNI et al (5)	Cohorte rétrospective	2005	4
Influence rapport couronne/implant	SCHULTE et al (104)	Cohorte rétrospective	2007	4
	BIRDI et al (105)	Cohorte rétrospective	2010	4
Stabilité primaire implants courts Vs standards	OLIVEIRA et al (90)	Étude in vitro	2016	4
Taux survie/succès implants courts vs implants standards	MALCHIODI et al (106)	Étude prospective	2017	3
	ARLIN et al (107)	Étude observationnelle	2006	4
Implants courts associés à implants longs supportant overdenture	VON ASSCHE et a (94)	Étude comparative prospective	2011	3

Tableau 14 : ANNEXE 1 Tableau récapitulatif des articles de la revue de littérature selon le thème, le type d'étude ainsi que le niveau de preuves des études

Tableau 15 :
ANNEXE 2 tableau
de synthèse des
articles exploités
dans la revue de
littérature

Type d'étude Titre Auteur Année de Publication	Objectifs de l'étude	Matériels et méthodes	Résultats	Conclusion	Biais de l'étude
RCT (Randomised control Trial) Use of short implants (6 mm) in a single-tooth replacement: a 5-year follow-up prospective randomized controlled multicenter clinical study <i>Fabio Rossi Daniele Botticelli Gianfranco Cesaretti Enzo De Santis Stefano Storelli Niklaus P. Lang</i> 2015 (95)	Évaluation clinique et radiographique sur 5 ans, d'implants de 6mm ou de 10mm avec une surface rugueuse SLA, après mise en charge au bout de 7 semaines, supportant une <u>couronne unitaire</u> en région postérieure	60 implants placés sur 45 patients. Groupe test : 30 implants de 6,00 x 4,1mm. Groupe contrôle : 30 implants de 10,00 x 4,1mm. Restauration prothétique unitaire après 6 semaines. Évaluation annuelle du taux de survie et de la perte osseuse marginale + calcul du rapport couronne racine	5 implants perdus : 4 dans le groupe de test et 1 dans le groupe contrôle. Dans les 4 implants perdus dans le groupe test : 1 perdu avant la mise en charge 2 perdus entre la 2eme et la 3eme année 1 perdu durant la 4eme année. Dans le groupe témoin, l'implant a été perdu durant la 1ere année qui a suivi la mise en charge. <u>Taux de survie :</u> 86,7% à 5 ans groupe test 96,7% à 5 ans groupe témoin. Rapport couronne Racine : Groupe test : 1,49 en moyenne le jour de la pose et ensuite 1,55 durant les 5ans. Groupe témoin : 0,95 en moyenne du jour de la pose à la fin de l'étude. Perte osseuse marginale : perte la plus importante pendant la période d'ostéo-intégration : 0,38mm pour le groupe test, 0,36mm pour le groupe témoin, ensuite sur 5 ans il ya une perte de 0,14 et 0,18mm dans les groupes	Taux d'échec du groupe test > groupe témoin. Perte osseuse maximale entre la chirurgie et la mise en fonction. La perte osseuse est ensuite minime pendant les 5 années. Résultats identiques dans les 2 groupes. Perte des implants cours probablement dû à une fracture osseuse au niveau de l'interface os/implant. Implant du groupe test perdu avant la mise en charge : Patient fumeur, site de 14, os de type IV et insertion avec un torque<15Ncm	Biais de Sélection : Patient fumeur + patient Bruxomane Biais de performance

RCT Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 5 x 5 mm implants with a novel nanostructured calcium-incorporated titanium surface or by longer implants in augmented bone. One-year results from a randomised controlled trial <i>Pistilli, Roberto Felice, Pietro Piattelli, Maurizio Gessaroli, Manlio Soardi, Elisa Barausse, Carlo Buti, Jacopo Corvino, Valeria</i> 2013 (77)	Évaluer si des implants de 5x5mm avec une surface titane nanostructuré avec incorporation de calcium est une alternative à la pose d'implants de 10mm placés dans un os augmenté en hauteur grâce à des substituts osseux dans les sites postérieurs des mâchoires. Couronnes unitaires, jumelées ou bridge	40 patients avec une résorption mandibulaire (5-7mm d'os résiduel au-dessus du NAI) 40 patient avec une résorption maxillaire (4-6 mm d'os sous le sinus) <u>2 groupes parallèles :</u> 1^{er} groupe : pose de 1 à 3 implants de 5mm dans un site résorbé, 68 implants 2^{ème} groupe : 1 à 3 implants de 10mm avec augmentation osseuse 68 implants (maxillaire : sinus lift latéral+ comblement avec de l'os porcin et membrane résorbable ; mandibule : Croissance verticale par mise en place de bloc d'os bovin et membrane résorbable). Pose des implants est réalisée 4 mois post-chirurgie à la mandibule, et elle est simultanée au sinus lift au maxillaire). Pose couronne provisoire : 4 mois post pose implantaire Pose couronne définitive transvissées céramo-métal ou zircone : 4 mois post provisoire. Le suivi des patients est réalisé 1 an après la mise en charge implantaire.	1 patient avec greffe au maxillaire perdu de vue. A la mandibule 1 patient n'a pas voulu poursuivre le traitement à cause de nombreuses complications et un échec de la greffe et 1 autre patient n'a pas pu recevoir ses prothèses car perte de 2 implants. 1 implant court a été perdu au maxillaire. Taux de succès 98,5% dans les 2 groupes. <u>Pas de différence statistiquement significative concernant les taux d'échecs implantaires et prothétiques.</u> <u>Complications implantaires :</u> <u>A la mandibule :</u> 17 patients avec des complications en site de greffe contre 8 patients sans greffe. <u>Taux de complications statistiquement significatif et supérieur pour les sites greffés</u> (P = 0.0079; différence = -0.45 ; 95% CI -0.67 à -0.15) <u>Au maxillaire :</u> 5 patients avec des complications dues à la greffe contre zéro avec les implants courts. <u>Taux de complications statistiquement significatif et supérieur pour les sites greffés</u> (P = 0.047; différence = -0.25 ; 95% CI -0.44 à -0.06).	A 1 an, les implants de 5mm ont des résultats similaires aux sites augmentés. Les implants courts cependant présentent un taux de complication inférieur à celle des sites greffés. Les implants courts semblent être traitement de choix afin d'éviter une augmentation osseuse, notamment à la mandibule ou le traitement sera plus rapide, moins cher et avec moins de morbidité.	Conflit d'intérêt Biais de suivi Temps insuffisant Biais performance (les patients ont le droit de savoir quel traitement a été utilisé, les chirurgiens sauront e traitement aléatoire reçu). Pas de calcul échantillonnage Biais clinicien (2 praticiens)
---	--	---	--	---	---

		Mesures : Échecs prothétiques et implantaires Complications Perte osseuse marginale péri-implantaire.	<u>Perte osseuse péri-implantaire :</u> Mandibule : Implants courts 0,94mm Implants longs 1,03mm <u>Pas de différence statistiquement significative sur la perte osseuse péri implantaire mandibulaire</u> (différence -0.09 mm ; 95% CI -0.26 à 0.08, P = 0.295) Maxillaire Implants courts 0,87mm Implants longs 1,15mm <u>Pas de différence statistiquement significative sur la perte osseuse péri implantaire maxillaire</u> (différence : -0.28 mm ; 95% CI -0.56 à 0.01, P = 0.051).		
RCT Four mm-long versus longer implants in augmented bone in atrophic posterior jaws: 4-month post-loading results from a multicentre randomised controlled trial. <i>Esposito, Marco Zucchelli Giovanni Barausse, Carlo Pistilli Roberto Trullenque-Eriksson Anna Felice Pietro</i> 2016 (78)	Évaluation Clinique de l'utilisation d'implants courts de 4mm de longueur comme alternative au placement d'implants de 10mm associé à une augmentation osseuse dans les secteurs postérieurs résorbés ; avec de l'os équin à la mandibule ou un sinus lift par voie latérale avec comblement avec de l'os porcin. Couronnes unitaires, jumelées, parfois cantilever mésial.	40 patients avec une résorption mandibulaire (5-6mm d'os résiduel au-dessus du NAI) 40 patient avec une résorption maxillaire (4-5 mm d'os sous le sinus) 2 groupes parallèles : 1^{er} groupe : pose de 1 à 3 implants de 4mm dans un site résorbé, 80 implants 2^{ème} groupe : 1 à 3 implants de 10mm avec augmentation osseuse, 87 implants (maxillaire : sinus lift latéral+ comblement avec de l'os porcin et membrane résorbable ; mandibule : Croissance verticale par mise en place de bloc	Pas de patients perdus de vue. 6 implants mandibulaires avec une augmentation osseuse n'ont pu être mis en place, des implants plus courts furent mis en place. <u>Échecs implantaires :</u> <u>Mandibule</u> : 1 fracture mandibulaire dans l'augmentation osseuse associée à un échec implantaire d'un implant de 10mm ; 2 implants courts ont échoué sur 2 patients <u>Maxillaire</u> : 3 échecs des 4mm sur 2 patients ; 5 échecs des 10mm sur 3 patients <u>6 échecs implants longs : taux de succès 93,1%</u> <u>5 échecs implants courts, taux de succès 93,75%</u> <u>→ Pas de différence significative concernant le taux d'échec à</u>	Les implants courts ne montrent pas de taux d'échecs implantaires ou prothétiques supérieurs à ceux plus long posés dans un site augmenté. Cependant à 4 mois on observe un taux de complication inférieur ainsi qu'une perte osseuse marginale inférieure dans le groupe des implants courts. Si les implants courts ne sont pas moins bien, ils permettent un traitement plus rapide, moins invasif, moins cher et avec moins de morbidité.	Suivi sur 4 mois Biais de suivi Biais de performance Conflit d'intérêt Pas d'information sur le type d'os lors de l'implantation, ni sur le torque fournit le jour de la pose

		d'os équins et membrane résorbable). Pose des implants est réalisée 4 mois post-chirurgie à la mandibule, et elle est simultanée au sinus lift au maxillaire). Pose couronne provisoire : 4 mois post pose implantaire Pose couronne définitive : 4 mois post provisoire. Le suivi des patients est réalisé 4 mois après la mise en charge implantaire. Mesures : Échecs prothétiques et implantaires Complications Perte osseuse marginale péri-implantaire.	<u>4mois entre les 2 groupes</u> (P (test χ^2) = 1.000; différence de proportion= 0 ; 95% CI : -0.13 - 0.13). <u>Échecs prothétiques :</u> <u>Implants courts</u> : 2 prothèses (1 maxillaire et 1 mandibulaire) <u>Implants 10mm</u> : 4 prothèses (1 mandibulaire et 3 maxillaires) avec 3 patients non réhabilitables prothétiquement. <u>→ Pas de différence significative concernant le taux d'échecs prothétiques à 4 mois entre les 2 groupes</u> (P (test χ^2) = 0.399 ; différence de proportion= 0.05; 95% CI : -0.06 - 0.16) <u>Complications implantaires :</u> <u>Implants courts</u> : 1 patient à la mandibule et 3 patients au maxillaire <u>Implants 10mm</u> : 9 patients à la mandibule et 8 patients avec un sinus lift. <u>→ Taux de complications significativement différent à la mandibule entre les 2 groupes</u> (P (test χ^2) = 0.003; différence de proportion = 0.40; 95% CI : 0.16 - 0.64) <u>Pas de différence en ce qui concerne le maxillaire</u> (P (test du χ^2) = 0.077 ; différence de proportion = 0.25; 95% CI : -0.02 - 0.52) <u>Perte osseuse marginale :</u>	
--	--	--	---	--

