

Année 2017

N° 015

**Intérêt des implants de faible diamètre :
analyse de la littérature**

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

Présentée et soutenue publiquement par

Fabienne WOJTIUK

Née le 23/07/1989

Le 14 mars 2017 devant le jury ci-dessous :

Président : Monsieur le Professeur Assem SOUEIDAN

Assesseur : Monsieur le Docteur Xavier STRUILLOU

Assesseur : Madame le Docteur Cécile BERNARD

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Alain HOORNAERT

UNIVERSITE DE NANTES	
Président	Pr LABOUX Olivier
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE	
Doyen	Pr AMOURIQ Yves
Assesseurs	Dr LE BARS Pierre Pr SOUEIDAN Assem Pr WEISS Pierre
Professeurs des Universités Praticiens Hospitaliers des C.S.E.R.D	
Monsieur AMOURIQ Yves Monsieur GIUMELLI Bernard Monsieur LESCLOUS Philippe	Madame 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 Madame LEROUXEL Emmanuelle	Madame HYON Isabelle Madame GOEMAERE GALIERE Hélène
Maîtres de Conférences Praticiens Hospitaliers des C.S.E.R.D	Assistants Hospitaliers Universitaires des C.S.E.R.D
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles Madame ARMENGOL Valérie Monsieur BADRAN Zahi Madame BLERY Pauline Monsieur BODIC François 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 Monsieur LE GUEHENNEC Laurent Madame LOPEZ-CAZAUX Serena Monsieur MARION Dominique Monsieur NIVET Marc-Henri Madame RENARD Emmanuelle Monsieur RENAUDIN Stéphane Madame ROY Elisabeth Monsieur STRUILLLOU Xavier Monsieur VERNER Christian	Monsieur ABBAS Amine Monsieur AUBEUX Davy Madame BERNARD Cécile Monsieur BOUCHET Xavier Madame BRAY Estelle Madame CLOITRE Alexandra Monsieur DRUGEAU Kévin Madame GOUGEON Béatrice Monsieur LE BOURHIS Antoine Monsieur LE GUENNEC Benoît Monsieur LOCHON Damien Madame MACON Claire Madame MAIRE-FROMENT Claire-Hélène Madame MERCUSOT Marie-Caroline Monsieur PILON Nicolas Monsieur PRUD'HOMME Tony Monsieur SARKISSIAN Louis-Emmanuel
Maître de Conférences	
Madame VINATIER Claire	
Enseignants Associés	A.T.E.R
Monsieur KOUADIO Ayepa (Assistant Associé) Madame LOLAH Aoula (MC Associé) Madame RAKIC Mia (MC Associé)	Monsieur BON Nina

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

Remerciements,

A Monsieur le Professeur Assem SOUEIDAN

Professeur des Universités
Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires
Docteur de l'Université de Nantes
Habilité à diriger des recherches
Département de Parodontologie

Nantes

*Pour m'avoir fait l'honneur de présider ce jury,
Pour votre écoute et votre disponibilité durant tout mon internat,
Pour m'avoir permis de me former en parodontologie,
Veuillez trouvez ici l'expression de mon plus profond respect et de toute ma reconnaissance.*

A Monsieur le Docteur Alain HOORNAERT

Maître de conférences des Universités
Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires
Docteur de l'Université d'Orsay
Directeur du Diplôme Universitaire en Implantologie Orale
Département de Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques, Biomatériaux,
Biophysique, Radiologie

Nantes

*Pour avoir accepté de diriger cette thèse,
Pour m'avoir permis d'intégrer le Diplôme Universitaire d'Implantologie Orale,
Pour votre regard transdisciplinaire,
Pour votre exigence,
Veuillez trouvez ici l'expression de mon plus grand respect et de ma sincère gratitude.*

A Monsieur le Docteur Xavier STRUILLLOU

Maître de conférences des Universités
Praticien Hospitalier des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche Dentaires
Docteur de l'Université de Nantes
Département de parodontologie

Nantes

*Pour avoir accepté de siéger dans ce jury,
Pour vos enseignements en parodontologie et en implantologie,
Pour vos conseils bienveillants qui m'ont permis de progresser en chirurgie parodontale et
implantaire,
Veuillez trouvez ici l'expression de mes sincères remerciements et mon plus grand respect.*