			<u>Implants courts</u> : au maxillaire : 0,48 mm en moyenne et à la mandibule : 0,4mm <u>Implants 10mm</u> : au maxillaire : 0,5 mm et 0,58mm à la mandibule. → <u>Perte osseuse marginale significativement différente entre les 2 groupes à la mandibule</u> (différence moyenne : -0.12 mm, 95% CI: -0.20 - -0.04, P (ANCOVA) = 0.006) <u>Pas de différence significative au maxillaire</u> (différence moyenne : -0.02 mm, 95% CI : -0.10 to 0.07, P (ANCOVA) = 0.711)		
RCT Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 6 mm long 4 mm wide implants or by longer implants in augmented bone. One-year post-loading results from a pilot randomised controlled trial <i>Pistilli Roberto Felice Pietro Cannizzaro Gioacchino Piattelli Maurizio Corvino Valeria Barausse Carlo Buti Jacopo Soardi Elisa Esposito Marco</i>	Évaluer si des implants de 6,00mm de longueur et 4,00mm de diamètre sont une alternative valable à la pose d'implants de 10 x 4mm dans un os augmenté avec des substituts osseux dans une mâchoire résorbé. Couronnes unitaires ou jumelées	40 patients 20 patients avec une atrophie de la mandibule bilatérale avec entre 5 et 7mm d'os résiduel au-dessus du nerf alvéolaire inférieur 20 patients avec une atrophie maxillaire bilatérale avec entre 5 et 7mm d'os résiduel sous le sinus. Les patients recevront entre 1 et 3 implants de 6mm (80 implants courts), ou entre 1 et 3 implants de 10mm (91 implants longs) dans un os augmenté avec différentes chirurgies (maxillaire : sinus lift latéral+ comblement avec de l'os porcin et membrane résorbable ; mandibule : Croissance verticale par mise en	1 patient perdu de vue à la mandibule. Pas d'échec prothétique et implantaire au maxillaire. 2 prothèses mandibulaire sur des implants de 10mm non mis en place à cause d'un échec de la greffe. 1 échec due à une infection associée à la perte des 3 implants. <u>3 échecs implants longs dus à un échec de la greffe, taux de succès : 96,7%</u> <u>Implants courts : taux de succès 100%</u> <u>Pas de différence significative concernant le taux d'échecs prothétiques et implantaire.</u> <u>Complications</u> <u>Différence significative des complications sur un site greffé à la mandibule (P=0,0078), mais pas au maxillaire (P=0,1250).</u>	A 1an, les résultats indiquent que les implants de 6mm ont des résultats similaires sinon mieux que des implants plus long placés dans un site augmenté. De plus le taux de complications est bien inférieur avec les implants courts. Les implants courts semblent être une solution de choix par rapport à une augmentation osseuse, surtout en postérieur à la mandibule car le traitement est plus rapide, moins cher et avec moins de morbidité.	Biais de suivi Temps de suivi t Conflit d'intérêt Biais performance (les patients ont le droit de savoir quel traitement a été utilisé, les chirurgiens sauront e traitement aléatoire reçu). Calcul échantillon pour une mesure secondaire. Biais clinicien (2 praticiens)

2013 (79)		place de bloc d'os équin et membrane résorbable). Implants enfouis, mise en charge après 4 mois avec couronne provisoire, et mise en place des couronnes définitives (céramo-métal) 4 mois après (unitaires et jumelées) Mesure du taux d'échecs prothétiques et implantaire, des complications et du niveau osseux marginal péri-implantaire.	14 complications sur 12 patients sont survenues sur un site augmenté contre aucune avec les implants de 6mm. Toutes les complications sont survenues avant la mise en charge. <u>Perte osseuse péri-implantaire :</u> <u>Implants de 6mm :</u> 1,05mm de perte osseuse péri-implantaire mandibulaire 1,02mm perte osseuse au maxillaire <u>Implants de 10mm :</u> 1,07mm de perte osseuse à la mandibule 1,09mm de perte au maxillaire <u>Différence de perte osseuse statistiquement non significative au maxillaire et à la mandibule</u> (Mandibules : n = 18 ; différence moyenne : -0.02 mm ; 95% CI -0.16 à 0.12, P = 0.7384 ; maxillaire : n = 20 ; différence moyenne : -0.07 mm ; 95% CI -0.18 à 0.05 ; P = 0.2547)		
RCT Three-year results from a randomised controlled trial comparing prostheses supported by 5-mm long implants or by longer implants in augmented bone in posterior atrophic edentulous jaws <i>Esposito Marco Pistilli Roberto Barausse Carlo Felice Pietro</i>	Évaluer si des implants de 5,00 x 6mm sont une alternative valable à la pose d'implants de 10 x 6mm dans un os augmenté avec des substituts osseux dans une mâchoire résorbée. Couronnes unitaires ou jumelées.	30 patients 15 patients avec une atrophie de la mandibule bilatérale avec entre 5 et 7mm d'os résiduel au-dessus du nerf alvéolaire inférieur 15 patients avec une atrophie maxillaire bilatérale avec entre 4 et 6mm d'os résiduel sous le sinus. Les patients recevront entre 1 et 3 implants de 5 mm (60 implants courts), ou entre 1 et 3 implants de 10mm (68 implants longs) dans un	Dans 5 cas de mandibules augmentés, les implants de 10mm n'ont pas pu être mis en place, des implants de 8,5 et 7mm ont été mis à la place. 2 patients perdus de vue à 3 ans (1 au maxillaire et 1 à la mandibule). <u>Échecs prothétiques :</u> 3 échecs dans le groupe des implants courts vs aucun dans le groupe des implants longs. <u>Échecs implantaire :</u> Mandibule : 1 implants longs versus 2 implants court sur 1 patient Maxillaire : 1 implants longs versus 3 implants courts chez 2 patients.	3 ans après la mise en charge, les implants courts obtiennent des résultats équivalents aux implants plus longs dans un site avec une augmentation osseuse. La perte osseuse péri-implantaire semble être supérieure avec les implants longs, et plus spécialement au maxillaire comparativement aux implants courts.	Biais de suivi (perdus de vue) Suivi à plus long terme nécessaire Biais performance (les patients ont le droit de savoir quel traitement a été utilisé, les chirurgiens sauront e traitement aléatoire reçu). Biais détection

2014 (80)		os augmenté avec différentes chirurgies (maxillaire : sinus lift latéral+ comblement avec de l'os porcine et membrane résorbable ; mandibule : Croissance verticale par mise en place de bloc d'os équins et membrane résorbable). Implants enfouis, mise en charge après 4 mois avec couronne provisoire, et mise en place couronne définitive 4 mois après. Mesure du taux d'échecs prothétiques et implantaire, des complications et du niveau osseux marginal péri-implantaire.	<u>Taux de succès implants longs : 97%</u> <u>Taux de succès implants courts : 91,6%</u> <u>Pas de différence statistiquement significative concernant les taux d'échecs implantaires et prothétiques.</u> <u>Complications :</u> Implants courts : 13 complications sur 8 patients (dont 6 sur 1 seul patient). Implants longs : 13 complications sur 11 patients. <u>Pas de différence statistiquement significative concernant le taux de complication</u> (P = 0.63, différence = 0.10, 95% CI : -0.22 à 0.42). <u>Perte osseuse péri-implantaire :</u> Mandibule : Implants courts 1,44mm Implants longs 1,63mm <u>Différence statistiquement non significative</u> (P=0.059, différence = 0.24 mm ; 95% CI -0.01 à 0.49) Maxillaire : Implants courts 1,02mm Implants longs 1,54mm <u>Différence statistiquement significative</u> (différence = 0.41 mm ; 95% CI 0.21, 0.60, P = 0.001)	De plus les implants courts semblent être une alternative de choix à l'augmentation osseuse verticale, notamment à la mandibule, car le traitement est plus rapide moins cher et présence un taux de complications post opératoires inférieurs. Patients sans préférence pour un traitement en particulier, les deux leur semblent acceptable.	Calcul échantillonnage dans un 2eme temps Biais clinicien
RCT Short implants as an alternative to crestal sinus lift: A 1-year multicentre	Évaluer l'efficacité des implants courts (5 x 6mm) versus des implants de 10 x 4 mm placés en association d'un	20 patients édentés partiellement avec une hauteur crestale résiduelle de 5 à 7mm et avec 7mm d'épaisseur sous le sinus maxillaire	Pas de perdu de vue. <u>Taux de succès implantaire : 100% dans les 2 groupes.</u> Pas de complications implantaires.	Les 2 techniques obtiennent des résultats excellents, et aucune de différence n'a été observée entre les prothèses	Durée étude Taille de l'échantillon Situation parodontale

randomised controlled trial. <i>Felice Pietro Esposito, Marco Barausse, Carlo Pistilli Roberto Trullenque- Eriksson Anna Bruno Vincenzo</i> 2015 (81)	sinus lift par voie crestale.	(mesuré garce au scanner). Distribution aléatoire en 2 groupes afin de recevoir 1 à 2 implants courts (16 implants) (5 x 6mm) ou 1 à 2 implants de 10mm (18 implants) associé à une sinus lift par voie crestale avec de l'os bovin (Endobon). Implants enfouis pendant 4 mois pour l'ostéo-intégration avant mise en charge avec prothèse provisoire. 4 mois après la mise sous provisoire, mise en place des prothèses définitives (scellées ou trans-vissées céramo-métal). Mesures : Échecs prothétiques et implantaires Complications Perte osseuse marginale péri-implantaire Satisfactions des patients → Suivi des patients 1 an après la mise en charge.	<u>Perte osseuse marginale péri-implantaire :</u> Implants courts : 0,7±0,19mm Implants longs : 0,87±0,21mm Pas de différence statistiquement significative entre les groupes (différence : -0,17mm ; IC 95% : -0,35 – 0,2 ; p = 0,078)	supportées par des implants courts ou long après 1 an de mise en charge. Néanmoins, c'est au praticien de choisir la technique qu'il préfère mettre en place. Suivi sur le plus long terme nécessaire pour savoir si les implants courts sont une solution fiable sur le long terme.	Mobilité implantaire Tabac Type d'implant utilisé
--	--------------------------------------	--	---	---	--