A Madame le Docteur Cécile BERNARD

Assistant Hospitalier Universitaire des Centres de Soins, d'Enseignement et de Recherche
Dentaires
Ancienne interne en médecine bucco-dentaire des hôpitaux de Lyon
Département de prothèse

Nantes

*Pour avoir accepté de siéger dans ce jury,
Pour vos enseignements et vos conseils avisés en prothèse pendant mon internat,
Pour vos encouragements dans mes projets,
Veuillez recevoir l'expression de mes sincères remerciements et le témoignage de mon amitié.*

Table des matières

Introduction	11
1 Généralités	12
1.1 Traumatisme chirurgical et cicatrisation	12
1.1.1 Facteurs dépendants des conditions de mise en place de l'implant.....	12
1.1.2 Facteurs dépendants de l'implant (biomatériau, forme, état de surface).....	13
1.2 Choix du diamètre implantaire	13
1.3 Définition des diamètres implantaires	16
1.4 Historique et développement des implants de faible diamètre	17
1.5 Les mini-implants	18
1.5.1 Définition	18
1.5.2 Indications des mini-implants	18
1.5.3 Avantages/inconvénients des mini-implants	18
1.6 Les implants étroits.....	19
1.6.1 Espace mésio-distal faible	19
1.6.2 Faible épaisseur vestibulo-linguale	19
1.6.3 Remplacement des incisives latérales maxillaires et des incisives mandibulaires	20
1.7 Biomécanique des implants de faible diamètre	20
1.7.1 Risque de fracture.....	20
1.7.1 Surcharge occlusale.....	22
1.7.2 Stress osseux crestal	22
1.7.3 Nouveaux alliages et états de surface	22
1.8 Implants disponibles sur le marché.....	23
2 Analyse de la littérature.....	24
2.1 Bibliométrie	24
2.2 Analyse descriptive	26
3 Apport des implants de faible diamètre	29
3.1 Implants de faible diamètre situés en secteur antérieur.....	29
3.1.1 Littérature	29
3.1.2 Implants antérieurs en 2 pièces.....	30
3.1.2.1 Taux de succès	30
3.1.2.2 Perte osseuse marginale	32
3.1.2.3 Evaluation esthétique	33
3.1.2.4 Complications	35
3.1.3 Implants antérieurs en 1 pièce	36
3.1.3.1 Taux de survie et de succès	36
3.1.3.2 Perte osseuse marginale	36
3.1.3.3 Prothèse et esthétique	37
3.1.3.4 Complications	38
3.2 Implants de faible diamètre en secteur postérieur	39
3.2.1 Littérature	39
3.2.2 Mini-implants	39
3.2.3 Implants étroits	40
3.2.3.1 Taux de survie et de succès	40
3.2.3.2 Perte osseuse marginale	41
3.2.3.3 Concepts prothétiques : mise en charge et occlusion	41
3.2.3.4 Complications	42
3.2.3.5 Innovations.....	42
3.2.3.6 Synthèse	43

3.3 Implants de faible diamètre en secteur antérieur et postérieur	44
3.3.1 Littérature	44
3.3.2 Etudes sur les implants en titane-zirconium (Ti-Zr).....	44
3.3.2.1 Généralités	44
3.3.2.2 Taux de survie et de succès	45
3.3.2.3 Perte osseuse marginale	45
3.3.2.4 Autres paramètres cliniques	46
3.3.3 Etudes de faible niveau de preuve	47
3.3.3.1 Généralités	47
3.3.3.2 Taux de survie.....	47
3.3.3.3 Perte osseuse marginale	48
3.3.3.4 Complications	48
3.4 Implants de faible diamètre supportant des overdentures	50
3.4.1 Littérature	50
3.4.2 Mini-implants	51
3.4.2.1 Maxillaire.....	51
3.4.2.2 Mandibule	52
3.4.3 Implants étroits.....	56
3.4.3.1 Maxillaire.....	56
3.4.3.2 Mandibule	56
Conclusion.....	59
Liste des abréviations.....	61
Bibliographie.....	62
Table des illustrations	72
Annexes	73

Introduction

Introduite par Bränemark en 1966, l'implantologie est aujourd'hui devenue courante dans les plans de traitement. Les taux de succès décrits dans la littérature dépendent de l'édentement compensé :

- édentement unitaire : 98% de succès à 5 ans (98 implants Bränemark) (1)
- édentement partiel : 88% de succès moyen (102 implants) (2)
- édentement total : de 84% à 98% de succès avec des disparités entre le maxillaire et la mandibule (759 mâchoires, 700 patients, 4636 implants Bränemark) (3).