RCT Peri-implant Bone Density around Implants of Different Lengths: A 3-year Follow-up of a Randomized Clinical Trial <i>Sahrman P Schoen P Naenni N Jung R Attin T Schmidlin PR</i> 2017 (91)	Étude radiographique du changement de densité osseuse péri-implantaire après 3 ans en comparant des implants de 6mm avec des implants de 10mm.	87 implants : 39 implants de 10mm et 48 implants de 6mm. Sélection de 3 sites prédéfinis (1 au bout de l'apex implantaire, 2 au niveau de la moitié de l'implant en mésial et en distal) sur une radiographie standardisée afin d'évaluer, grâce à une échelle de gris, la densité de l'os péri-implantaire. Les radiographies sont calibrées à chaque rendez-vous en utilisant des zones de contrôle de densité constante et elles sont réalisées à 1an, 2ans et 3ans.	Pas de différence significative en ce qui concerne le sexe, la localisation, le tabac ou l'histoire de la maladie parodontale. <u>Différence significative sur l'échelle de gris autour des implants courts, avec un degré de minéralisation plus important autour des implants courts.</u>	Une minéralisation plus importante autour des implants courts a été enregistré. Il est nécessaire cependant d'étudier sur le long terme le taux de succès des implants courts + qualité osseuse avec d'autres techniques (biopsies, imagerie 3D)	Nombre de patients non définis au préalable Groupes test et témoins non égaux Patients fumeurs acceptés (<19 cigarettes par jour). Pas d'information sur le type d'os le jour de la pose implantaire, ni sur le torque utilisé pour poser l'implant. Afin de connaître la nature exacte de l'os et de la qualité du contact os-implant, une approche beaucoup plus invasive serait nécessaire + utilisation de la radiographie 3D.
RCT Posterior jaws rehabilitated with partial prostheses supported by 4.0 x 4.0 mm or by longer implants: One-year post-loading results from a multicenter randomised controlled trial	Évaluer si des implants de 4,0 x 4,0mm peuvent être une alternative à la pose d'implants de 8,5 x 4 mm placés en zone postérieur des mâchoires avec un volume osseux adéquat.	150 patients avec une mandibule postérieure résorbée (12,5mm d'os au-dessus du canal mandibulaire) ou un maxillaire avec 11,5mm d'os sous le sinus, ont été tirés au sort et placés aléatoirement en 2 groupes. 1^{er} groupe :	75 patients dans chaque groupe. 1 patient perdu de vue après l'évaluation des 4mois post mise en charge. 3 patients ont perdu 1 implants de 4,00mm chacun ; 2 patients ont perdu 1 implants de 8,5mm chacun. Taux de succès implants longs : 98,2 % Taux de succès implants courts : 97,5%	Après 1 an, les implants courts ont des résultats similaires aux implants plus longs dans les zones postérieures.	Biais de suivi Besoin de suivre les patients sur 5-10 ans pour faire des recommandations valables Biais performance

<i>Felice Pietro</i> <i>Checchi Luigi</i> <i>Barausse Carlo</i> <i>Pistilli Roberto</i> <i>Sammartino</i> <i>Gilberto</i> <i>Masi Irene</i> <i>Ippolito Daniela</i> <i>Rita</i> <i>Esposito Marco</i> 2016 (82)		Ils recevront entre 1 et 3 implants de 4,00x4,00mm, 124 implants courts 2eme groupe : Ils recevront entre 1 et 3 implants de 8,5x4,00mm, 116 implants longs Mise en charge après 4 mois d'ostéo-intégration avec prothèse définitive. Patients suivis sur 1 an après la mise en charge. Mesure taux d'échecs implantaires et prothétiques, des complications et du niveau osseux péri-implantaire.	<u>Pas de différence statistiquement significative concernant le taux d'échec implantaire</u> (Différence =0.013 ; 95% CI : -0.058 à 0.087; P = 0.506) Les échecs implantaires sont survenus avant la mise en charge, ils ont tous été remplacés, et la mise en place de 2 prothèses dans chaque groupe a été différée de plusieurs mois. <u>Pas de différence statistiquement significative pour le taux d'échec prothétique</u> (Différence = 0.0004; 95% CI : -0.068 à 0.069; P = 0.685) <u>Complications implantaires :</u> 3 patients dans le groupe des implants courts contre 2 dans le groupe des implants longs <u>Pas de différence statistiquement significative entre les groupes pour les complications</u> (Différence = 0.013; 95% CI : -0.058 à 0.087; P = 0.506) <u>Perte osseuse péri-implantaire :</u> Implants courts : 0,53mm en moyenne Implants longs : 0,57mm <u>Pas de différence statistiquement significative pour la perte osseuse péri-implantaire entre les 2 groupes</u>		
---	--	--	--	--	--

			(Différence moyenne = 0.038 mm ; 95% CI : -0.068 à 0.138; P = 0.198)		
Etude comparative prospective Peri-implant crevicular fluid levels of cathepsin-K, RANKL, and OPG around standard, short, and mini dental implants after prosthodontic loading <i>Raif Alan</i> <i>Ismail Marakoglu</i> <i>Seyfullah Haliloglu</i> 2015 (96)	Comparaison d'implants standards, courts (6mm de long x 4,2-4,8 de large) et mini-implants avec pour objectif d'associer les paramètres cliniques avec les niveaux du fluide cervical péri-implantaire (PICF) de CTSK (Cathepsin K), RANKL (RANK ligand), OPG (Ostéoprotégérine) après mise en charge prothétique. RANKL et OPG sont trouvés en plus grande quantité dans un tissu inflammatoire ; CTSK : rôle dans l'activité des ostéoclastes	78 implants non enfouis chez 30 patients (13 hommes-17 femmes). Mise en place de 1 à 7 implants par patient. 3 groupes : groupe standard(n=27), court(n=26), mini(n=25). Mise en place prothèse après 4 mois d'ostéo-intégration. Évaluation (avant la mise en place de la prothèse, à 2 jours, 15 jours et 3 mois) clinique (mesure index de plaque modifié et mesure index de gingival modifié + profondeur de poche + saignement gingival + épaisseur de tissu kératinisée), radiographique (post-chirurgie et à 3 mois afin de mesure la perte osseuse marginale) et prélèvement d'échantillonnage de PICF	Comparaison des changements des paramètres biochimiques et cliniques avec les mesures de références prises avant la mise en charge. Les paramètres cliniques intra-groupe sont augmentés de manière statistiquement significative. Mais si on compare les valeurs entre les groupes(inter-groupe), il n'y a pas de différence statistiquement significative des valeurs entre les groupes sauf pour la profondeur de poche (elle est plus importante dans les groupe standard et court que dans le mini). Perte osseuse marginale supérieure au maxillaire dans le groupe standard uniquement (différence statistiquement significative). A 3 mois : les niveaux d'OPG, RANKL et CTSK ne sont pas différent des mesures avant la mise en charge.	Implants courts, et mini-implants obtiennent des résultats équivalents à ceux des implants standards après 3 mois de mise en charge.	Pas de randomisation Besoin d'une évaluation à plus long terme
Etude Clinique prospective Preliminary 2-year report on treatment outcomes for 6-mm-long implants	Évaluation Clinique et radiographique du devenir d'implants ultra-courts (6mm long x 4mm de diamètre) supportant des prothèses fixées	25 patients avec un édentement mandibulaire partiel et 7-8mm d'os résiduel au-dessus du canal mandibulaire.	Taux de survie à 2 ans : 96,8% (2 échecs implantaire chez un patient). <u>Perte osseuse péri-implantaire</u> stable ($0,4 \pm 0,23$ à 6mois, $0,51 \pm 0,38$ à 1an, $0,6 \pm 0,13$ à 2ans) et non affecté par le rapport couronne/implant.	Utilisation des implants courts semble être une méthode prédictible pour des patients avec un secteur postérieur mandibulaire atrophié	Pas de randomisation Critères inclusion/exclusion Type d'implants

in posterior atrophic mandibles Pieri F Aldini NN Fini M Marchetti C Corinaldesi G 2012 (92)	dans le cas d'une atrophie postérieure mandibulaire sévère	Placement de 61 implants enfouis. Mise en charge à 5-6 mois. Suivi des patients pendant 2 ans après la mise en charge avec des examens cliniques, radiographiques, et une analyse des fréquences de résonnance (RFA).	Moyenne des RFA a augmenté de manière significative entre le placement de l'implant ($67,35 \pm 6,67$) et les mesures réalisées 2 ans après ($72,91 \pm 5,07$, $P < 0,0001$). Complications prothétiques : 2 prothèses descellées, perte d'une vis de prothèse, et 3 éclats de céramiques.	et un rapport couronne racine augmenté.	Analyse des données incomplètes
Étude clinique comparative prospective Evaluation of extrashort 4-mm implants in mandibular edentulous patients with reduced bone height in comparison with standard implants: a 12- month results <i>Jose Luis Calvo-Guirado</i> <i>Jose Alberto Lopez Torres</i> <i>Michel Dard</i> <i>Fawad Javed</i> <i>Carlos Perez-Albacete</i> <i>Martinez</i> <i>Jose Eduardo Mate Sanchez de Val</i>	Évaluer la stabilité primaire, la perte osseuse marginale, le taux de survie ainsi que les critères de succès des implants courts de 4mm de long comparé à des implants de longueur traditionnelle supportant un bridge complet sur implant.	10 patients avec un édentement complet mandibulaire Chaque patient reçoit le même traitement : 6 implants placés, 2 implants de longueur standard (10mm) dans la zone antérieure entre les forams mentonniers, et 4 implants de 4mm (Standard plus, Roxolid, SLActive, Institut Straumann AG) en zone postérieure mandibulaire. Mise en place du bridge complet sur implant à 3 mois. Évaluation le jour de la pose des implants, à 3 mois, 6 mois et 1 an après la chirurgie pour évaluer la stabilité primaire, stabilité secondaire, perte osseuse marginale, taux de survie, valeurs du torque d'insertion,	60 implants placés chez 10 patients. Moyenne du torque d'insertion plus faible avec les implants de 4mm qu'avec ceux de 10mm ($38,1\text{Ncm}$ vs. $42,2\text{Ncm}$) mais sans différence statistiquement significative. Perte osseuse marginale similaire pour les groupes sur toute la période. Perte d'un implant court avant la mise en charge. Taux de survie à 1 an : 97,5% pour les implants courts et 100% pour les implants standards. La stabilité implantaire mesurée avec la RFA n'est pas significativement inférieure pour les implants de 4mm comparé aux 10mm. Perte osseuse marginale inférieures pour les implants courts mais cette différence n'est pas statistiquement significative.	Les implants courts supportant des couronnes unitaires ou des bridges sont une option implantaire de choix avec un succès clinique et radiographique similaire aux implants plus long dans des cas de mandibule très résorbé.	Échantillon trop faible Durée de suivi trop faible Données sur le long terme avec un nombre d'implants plus grand et plus de sujets nécessaires pour confirmer ces résultats.

2016 (93)		analyse des fréquences de résonnance, et radiographie péri-apicale.			
Analyse Photo élastique Short implants to support mandibular complete dentures - photoelastic analysis <i>Marcele Jardim PIMENTEL</i> <i>Wander José da SILVA</i> <i>Altair Antoninha DEL BEL CURY</i>	Évaluation du stress autour d'implants courts dans une mandibule atrophiée édentée	6 groupes d'implants avec 2 diamètres possibles (4 et 5mm) et 3 longueurs possibles (5, 7 et 9mm) : Ci9 (9 x 4 mm), Ci7 (7 x 4 mm), Ci5 (5 x 4 mm), Wi9 (9 x 5 mm), Wi7 (7 x 5 mm) et Wi5 (5 x 5 mm). Ces groupes sont comparés à un groupe de contrôle CG(11x4mm). L'analyse a été réalisée grâce à la méthode photo-élastique. Chaque modèle comprend 4 implants identiques connectés entre eux avec une barre Chrome-Cobalt qui simule un bridge sur implant. Application d'une force de 0,15kg sur la partie terminale du cantilever. Mesure du stress sur une résine photo-élastique dans laquelle les implants sont placés et analyse garce à un logiciel.	<u>Analyse Qualitative :</u> Bandes majoritairement présente au niveau de l'implant le plus proche de la zone d'application de la charge (Implant A), ainsi que sur l'implant le plus proche de celui-ci (Implant B)→ Analyse de ces 2 implants uniquement. <u>Analyse Quantitative :</u> <u>IMPLANT A :</u> <u>Stress au niveau de la zone cervicale :</u> Équivalence entre les implants de 9mm et ceux du groupe contrôle. Stress augmenté dans le groupe des implants courts de 4mm de diamètre : Différence statistiquement significative entre les implants du groupe contrôle et les implants de 5 et 7mm de longueur avec un diamètre de 4mm (p<0,005). Si on augmente le diamètre des implants courts (5mm), on observe une diminution du stress. Avec un diamètre de 5mm, on n'observe pas de différence statistiquement significative entre les implants courts et le groupe de contrôle (p>0,05). Zone apicale : Les implants Ci5(5x4mm) : stress péri-apicale supérieur à celui du groupe contrôle avec une différence statistiquement significative.	Les implants courts (5 et 7mm) de 4mm de diamètre semblent générer plus de stress au niveau cervical, cependant l'augmentation du diamètre des implants (5mm) permet de diminuer ce stress. Les implants courts obtiennent ainsi des résultats équivalents aux implants plus longs.	Cantilever distal avec application de la force sur cette zone-là : non recommandé en implantologie Étude In vitro
2017 (102)					

			L'augmentation du diamètre entraîne une diminution du stress, on n'observe pas de différence statistiquement significative entre les Wi5 avec le groupe contrôle. <u>IMPLANT B :</u> La longueur et le diamètre ne semblent pas interférer avec le stress au niveau cervical. Stress apical augmenté pour le groupe Ci5 : Différence statistiquement significative entre Ci5 et le groupe contrôle		
Étude Clinique prospective multicentrique Four-Millimeter-Long Posterior-Mandible Implants: 5-Year Outcomes of a Prospective Multicenter Study <i>Christer Slotte</i> <i>Arne Grønningsaeter</i> <i>Anne-Marie Halmøy</i> <i>Lars-Olof Öhrnell</i> <i>Arne Mordenfeld</i> <i>Sten Isaksson</i> <i>Lars-Åke Johansson</i> 2014 (83)	Évaluation sur 5 ans du taux de survie et de la perte osseuse marginale d'implants de 4mm supportant une prothèse fixée dans des cas de mandibule sévèrement résorbées.	Sur 28 patients, évaluation de 86 implants ostéo-intégrés de 4mm de long supportant 3 ou 4 prothèses fixés jumelées (sans utilisation de bridge ou de cantilever) sur une période de 5 ans	3 sujets perdus de vue (1 patient a eu ses 3 implants retirés après 1 an, 2 patients décédés(6implants)). Perte de 5 implants chez 3 sujets entre 3 et 5 ans. <u>Taux de survie 92,2%</u> (44 patients et 71 implants actifs après 5 ans). <u>Perte osseuse marginale moyenne :</u> A 1 an : 0,44mm 2 ans : 0,57 3 ans : 0,55 5 ans : 0,53 Pas de changement significatif après 1 an. <u>% plaque à 5 ans :</u> 13,3%, avec 69% des implants sans plaque. <u>Saignement gingival :</u> 8,1% des implants. Complications prothétiques : perte 2 prothèses.	Les implants de 4mm peuvent supporter des prothèses fixées partielles dans des cas de résorption mandibulaire importantes sur 5 ans avec un environnement péri-implantaire correct	Pas de randomisation Pas de comparaison avec un groupe témoin

Etude Clinique prospective 6-mm-long implants loaded with fiberreinforced composite resin-bonded fixed prostheses (FRCRBFDPs). A 5-year prospective study <i>Fabio Rossi Niklaus P. Lang Emanuele Ricci Lorenzo Ferraioli Claudio Marchetti Daniele Botti</i> 2017 (84)	Évaluer le devenir clinique et radiographique ainsi que le taux de survie de prothèses fixées en résine renforcées par des fibres composites (FRCRBFDPs) supportés par 2 implants courts en région postérieure des mâchoires (maxillaire ou mandibule).	20 patients reçoivent 40 implants SLActive avec diamètre de 4,1mm (n=29) ou 4,8mm (n=11). Mesure du torque d'insertion et Analyse de la fréquence de résonance (RFA) le jour de la pose. Réhabilitation prothétique 8 semaines après la pose des implants avec des prothèses fixées trans-visées de 2 ou 3 éléments. Mesure du taux de survie implantaire et du niveau osseux marginal chaque année jusqu'à 5 ans après la pose.	Taux de survie implantaire à 5 ans : 90% 2 patients ont perdu 4 implants supportant 2 prothèses entre la 3ème et la 4ème année. Taux de succès prothétique : 70% 4 patients avec une fracture de leurs prothèses. Perte osseuse marginale moyenne des implants restants après 5 ans de mise en fonction : $0,30 \pm 0,34$mm. Pas de changement statistiquement significatif du niveau osseux entre la première et la 5ème année.	Taux de survie implantaire à 5ans : 90% avec la perte de 2 bridges au maxillaire Taux de survie prothétique 70%	Pas de comparaison Pas de randomisation Pas de description des résultats stat
RCT Single crowns in the resorbed posterior maxilla supported by either 6-mm implants or by 11-mm implants combined with sinus floor elevation surgery: a 1-year randomised controlled trial. <i>Gulje Felix L Raghoobar Gerry M Vissin, Arjan Meijer Henny J.A.</i>	Évaluer les performances Clinique d'une couronne unitaire au maxillaire postérieur supporté par un implant de 6mm ou par un implant de 11mm associé à un comblement sinusien afin d'augmenter la hauteur osseuse.	41 patients avec une prémolaire ou molaire manquante au maxillaire avec un niveau osseux de 6 à 8mm dans cette zone. Chaque patient est tiré au sort pour recevoir un implant de 11mm associé à une augmentation osseuse chirurgicale par comblement sinusien ou pour recevoir un implant de 6mm sans greffe. Après 3 mois d'ostéo-intégration, restauration prothétique.	1 patient du groupe des implants de 11mm décédé pendant l'étude. Pas d'échec implantaires, pas de complication biologique ou technique. Pas de différence significative entre les groupes pour la perte osseuse marginale moyenne ($0,1 \pm 0,3$mm). Tissus péri-implantaires très sains dans les 2 groupes. Satisfaction des patients élevée dans les 2 groupes	<u>Résultats équivalents dans les 2 groupes afin de supporter une couronne unitaire dans un cas de résorption maxillaire important après 1 an. Taux de survie des implants courts à 1an : 100%</u>	Biais de suivi Biais performance Biais de détection (l'utilisation d'un investigateur indépendant non mentionné)

2014 (100)		Mesure de la survie implantaire, changement du niveau osseux radiographique, plaque dentaire, tartre, saignement gingival, inflammation péri-implantaire, complications biologique et techniques, satisfaction du patient (évaluation avant le traitement et à 12 mois).			
Étude comparative prospective Success rate of short dental implants supporting single crowns and fixed bridges <i>Hans Malmstrom Bhumija Gupta Alexis Ghanem Rita Cacciato Yanfang Ren Georgios E. Romanos</i> 2015 (86)	Évaluer le succès des implants courts de 6 et 8mm avec une surface texturée après 2 ans de mise en charge comparés à des implants de longueur standard (11mm)	Sur 30 patients ayant refusés une augmentation osseuse maxillaire ou mandibulaire : pose de 25 implants de 6mm 20 implants de 8mm 35 implants de 11mm La prothèse (unitaire, bridge ou jumelée) mise en place après 12 semaines d'ostéo-intégration. Mesures, au moment de la pose de la prothèse, à 6, 12 et 24 mois, du taux de succès implantaire, de la perte osseuse crestale, de mobilité implantaire ainsi que l'indice de plaque, l'indice gingival et la profondeur de poche.	<u>Taux de succès :</u> 97% Implants 6mm 100% implants de 8 et 11mm Perte d'un implant de 6mm pendant période d'ostéo-intégration. <u>Complications prothétiques :</u> 1 fracture d'une vis d'un pilier implantaire sur un implant de 6mm. <u>Perte osseuse médiane :</u> <u>Pas de différence statistiquement significative entre les groupes.</u> A 24 mois : 0,45mm pour les implants de 6mm 0,55mm pour les 8mm 0,65mm pour les 11mm. <u>Paramètres parodontaux :</u> <u>Pas de changement significatif pendant la période d'étude.</u>	<u>Les implants de 6 ou 8mm ont un taux de succès (97 et 100%) comparable à ceux des implants de 11mm (100%).</u> <u>Besoin de données sur le plus long terme pour confirmer ces résultats.</u>	Pas d'exclusion si pathologie parodontale Pas de randomisation Période étude courte
RCT Clinical Investigation and	Évaluer les paramètres cliniques ainsi que la satisfaction des patients ayant reçu	Distribution aléatoire des 56 patients en 3 groupes : 1 : Implants 6mm	Pas de perte implantaire précoce. Pas de différence statistiquement significative pour le QSI parmi les 3 groupes entre la chirurgie et le recueil des données.	Les 3 traitements sont surs pour traitement d'un maxillaire supérieur résorbé (hauteur os résiduelle	Pas de données sur le long terme Manque donnée cliniques : niveau osseux marginal,