Les implants étroits sont apparus sur le marché pour répondre à différentes indications cliniques non prises en charge par les implants de diamètre standard. Pour des raisons anatomiques, esthétiques, prothétiques, chirurgicales, la mise en place d'implants de diamètre standard n'est pas toujours possible. C'est le cas pour le remplacement des incisives mandibulaires ou des incisives latérales maxillaires, en présence d'un espace mésio-distal insuffisant ou encore face à une crête de faible épaisseur vestibulo-linguale suite à la résorption osseuse.

Dans certaines situations cliniques, les implants étroits permettent ainsi d'éviter des techniques chirurgicales plus lourdes (expansion osseuse, greffe osseuse) ou un traitement orthodontique. Ces thérapeutiques augmentent le temps, le coût et la morbidité du traitement. Cette problématique est rencontrée chez le patient édenté complet. De nombreux patients édentés totaux présentent une importante résorption osseuse mandibulaire. Agés et/ou malades, ils refusent souvent les greffes osseuses. Face aux problèmes d'instabilité des prothèses adjoindes complètes mandibulaires, les implants de faible diamètre (mis en place entre les 2 foramen mentonniers) apportent donc une solution mini invasive, simple, fiable et peu coûteuse (4).

Grâce à une analyse de la littérature, ce travail de thèse a pour but de faire le point sur les implants de faible diamètre disponibles, leurs indications cliniques, leurs taux de survie, de succès et de complications. Pour cela, nous aborderons successivement les implants situés en secteur antérieur, puis les implants situés en secteur postérieur, ensuite ceux situés en secteur antérieur et postérieur avant de terminer par les implants supportant des overdentures.

1 Généralités

1.1 Traumatisme chirurgical et cicatrisation

L'ostéointégration a été définie par Bränemark comme la jonction anatomique et fonctionnelle directe entre l'os vivant remanié et la surface de l'implant mis en charge (5). Lors de la mise en place d'un implant dentaire, différents facteurs influencent la cicatrisation osseuse. Il faut distinguer les facteurs dépendants des conditions de mise en place de l'implant des facteurs liés à l'implant lui-même.

1.1.1 Facteurs dépendants des conditions de mise en place de l'implant

Un taux de succès des thérapeutiques implantaires de 95% ne peut être obtenu que si un protocole rigoureux de mise en place de l'implant est respecté. Selon Bränemark et coll., toute préparation chirurgicale aussi a traumatique soit-elle, ne peut éviter la création d'une zone de nécrose périphérique au trait de forage (6). Cependant cette affirmation a été remise en question par de nombreux auteurs (7,8). Ceux-ci montrent que le forage ne s'accompagne pas forcément d'une nécrose osseuse périphérique. Néanmoins, lors de la préparation du site osseux receveur, la température de forage conditionne la cicatrisation osseuse. L'importance de la zone d'os nécrosé dépend essentiellement de l'élévation locale de la température lors du forage et ainsi que de la vascularisation du tissu osseux.

L'échauffement de l'os peut survenir lors de la préparation du site osseux receveur ou lors du vissage de l'implant. Selon Eriksson et coll., le maintien d'une température de 47°C pendant 1 minute induit des réactions de nécrose cellulaire (9). De plus, le maintien d'une température de 50°C pendant plus d'1 minute perturbe la réparation osseuse de manière irréversible. Une zone nécrotique causée par un arrêt permanent de la vascularisation ne montre aucun signe de réparation au bout de 100 jours. Mais ces affirmations sont éloignées de la réalité clinique. En effet, lors d'une nécrose thermique, le pic de température est immédiatement suivi d'une décroissance rapide de la température (10).