Patient Satisfaction of Short Implants Versus Longer Implants with Osteotome Sinus Floor Elevation in Atrophic Posterior Maxillae: A Pilot Randomized Trial <i>Xiao-Meng Zhang Jun-Yu Shi Ying-Xin Gu Shi-Chong Qiao Jia-Ji Mo Hong-Chang Lai</i> 2017 (87)	un traitement implantaire avec des implants courts (6mm) ou avec des implants plus longs (8 ou 10mm) combiné à une élévation sinusienne par ostéotomie (OSFE).	2 : Implants de 8mm + OSFE 3 : Implants 10 mm + OSFE. Mise en place de la prothèse 3 mois après la chirurgie. Mesures : Échec implantaire précoce (avant mise en charge), complications implantaires, quotient de stabilité implantaire (QSI), satisfaction des patients avec une échelle visuelle analogique (VAS).	Échelle visuelle analogique reflétant la satisfaction des patients concernant les vibrations pendant la chirurgie significativement supérieure dans le groupe 1 que dans le groupe 3.	comprise entre 6 et 8mm). Les patients sont satisfaits quel que soit le traitement malgré un certain inconfort dû aux vibrations pendant l'ostéotomie.	type os dans lequel implant a été placé, type de dent remplacée...
RCT Randomized controlled multicentre study comparing short dental implants (6 mm) versus longer dental implants (11–15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures. Part 1 : demographics and patient-reported	Comparaison du taux de survie des implants courts (6mm) avec celui d'implants plus long (11-15mm) associé à une augmentation sinusienne.	101 patients (137 implants) avec une hauteur osseuse maxillaire comprise entre 5 et 7mm. Mise en place de 1 à 4 implants par patient. 2 groupes constitués aléatoirement : 1 : groupe implants courts : 50 patients et 67 implants. 2 : groupes implants longs + élévation de sinus : 51 patients et 70 implants. Mise en charge des implants à 6 mois avec une couronne unitaire.	2 patients perdus de vue (1 décès) dans le groupe 1 avec 1 implant et 2 implants 2 patients, 1 de chaque groupe avec 1 implant chacun, non venus au rendez-vous de contrôle à 1 an. <u>Total de l'étude : 97 patients et 132 implants étudiés.</u> <u>Taux de survie implantaire : 100% sur la population étudiée.</u> (Pire des cas : si patients non suivis ont perdus implants : taux survie groupe 1 : 97% et groupe 2 : 98,6%.) <u>Temps de la chirurgie/implant :</u> Groupe 1 : Temps moyen de 52,6 minutes Groupe 2 : Temps moyen : 74,6 minutes (augmentation de 50 % en moyenne).	Les 2 traitements sont valables pour une thérapie implantaire dans un maxillaire résorbé. Les implants courts sont préférables si on regarde la morbidité à court terme, le temps de traitement ainsi que le cout de la chirurgie.	Biais de détection (l'utilisation d'un investigateur indépendant non mentionné) Biais performance Biais de suivi Biais clinicien

outcomes at 1 year of loading <i>Gian Pietro Schincaglia</i> <i>Daniel S. Thoma</i> <i>Robert Haas</i> <i>Marcin Tutak</i> <i>Abel Garcia</i> <i>Thomas D. Taylor</i> <i>Christoph H. F. Hammerle</i> 2015 (97)		Patients réexaminés après 1 an de mise en charge. Mesures : Temps de traitement Prix du traitement Sûreté Résultats déclarés par le patient (oral health impact profile) et taux de survie implantaire	<u>Différence entre les 2 groupes statistiquement significative avec un temps de chirurgie bien moindre dans le groupe 1.</u> <u>Prix moyen (chirurgie uniquement) :</u> Groupe 1 : 941 € Groupe 2 : 1946 €. Ratio (implants courts/élévation sinusienne) varie de 43 à 54%. <u>Évènements indésirables :</u> Groupe 1 : 6 dont 1 « sérieux » Groupe 2 : 14 dont 1 « sérieux ». Pas de différence entre les groupes <u>OHIP :</u> Score de gravité moyen entre le retrait des sutures et la référence ont révélé une diminution statistiquement significative pour la plupart des dimensions relevées dans le groupe 2 uniquement.		
RCT Randomized controlled multicenter study comparing short dental implants (6 mm) versus longer dental implants (11–15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures. Part 2 : clinical and radiographic outcomes at 1 year of loading	Comparaison Clinique et radiographique d'implants courts de 6mm à des implants longs (11 à 15mm) associés à une augmentation sinusienne.	101 patients avec 5 à 7 mm de hauteur osseuse résiduelle au maxillaire postérieur ont été tirés au sort afin de recevoir 1 à 4 implants qui sont soit des implants courts (6mm x 4mm) soit des implants longs (11, 13 et 15mm x 4mm) avec une augmentation sinusienne. Mise en charge des implants après 6 mois d'ostéo-intégration avec des couronnes unitaires. Réévaluation à 12mois après la mise en charge.	97 patients avec 132 implants ont été analysés. <u>Taux de succès 100%</u> pour chaque groupe chez les patients dont les données ont été analysées ; <u>Pire des cas</u> (patients non venus/décès, leurs implants ont été tous considérés comme un échec) : <u>Taux de succès de 98,7% pour les implants longs et 97% pour les implants courts.</u> <u>Perte osseuse marginale :</u> Entre le placement des implants et la mise en charge (p<0,001) : Implants longs : -0,22±0,59mm Implants courts :	Les résultats obtenus indiquent que les implants courts ont des <u>performances cliniques et radiographiques équivalentes</u> à celle des implants longs associés à une augmentation sinusienne par voie latérale. L'augmentation du rapport couronne/implant présent dans le groupe des implants courts ne semble pas avoir	Biais de suivi Durée étude insuffisante. Qualité os

Gian Pietro Schincaglia Daniel S. Thoma Robert Haas Marcin Tutak Abel Garcia Thomas D. Taylor Christoph H. F. Hammerle 2015 (101)		Mesure : Taux de survie implantaire Perte osseuse marginale Profondeur de poche péri-implantaire Saignement au sondage Rapport couronne/implant Analyses statistiques avec des tests paramétriques.	-0,3±0,45mm Entre la mise en charge et le contrôle à 1 an : Implants longs : -0,37±0,59mm Implants courts : -0,22±0,3mm <u>Pas de différence statistiquement significative entre les groupes en ce qui concerne la perte osseuse marginale.</u> Au sein des groupes, on observe une différence statistiquement significative entre la chirurgie et la mise en charge, ainsi qu'entre la mise en charge et le contrôle à 1 an. <u>Profondeur de poche :</u> Implants longs : 2,3±1,4mm Implants courts : 2,8±0,9mm Pas de différence statistiquement significativement significative entre les groupes (p=0,1). <u>Contrôle de plaque :</u> pas de différence statistiquement significative entre les groupes (p=0,2). <u>Saignement au sondage :</u> 38% des implants longs et 52% des implants courts. <u>Différence statistiquement significative entre les groupes avec un saignement plus important pour les implants courts (p = 0,038).</u> <u>Rapport couronne/racine :</u> Implants longs : 0,99±0,17mm	d'effets délétères sur la perte osseuse marginale ni sur les complications prothétiques pendant les 12 premiers mois. Étude sur le plus long terme nécessaire	
--	--	--	---	--	--

			Implants courts : $1,86 \pm 0,23 \text{ mm}$ Différence statistiquement significative entre les groupes avec un rapport supérieur pour les implants courts ($p < 0.001$; CI=95% ; -0.96 à -0.83). <u>Pas de corrélation trouvée entre le rapport couronne/implant et la perte osseuse marginale, corrélation statistiquement non significative.</u>		
RCT Short dental implants (6 mm) <i>versus</i> long dental implants (11–15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures: 3-year results from a multicentre, randomized, controlled clinical trial <i>Veronika Pohl Daniel S. Thoma Katarzyna Sporniak-Tutak Abel Garcia-Garcia Thomas D. Taylor Robert Haas Christoph H. F. Hämmerle</i> 2017	Évaluer si l'utilisation d'implants courts (6mm) obtient au taux de survie équivalent à celui d'implants longs (11 à 15mm associés à un sinus lift.	101 patients avec 5 à 7 mm de hauteur osseuse résiduelle au maxillaire postérieur ont été tirés au sort afin de recevoir 1 à 4 implants qui sont soit des implants courts (6mm x 4mm) soit des implants longs (11, 13 et 15mm x 4mm) avec une augmentation sinusienne. Mise en charge des implants après 6 mois d'ostéo-intégration avec des couronnes unitaires. Réévaluation à 3 ans après la mise en charge. Mesure : Taux de survie implantaire Perte osseuse marginale	101 patients avec 137 implants. Lors de la réévaluation des 3 ans, 94 patients avec 129 implants ont été réexaminés. <u>Taux de survie implantaire de 100% pour les implants courts et longs.</u> <u>Mesures cliniques :</u> <u>Profondeur de poche :</u> <u>Profondeur de poche inférieure pour les implants courts comparé aux implants longs</u> ($2,8 \pm 0,9 \text{ mm}$ vs $3,0 \pm 0,76$, $p = 0,035$). L'augmentation moyenne de la profondeur de poche entre la réévaluation à 1 an et celle des 3 ans, statistiquement non significative pour les implants courts ($0,1 \text{ mm} \pm 1,1 \text{ mm}$; $p = 0,646$), a contrario des implants longs ($0,5 \text{ mm} \pm 1,1 \text{ mm}$; $p = 0,001$). <u>Pas de différence statistiquement significative entre les groupes pour le contrôle de plaque.</u> <u>Saignement gingival :</u>	Malgré les limites d'une période d'observation relativement courte, cette étude suggère que des implants courts utilisés pour restaurer un édentement unitaire est une solution aussi viable que d'utiliser des implants plus longs en combinaison d'un sinus lift.	Conflit d'intérêt avec Sirona Durée étude Biais de suivi

(88)		Profondeur de poche péri-implantaire Saignement au sondage Rapport couronne/implant Analyses statistiques avec des tests non-paramétriques	Nombre total des surfaces positives 30,9% des sites dans le groupe greffé contre 20,1% pour les implants courts ($p = 0,380$). Pas de différence statistiquement significative <u>Perte osseuse marginale à 3ans :</u> Implants courts : 0,44mm Implants longs : 0,45mm Perte osseuse marginale statistiquement significative observée dans les 2 groupes (Implants long - $0,43\text{mm} \pm 0,58\text{mm}$; implants courts - $0,44 \pm 0,56\text{mm}$) entre la pose de l'implant et la réévaluation des 3ans, ainsi qu'entre la pose de la couronne et la réévaluation des 3ans pour les implants longs ($-0,25 \pm 0,58\text{mm}$) mais pas pour les courts ($-0,1 \pm 0,54\text{mm}$). <u>Évènements indésirables (EI) :</u> Entre 1 et 3ans : Aucune complication biologique 13 évènements indésirables mais pas de différence statistiquement significative entre les groupes ($p=0,654$) La plupart des EI impliquaient la <u>perte ou la fracture de la vis implantaire</u>, et la majorité se situaient en région molaire. Cependant Pas de différence statistiquement significative entre la région molaire et prémolaire ($p=0,278$)		
RCT Short (6-mm) dental implants versus sinus floor	Évaluer sur 3 ans si les implants courts (6mm) peuvent être une alternative viable au placement	Patients avec un édentement partiel 1 à 4 dents au maxillaire postérieur.	53 patients/90 implants Implants courts : 45 implants chez 33 patients Implants longs : 45 implants chez 20 patients.	Résultats cliniques équivalents entre les 2 groupes.	Biais de suivi Durée étude Personnes fumeuses admises mais pas

elevation and placement of longer (≥ 10-mm) dental implants: a randomized controlled trial with a 3-year follow-up <i>Souheil Bechara Ricardas Kubilius Giovanni Veronesi Jefferson T. Pires Jamil A. Shibli Francesco G. Mangano</i> 2016 (89)	d'implants standards (≥ 10mm) associés à une élévation du plancher sinusien au maxillaire postérieur.	Sélection aléatoire des patients pour recevoir de 1 à 4 implants courts (6mm long x 4 à 8 mm de diamètre) ou de 1 à 4 implants longs (10, 11,5, 13 et 15mm de long x 4 à 8mm de diamètre) associés à une élévation sinusienne par voie latérale. Mise en charge des implants 4 mois après la chirurgie avec des couronnes unitaires ou avec des bridges. Suivi annuel pendant 3 ans et évaluations des paramètres cliniques et radiographiques. Critères principaux : Taux de survie implantaire Stabilité implantaire Perte osseuse marginale Complications Critères secondaires : Satisfaction des patients Temps de traitement Cout du traitement	Pas de différence statistiquement significative entre les groupes concernant les données démographiques (sexe, âge, tabac, maladie parodontale...). Indication principale pour les implants courts : édentement unitaire (24 implants). Indication principale pour les implants longs : prothèse fixée partielle (24 implants). Taux de survie : 2 échecs implantaires sur le même patient du groupe des implants longs, 2 mois après la chirurgie. 1 patient (1 implant) décédé à 2,5 ans dans le groupe des implants courts. <u>Taux de survie implantaire à 3 ans :</u> <u>Implants courts : 100%</u> <u>Implants longs associés à une chirurgie : 95,6%.</u> <u>Stabilité implantaire :</u> <u>Moyennes de l'ISQ entre implants longs et implants courts équivalentes le jour de la pose (68.2 vs. 67.8, $P = 0.1$), le jour de la pose de la prothèse (69.5 vs. 69.4, $P = 0.9$) et à 1 an (71.0 vs. 71.5, $P = 0.1$).</u> <u>A 3 ans, les implants longs ont une moyenne d'ISQ significativement supérieure à celle des implants courts (72.4 vs. 71.6, $P = 0.004$).</u>	Taux de survie équivalents (100% groupe test vs 95,6% groupe témoin). Stabilité implantaire des implants longs supérieures aux courts à 3 ans. Perte osseuse marginale des implants longs supérieures aux courts à 3 ans. Taux de complication per et post-op supérieurs pour les implants longs associés à la chirurgie <u>Traitement par implants courts plus rapide, moins coûteux pour des résultats équivalents à 3 ans.</u> Résultats à plus long terme nécessaire pour confirmer les résultats de l'étude.	de connaissance de la limite
---	--	---	--	---	-------------------------------------

Perte osseuse marginale péri-implantaire :

Moyenne perte osseuse péri-implantaire supérieur dans le groupe des implants longs comparativement à celle des implants courts à 1 (0.14 mm vs. 0.21 mm, $P = 0.006$) et 3 ans (0.20 mm vs. 0.27 mm, $P = 0.01$).

Complications :

Pas de complications dans le groupe des implants courts.

Implants longs :

19 complications biologiques (3 saignements peropératoire et 15 œdèmes post-op, 1 sinusite chronique qui a entraînée l'échec implantaire de 2 implants).

Différence statistiquement significative des complications biologiques entre les 2 groupes en défaveur du groupe des implants longs (saignement peropératoire $p=0,049$; œdème post op $p<0,0001$).
Pas de mucosite péri-implantaire ni de péri-implantite.
Pas de complications prothétiques, mécaniques ou techniques après 3 ans.

Temps de traitement et coût :

Temps :

Implants courts : $19,1 \pm 7,1$ minutes / implant

Implants longs + élévation sinusienne :

$32,2 \pm 8,5$ mn.

		Ratio (implant court/élévation sinus + implants long) 59%. Temps de traitement quasiment doublé. Différence entre les 2 groupes statistiquement significative ($p < 0,0001$), temps inférieur pour les implants courts. <u>Coût</u> (pour 1 implant, limité à la chirurgie) : Implant court : 700€ Implant long : 1700€ Ratio (implant court/élévation sinus + implants long) 52% Prix d'intervention doublé par l'augmentation sinusienne. Différence statistiquement significative entre les 2 groupes ($p < 0,0001$), prix inférieur pour les implants courts. <u>Satisfaction des patients :</u> Patients très satisfaits de la fonction implantaire dans les 2 groupes (90,6% pour les implants courts et 85% pour les longs), le reste des patients étaient satisfaits, aucun non satisfait par le traitement réalisé. Pas de différence statistiquement significative entre les groupes concernant la satisfaction en rapport avec la fonction. Satisfaction esthétique : aucun patient non satisfait, très satisfait (implants courts : 84,4% et 75% pour les implants longs) Pas de différence statistiquement significative entre les groupes concernant la satisfaction		
--	--	---	--	--

			esthétique, l'entretien (93,8% et 90% de satisfaction pour les implants courts et longs respectivement), leurs attentes (90,6% et 85% pour les implants courts et longs respectivement. 90,6% et 85% des patients, pour les implants courts et longs respectivement, seraient prêt à refaire le même traitement et à le recommander à la famille ou à des amis. Pas de différence statistiquement significative entre les groupes concernant la satisfaction globale. Patients du groupe test entièrement satisfait du prix à 84,4% contre 55% dans le groupe contrôle. Pas de patients non satisfaits. Perception du cout du traitement statistiquement différente entre les 2 groupes (p=0,03)		
Etude prospective Success and Failure Rates of 1,344 6- to 9-mm-Length Rough-Surface Implants Placed at the Time of Transalveolar Sinus Elevations, Restored with Single Crowns, and Followed for 60 to 229 Months in Function. Fugazzotto PA 2017 (69)	Évaluer le taux de succès et la stabilité des implants de 6 à 9mm de long et de 6,5mm de large au niveau du col (wide neck tissu level) placés en même temps qu'une augmentation sinusienne par voie trans-alvéolaire (utilisation tréphine + ostéotome). Restauration par couronne unitaire.	1344 implants de 6 à 9mm de long, 4,6 mm de large au niveau du corps et 6,5mm au niveau du col. Suivi de 60 à 229 mois après la mise en fonction. Temps moyen 121,1 mois. Évaluation du taux de succès selon les critères d'Alberktsson	Taux de succès cumulé : 98,8% Implants 6mm : N= 190 97,5% succès ; 109,2 mois de suivi moyen 7mm : N = 11 100% succès 218,5 mois de suivi moyen 8mm : N = 1094 98,9% succès 112,3 mois de suivi moyen 9mm :	Implants de 6 à 9mm placés en même temps qu'une élévation de sinus trans-alvéolaire avec une tréphine et un ostéotome montrent un taux de succès clinique à long terme important.	Critères inclusion/exclusion Type d'os Pas de comparaison statistique entre les groupes