Afin de prévenir une élévation thermique excessive, il est conseillé d'utiliser :

- des forêts tranchants (l'énergie dégagée est alors essentiellement mécanique) à des vitesses de forage appropriées de l'ordre de 800 à 1500 tr/min
- une séquence graduée de forêts afin de ne pas créer en une seule étape un lit implantaire de 3 ou 4 mm
- une irrigation abondante

Plus le forêt est profond dans l'os, plus le temps de fraisage doit être diminué et le temps de nettoyage/refroidissement augmenté, afin de maîtriser l'élévation de température (11).

Lors du vissage de l'implant, un état de surface sablé ou mordancé crée un frottement plus important de l'implant contre l'os et va donc élever sa température. Ce phénomène sera d'autant plus important que l'os est dense. Avec les implants à surface modifiée, le passage d'un taraud est donc particulièrement recommandé. Enfin, l'extrémité auto taraudante des implants ne doit pas être sablée ou mordancée car cela diminuerait son efficacité mécanique et augmenterait par conséquence l'échauffement.

D'autre part, lors de la mise en place de l'implant, un paradoxe se présente au chirurgien. Il ne doit pas comprimer l'os mais doit immobiliser correctement l'implant. Le non respect de ces 2 principes conduira à la fibrointégration de l'implant. Pour éviter cela, il est conseillé d'adapter le diamètre du forêt terminal à la densité de l'os. Une des conséquences de l'échauffement ou de la compression de l'os est la douleur du 3^{ème} jour, appelée « burned bone syndrom ». Face à cette situation clinique d'ostéite, la dépose de l'implant est indiquée, sinon on assistera à une fibrointégration (11).

Lors de la mise en place des implants, d'autres paramètres influencent l'ostéointégration :

- la technique chirurgicale : conditions d'asepsie de la salle opératoire et surtout assainissement pré implantaire de la cavité buccale
- les conditions de mise en charge : 1 temps ou 2 temps chirurgicaux
- la qualité osseuse : le clinicien préfère poser un implant dans un os dense de type I ou II mais le temps de réparation osseuse sera plus court dans un os de type III ou IV
- la stabilité primaire de l'implant.

1.1.2 Facteurs dépendants de l'implant (biomatériau, forme, état de surface)

Afin de garantir l'ostéointégration, l'implant doit être fabriqué dans un métal biocompatible (titane commercialement pur, alliages de titane, niobium, tantale ou zirconium par exemple) (8). La résistance de ces métaux à la corrosion garantit leur biocompatibilité. En effet, une couche d'oxyde dense et stable se forme à leur surface. De plus, seule la forme de vis a montré un maintien de l'ostéointégration dans le temps. Enfin, l'adhérence de l'os est meilleure sur une surface rugueuse que sur une surface lisse. Le traitement de surface permet d'augmenter la rugosité de la surface et de la rendre bioactive. Ces 2 caractéristiques améliorent les propriétés d'ostéoconduction de l'implant (11).

1.2 Choix du diamètre implantaire

Le choix du diamètre implantaire doit se faire en fonction des impératifs chirurgicaux et prothétiques. D'un point de vue chirurgical, on doit utiliser de façon optimale le volume osseux. D'un point de vue prothétique, le profil d'émergence doit être adapté à la future couronne. Le diamètre de l'implant doit également être adapté à la répartition des forces. D'autre part, les diamètres du col et du corps de l'implant sont souvent différents.

Le choix du diamètre du corps implantaire dépend donc :

- de l'**anatomie** de la dent à remplacer : d'après les diamètres dentaires établis par le manuel Wheeler's Dental Anatomy, Physiology and Occlusion (12), les implants étroits ont un diamètre adapté au remplacement des incisives mandibulaires et de certaines incisives latérales maxillaires (Figure 1).