			N = 49 100% succès 212,1 mois de suivi moyen		
Etude in-vitro Comparison of strains for splinted and nonsplinted screw-retained prostheses on short implants <i>Yilmaz B</i> <i>Seidt JD</i> <i>McGlumphy EA</i> <i>Clelland NL</i> 2011 (103)	Étude in vitro qui cherche à mesurer et comparer les contraintes générées par le jumelage ou non des couronnes visées implantaire pour des implants courts (6x4mm) avec une connexion interne	Réalisation d'un scanner d'un patient à qui il manque l'ensemble des molaires mandibulaires, et grâce à un logiciel, il est réalisé un modèle en résine acrylique. 2 implants sont placés du côté gauche du modèle. 1 série d'étude sur les implants jumelés 1 série sur les implants non jumelés Application de forces verticales et obliques de 400N grâce à une machine et ce 3 fois par série. Réalisation d'images 3D avec mesure des forces. Comparaison des données : distribution du stress pour les contraintes maximum et minimum	Données qualitatives : Augmentation des forces pour les couronnes jumelées en direction de la zone d'application de la force. Différence statistiquement significative entre les 2 types de prothèses uniquement sous l'effet d'une force oblique maximale.	Jumeler des implants semble Augmenter le stress péri-implantaire pendant la fonction. Étude clinique nécessaire pour confirmer les résultats	Nombre d'implants faible. Étude in vitro.
Cohorte rétrospective An assessment of crown-to-root ratios with short sintered porous-surfaced implants supporting	Étude des relations entre la longueur implantaire, surface implantaire et le rapport couronne/implant avec le niveau osseux péri-	199 implants afin de restaurer l'édentement partiel de 74 patients. 2 groupes : 1 groupe implants courts (5 à 7mm) ; surface implantaire < 600mm²	Rapport couronne/ implant moyen : 1,5 (0,8 à 3). 78,5% des implants avec ratio [1,1 ; 2,0] Le rapport couronne/implant n'influence pas le niveau osseux péri-implantaire.	Les implants de moins de 7mm obtiennent de bons résultats dans cette série de traitement sur des patients édentés partiellement.	Pas de renseignements sur la distribution Pas de randomisation Résultats spécifiques pour ces implants

protheses in partially edentulous patients <i>Rokni S</i> <i>Todescan R</i> <i>Watson P</i> <i>Pharoah M</i> <i>Adegbembo AO</i> <i>Deporter D</i> 2005 (5)	implantaire dans 2 groupes d'édentés partiels. Implants avec surface texturée.	1 groupe implants longs (9 à 12mm) ; surface implantaire > 600mm ² Mesure du rapport couronne/racine, du niveau osseux marginal péri-implantaire avec des couronnes jumelées ou non.	Les implants longs ont une perte osseuse marginale supérieure aux implants courts (+0,2mm). Les implants jumelés ont une perte osseuse marginale supérieure aux implants non jumelés (+0,2mm). Différence statistiquement significative pour les 2 groupes.	Ces résultats suggèrent que les implants longs et/ou jumelés ont une perte osseuse marginale majorée.	Manque des données cliniques
Cohorte rétrospective Crown-to-implant ratios of single tooth implant-supported restorations <i>John Schulte</i> <i>Arturo M. Flores</i> <i>Meghan Weed</i> 2007 (104)	Étude qui cherche à déterminer le rapport couronne/implant d'une prothèse unitaire supra-implantaire et ensuite comparer ce rapport avec les recommandations du rapport couronne/racine réalisés pour les dents naturelles.	294 patients avec 1 ou plusieurs implants Bicon. Mesure de la longueur de l'implant et de la couronne directement sur les radiographies, et calcul direct du rapport couronne/implant. Mesure du taux d'échecs implantaire	889 implants Moyenne temps de suivi : 2,3ans [0,1 à 7,4ans]. <u>Taux de survie 98,2%</u> (16 échecs) Rapport couronne/implant [0,5 à 3] Rapport couronne/implant en place moyen : 1,3 Rapport couronne/implant en échec : 1,4.	Les résultats de cette étude suggèrent que les recommandations concernant le rapport couronne/racine pour es dents naturelles ne peuvent être appliquées pour les implants. De plus les rapports couronnes : implants des implants en place ou ayant échoués sont similaires	Manque données cliniques Pas de randomisation
Etude in vitro In vitro evaluation of the primary stability of short and conventional implants. <i>Guilherme José Pimentel Lopes de Oliveira</i> <i>Luiz Antônio Borelli Barros-Filho</i>	Évaluer, in vitro, la stabilité primaire d'implants courts et standards avec différents types de plateformes dans des sites de densité différentes (os de type 1 et 4).	120 implants placés dans des blocs de polyuréthane afin de simuler différentes densités osseuses (os type 1 et 4). Les implants sont divisés en 10 groupes de 12 implants en fonction de type de connexion prothétique (hexagone externe, cône morse, et	Torque d'insertion inférieur pour les implants placés dans les blocs de densité de type 4 comparés au type 1. Implants courts avec un hexagone externe montrent une augmentation du torque d'insertion comparé aux implants courts avec un cône morse dans les blocs de densité type 1.	Pas de différence entre implants courts et standards. Les implants courts ont une stabilité primaire et un torque d'insertion équivalent aux implants standards quel que soit le type de connexion ou de densité osseuse.	Poly uréthane différent de l'os naturel, Manque de données

<i>Luiz Antônio Borelli Barros</i> <i>Thalita Pereira Queiroz</i> <i>Elcio Marcantonio Jr</i> 2016 (90)		dimensions des implants (conventionnel : 10 x 4mm ; courts : 5 x 5mm, 5,5 x 5,5mm, 6 x 5mm, 6 x 5,5mm). Mesure du torque d'insertion et de la fréquence de résonnance afin d'évaluer la stabilité primaire. Test Kruskal-Wallis complété par le test de Dunn pour les analyses statistiques, niveau de confiance : 95%, P<0,05	En général les implants placés dans un os de type 1 montrent une stabilité primaire plus importante. Stabilité primaire réduite pour les implants courts de diamètre 5,5mm avec connexion hexagonale, et 5mm avec cône morse. Pas de différence entre implants courts et standards.		
Cohorte retrospective The Survival of Ultrashort locking-taper implants <i>Urdaneta RA</i> <i>Daher S</i> <i>Leary J</i> <i>Emanuel KM</i> <i>Chuang SK</i> 2012 (108)	Évaluer la performance des implants de 5mm de longueur.	Cohorte rétrospective réalisée entre Janvier 2008 et Décembre 2009. Patients ayant reçu 1 implant Bicon avec revêtement d'hydroxyapatite de 5mm de largeur. Mesure du taux d'échec implantaire.	291 patients ayant reçu 410 implants avec cône morse ont été suivis sur 20 mois en moyenne. Parmi ces implants : 211 implants ultra courts (57 : 5 x 5mm et 154 6 x 5mm), et 199 implants courts (8 x 5mm). 322 implants restaurés avec couronne unitaire (94,6%). Proportion plus importante de restaurations unitaires pour les implants ultra courts (94,6%) comparé aux implants courts (92,2%). 9 échecs implantaires, taux de survie cumulé 97,5% 5 implants ultracourts (6 x 5mm) et 4 implants courts. Pas d'échecs pour les implants de 5,5mm. Taux de survie implants ultra-courts : 97,6%	Taux de survie des implants de 5 et 6mm sont comparables à ceux des implants courts de 8mm.	Pas de renseignements sur la distribution Pas de randomisation Résultats spécifiques pour ces implants Manque des données cliniques (type d'os localisation, type de prothèse, état parodontal...)

			Taux de survie Implants courts : 95,2% Pas de différence statistiquement significative du taux de survie entre les implants courts et ultra courts ($p=0,68$) La longueur implantaire ne peut pas être associée à l'échec implantaire ($p=0,49$)		
Etude prospective Evaluation of Ultrashort and Longer Implants with Microrough Surfaces: Results of a 24- to 36-Month Prospective Study. <i>Malchiodi L</i> <i>Caricasulo R</i> <i>Cucchi A</i> <i>Vinci R</i> <i>Agliardi E</i> <i>Gherlone E</i> 2017 (106)	Évaluer si les implants ultra-courts sont une solution thérapeutique viable en évaluant leur effet sur la perte osseuse marginale, et en évaluant leur survie et leur taux de succès.	Patients traités en utilisant implants de 6, 9 et 11mm ayant subi un sablage et un mordantage acide, supportant des prothèses partielles fixes. Examen clinique et radiographique réalisé annuellement. Données récoltées : Position de l'implant Longueur et diamètre implantaire Perte osseuse péri-implantaire Ratio clinique et anatomique couronne/implant.	111 implants de 6mm mis en place (30,6%) 2 implants perdus avant la mise en charge. Pas de perte implantaire pendant la durée de l'étude. Taux de survie implantaire : 98,2% (100% depuis la mise en charge). 4 implants ne présentent pas les critères relatifs au succès implantaire (perte osseuse crestale trop importante). Taux de succès : 94,6% (96,3% depuis la mise en charge). Taux de succès et perte osseuse péri-implantaire ne montrent pas de différence statistiquement significative entre les implants des différentes longueurs. Pas de corrélation trouvée entre la longueur implantaire et la résorption osseuse.	Les implants de 6mm ne montrent pas de résultats différents à ceux des implants de 9 et 11mm. Ils peuvent être considérés comme une solution viable, sûre, et moins invasive pour une réhabilitation prothétique dans un cas de résorption osseuse importante.	Manques donnés : critères inclusion exclusion, Type d'os Pas de randomisation
Étude 3D par méthode des éléments finis Influence of Implant	Évaluer l'influence de la longueur implantaire, le diamètre, un ancrage bi-cortical et l'augmentation	Étude par méthode des éléments finis de modèles osseux avec quantité osseuse A et C dans la région maxillaire postérieure, avec des	Quantité osseuse A : Implant de 6 x 4mm : distribution des contraintes la plus élevée. Quantité osseuse C : Distribution du stress des implants de 6 x 5mm avec un ancrage bi cortical	Implants de 6mm doivent être utilisés avec une quantité osseuse C ou la largeur osseuse permet d'augmenter	Étude in vitro Manque de données

Length and Diameter, Bicortical Anchorage, and Sinus Augmentation on Bone Stress Distribution: Three-Dimensional Finite Element Analysis <i>Hiroyoshi Moriwaki Satoshi Yamaguchi Tamaki Nakano Yasufumi Yamanishi Satoshi Imazato Hirofumi Yatani</i> 2016 (65)	sinusienne sur le stress péri-implantaire avec une étude tridimensionnelle par la méthode des éléments finis.	implants de différentes longueurs et diamètres, sur des modèles de conception assisté par ordinateur. Mesure de la distribution des contraintes maximales pour chaque modèle est calculée.	bien inférieur que pour les implants de 6 x 4mm et des implants de 13mm avec augmentation sinusienne.	le diamètre implantaire de 4 à 5mm.	Orientation de forces Forces appliquées
Étude observationnelle Short dental implants as a treatment option: results from an observational study in a single private practice. <i>Arlin ML</i> 2006 (107)	Évaluer le devenir clinique d'implants courts (6 et 8mm de longueur) placés dans des sites avec peu d'os disponible (7 à 11mm), dans un essai privé et de comparer leur survie à des celles des implants plus longs.	Implants placés par un praticien libéral avec diverses indications cliniques. Critères exclusion : Diabète non stabilisé Alcoolisme Problème du système immunitaire Données recueillis : Effets 2nd Position implant Calcul taux de survie à 2 ans pour les implants de 6, 8, 10 et 16mm.	630 implants Straumann placés chez 264 patients entre avril 1994 et décembre 2003. 35 implants de 6mm 141 implants de 8mm 454 entre 10 et 16mm Suivi maximum : 64,6 mois pour les implants de 6mm 83,7 mois pour les implants de 88 102 mois pour les implants de 10 à 16mm. <u>Taux de survie à 2 ans :</u> 94,3% pour les implants de 6mm 99,3% pour les implants de 8mm 97,4% pour les implants de 10 à 16mm.	Les résultats montrent que les implants de 6 et 8mm ont une évolution sur 2 ans comparable aux implants plus longs dans cet échantillon de la population. Dans cette étude les implants courts montrent une bonne fiabilité avec une faible quantité d'os disponible sans besoin d'augmentation osseuse	Biais de suivi Manque données cliniques

Étude comparative prospective Extra short dental implants supporting an overdenture in the edentulous maxilla: a proof of concept <i>Van Assche N. Michels S. Quirynen M. Naert I.</i> 2012 (94)	Évaluer le devenir d'implants courts placés en association d'implants longs afin de supporter une overdenture au maxillaire.	12 patients qui reçoivent 6 implants afin de supporter une overdenture au maxillaire. Seulement 1 patient avait encore 2 molaires maxillaires, les autres étaient édentés complets. Composition de la mandibule variable. L'implant distal de chaque quadrant était un implant de 6mm et les implants au milieu étaient d'une longueur comprise entre 10 et 14mm. Tous les implants ont été placés en 1 seul temps et mis en charge précoce après 6 semaines. Données cliniques et radiographiques relevées après 6, 12 et 24 mois après la mise en charge.	1 échec sur un implant court 2 semaines après la chirurgie probablement due à une mobilisation précoce par la prothèse transitoire. Perte osseuse marginale moyenne : 0,7 mm pour les implants courts vs 1,3 mm pour les implants longs au cours de la 1ere année. 0,3mm (implants courts) vs 0,2mm (implants longs) pendant la 2eme année. Quotien de stabilité implantaire moyen : 67 pour les implants courts vs 70 pour les implants longs le jour de la pose 75 (implants courts) vs 78 (implants longs) après 1 an de mise en charge. Après 2 ans de suivi l'ensemble des prothèses étaient stables et confortables.	Une prothèse complète sur 6 implants dont 2 avec une longueur réduite semble représenter une option de traitement performante. Pas de différence significative n'a pu être trouvée entre les différentes longueurs implantaires après 2 ans de suivi. Cependant la perte osseuse avec des implants courts pourrait augmenter la probabilité d'échecs	Tests statistiques Manque données cliniques Nombre patients faible

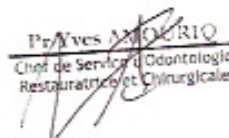
Cohorte retrospective Crown-to-Implant Ratios of Short-Length Implants <i>Hardeep Birdi John Schulte Alejandro Kovacs Meghan Weed Sung-Kiang Chuang</i> 2010 (105)	Déterminer si le rapport couronne/implant de couronnes unitaires supportées par un implant court est délétère pour sa survie, et évaluer la santé de ces implants grâce au niveau osseux marginal péri-implantaire.	194 patients avec 1 implant de 5,7 ou 6mm supportant une prothèse unitaire et ayant été placé entre Février 1997 et Décembre 2005. Recueil des radiographies les plus récentes. Mesure des longueurs implantaire et des couronnes grâce aux radios. Mesure du niveau osseux marginal péri-implantaire mésial et distal en utilisant un grossissement X3, et correction athématique des distorsions. Calcul du suivi entre le moment où l'implant fut placé et la dernière radiographie disponible. Utilisation d'analyses statistiques avec analyses des modèles de variable mixte.	309 implants incluent dans cette étude. Moyenne du temps de suivi : 20,9 mois (15,6 à 122,8 mois). Moyenne longueur de la couronne : 13,4 mm (6,2 à 21,7 mm). Moyenne du rapport couronne/implant : 2,0 (0,9 à 3,2). Moyenne du niveau osseux marginal péri-implantaire mésial (-0,2 mm) et distal (-0,2mm). Pas de relation statistiquement significative observée entre l'augmentation du rapport couronne/implant et la diminution du niveau osseux marginal péri-implantaire distal ou mésial avec un Pvalue de 0,94 (mésial) et 0,57 (distal).	Pas d'association retrouvée entre le rapport couronne/implant et le niveau osseux marginal péri-implantaire	Biais suivi Nombreux biais
Revue systématique Short implants versus sinus lifting with longer implants to restore the posterior maxilla: a systematic review <i>Thoma D. S. Zeltner M. Hüsler J.</i>	Comparer les implants courts au maxillaire postérieur avec des implants plus long placé après ou simultanément à une élévation du plancher sinusal. <u>Question posée :</u> Est-ce que les implants courts sont supérieurs aux	Recherche MEDLINE (1990-2014) sur les essais cliniques randomisés qui comparent les implants courts aux implants longs dans un site avec augmentation sinusienne. La recherche a été complétée par une recherche manuelle par	8 essais cliniques contrôlés randomisés comparant des implants courts (≤ 6mm) à des implants plus longs (> 6mm) dans un sinus augmenté, issus d'une recherche comptant initialement 851 titres. En général, l'ensemble des études ont été effectuées avec un faible risque de biais. Basé sur les <u>résultats des suivis les plus longs</u> (5 études, 16-18mois) :	Les résultats des analyses de l'enquête démontrent un taux de survie prévisible élevé pour les implants courts ainsi que pour les implants longs placés dans un site augmenté, et pour leurs reconstitutions prothétiques.	Base de données unique

Hämmerle C. H. F. Jung R. E. 2015 (98)	implants longs dans un site augmenté en termes de survie, taux de complication, reconstruction, prix et ressenti du patient.	une sélection de papiers et revues publiées entre 2011 et 2014. Sélection des études selon des critères d'inclusion et évaluation qualitative menée. Des statistiques descriptives ont été appliqué sur un nombre de mesure des résultats. Taux de survie des implants analysés entre les différentes études.	Taux de survie des implants longs : 99,5% (IC 95% : 97,6 – 99,98%). Taux de survie des implants courts : 99,0% (IC 95% : 96,4 - 99,8%). <u>Études avec un suivi plus court</u> (3 études, 8-9mois) : Taux de survie des implants longs : 100% (IC 95% : 97,1 – 100%) Taux de survie des implants courts : 98,2% (IC 95% : 93,9 – 99,7%). Complications principalement d'origine biologique, survenant majoritairement pendant l'intervention pour les implants longs (perforation des membranes pendant sinus lift). Temps d'intervention 3 fois plus long pour un implant long placé dans un sinus augmenté que pour un implant court. Résultats rapportés par le patient, la morbidité, le temps d'intervention ainsi que le cout sont en faveur des implants courts. L'ensemble des études ont été réalisées par des chirurgiens dans un contexte clinique spécialisé.	Si on regarde le nombre de complications biologiques, une augmentation de la morbidité, les coûts ainsi que le temps d'intervention, les implants courts semblent être une solution alternative de choix.	
Revue Systématique Short implants compared to	Évaluer les données pertinentes qui comparent les implants courts à des implants plus long	Recherche Manuelle et sur PubMed réalisée afin de trouver l'ensemble des études publiées en anglais qui	Cette revue tend à montrer des taux de survie similaire entre les implants courts et les implants longs placés dans un site augmenté (96,24% Vs	Taux de survie similaire entre les implants courts et les implants longs	

implants in vertically augmented bone: a systematic review <i>Nisand D.</i> <i>Picard N.</i> <i>Rochietta I.</i> 2015 (99)	associés à une augmentation osseuse.	comparent les implants courts aux implants longs associées à une augmentation osseuse. La recherche initiale a abouti à 3387 articles. 4 articles ont finalement été inclus dans cette revue.	95,09%) avec un suivi compris entre 1 et 5 ans. Pas de différence entre les groupes en ce qui concerne le taux de survie prothétique. Plus de complications chirurgicales apparaissent quand il s'agit des implants longs placés avec une augmentation osseuse (56 patients avec des complications dans le groupe des implants longs versus 18 patients dans le groupe des implants courts).	placés en site osseux augmenté. L'augmentation osseuse verticale semble être associée à une augmentation du temps et du prix du traitement. Ces résultats sont à interpréter avec précaution à cause de la petite taille de l'échantillon, une durée de suivi limitée et que les études sont issues du même groupe d'auteur. Afin de tirer des conclusions, un échantillon plus important et un temps de suivi plus long, l'utilisation de protocoles cliniques différents et améliorés, sont nécessaires.	
--	--	---	--	--	--

UNIVERSITÉ DE NANTES
UNITÉ DE FORMATION ET DE RECHERCHE D'ODONTOLOGIE

Vu le Président du Jury,


Pr Yves AMOUREUX
Chef de Service d'Odontologie
Restauration et Chirurgicale

Vu et permis d'imprimer

Vu le Doyen,



Pr Bernard GIUMELLI

LE SCOUL (Thomas). Indications, contre-indications et taux de succès des implants courts ($\leq 6\text{mm}$), revue de littérature—148f ; ill. (36) ; tabl. (15) ; 118 ref ; 30 cm (Thèse : Chir. Dent ; Nantes ; 2018)

RÉSUMÉ : Les implants courts constituent une solution thérapeutique fiable et intéressante dans de nombreuses situations cliniques notamment dans une zone postérieure résorbée. D'après la littérature leur taux de succès est équivalent aux implants standards, il est cependant nécessaire que des études à plus long termes soient réalisées afin de confirmer les résultats.

Ces implants permettent d'éviter les chirurgies pré-implantaires d'augmentation d'osseuse nécessaire à la pose d'implants standards et ainsi limiter les complications post-opératoires, le coût et le temps du traitement.

L'objectif de cette thèse est de définir plus précisément les indications, les contre-indications et de faire le point sur le taux de succès des implants de très faible longueur.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT

Odontologie - Implantologie

MOTS CLÉS MESH : implants dentaires/dental implants, résorption osseuse/bone resorption, taux de survie/survival rate, régénération osseuse/bone regeneration, interface os-implant/bone-implant interface, ostéointégration/osseointegration, revue de littérature/review, sinus maxillaire/maxillary sinus, nerf alvéolaire inférieur/mandibular nerve, confort du patient/patient comfort

JURY

Président : Professeur Yves AMOURIQ
Assesseur : Docteur Christian VERNER
Assesseur : Docteur Nicolas STRUBBE
Assesseur : Docteur Hélène LE HECHO
Directeur : Docteur HOORNAERT A.

ADRESSE DE L'AUTEUR

10 Rue Charles Brunellière – 44100 Nantes
Adresse mail : thomas.lescoul@gmail.com