	MESIODISTAL DIAMETER OF CROWN [*]	MESIODISTAL DIAMETER OF CROWN AT CERVIX	LABIO- OR BUCCOLINGUAL DIAMETER OF CROWN	LABIO- OR BUCCOLINGUAL DIAMETER OF CROWN AT CERVIX
Maxillary Teeth				
Central incisor	8.5	7.0	7.0	6.0
Lateral incisor	6.5	5.0	6.0	5.0
Canine	7.5	5.5	8.0	7.0
First premolar	7.0	5.0	9.0	8.0
Second premolar	7.0	5.0	9.0	8.0
First molar	10.0	8.0	11.0	10.0
Second molar	9.0	7.0	11.0	10.0
Third molar	8.5	6.5	10.0	9.5
Mandibular Teeth				
Central incisor	5.0	3.5	6.0	5.3
Lateral incisor	5.5	4.0	6.5	5.8
Canine	7.0	5.5	7.5	7.0
First premolar	7.0	5.0	7.5	6.5
Second premolar	7.0	5.0	8.0	7.0
First molar	11.0	9.0	10.5	9.0
Second molar	10.5	8.0	10.0	9.0
Third molar	10.0	7.5	9.5	9.0

B, Buccal; L, lingual.
^{*}In millimeters. This table has been "proved" by carvings shown in Figures 1-16 and 1-17.
[†]The sum of the mesiodistal diameters, both right and left, which gives the arch length, is maxillary, 128 mm; mandibular, 126 mm.
[‡]Lingual measurement is approximately 0.5 mm longer.

Figure 1 : dimension des dents, tableau établi d'après Wheeler's Dental Anatomy, Physiology and Occlusion, 2015 (12)

- du **profil d'émergence** prothétique
 - Le diamètre implantaire doit être adapté au diamètre cervical de la dent à remplacer.
 - En antérieur, les implants sont enfouis de 2 à 4 mm par rapport à la ligne amélo cémentaire donc le diamètre du col implantaire est légèrement inférieur au diamètre de la future dent prothétique. Il sera également important de suivre l'anatomie de la dent adjacente.
 - Les implants à col large seront réservés aux secteurs postérieurs.
- de l'**édentement** : le diamètre des implants doit être adapté au nombre de dents à remplacer dans le cas de prothèses plurales.
- de l'espace prothétique disponible : **espace mésio-distal disponible**
 - Il est important de respecter une distance de 2 mm entre un implant et une dent et de plus de 3 mm entre 2 implants (13,14). Le respect d'un espace entre l'implant et la dent permet de diminuer la résorption osseuse (15) (Figure 2).

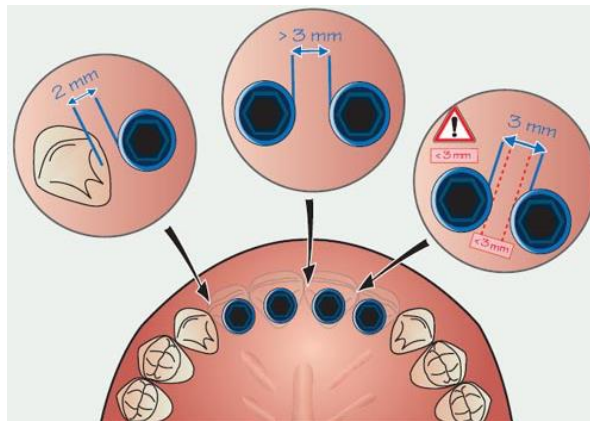


Figure 2 : respect des distances inter implants et dent/implant (8)

- de l'**espace vestibulo-lingual disponible (volume osseux résiduel)**
 - En antérieur, il est conseillé de réserver 2 mm d'os en vestibulaire (8).
 - En postérieur, 1 mm d'os suffit pour les corticales vestibulaires et linguales (8).
 - Les implants larges ou de diamètre standard sont recommandés pour assurer une surface de contact os/implant suffisante mais une épaisseur minimale d'os de 1 mm doit entourer la totalité de la surface implantaire (16).
- du type d'**occlusion** et des **critères biomécaniques**
 - Le diamètre de l'implant doit être adapté au bras de levier de la couronne (8).

1.3 Définition des diamètres implantaires

Il n'existe pas de consensus sur la définition des diamètres implantaires. Néanmoins, au vu des données retrouvées dans la littérature, on peut séparer les implants en 4 catégories en fonction de leur diamètre :

- les mini-implants : 1,8 à 2,9 mm
- les implants étroits : 3 à 3,5 mm
- les implants de diamètre standard : 3,75 à 4,5 mm
- les implants larges : 4,8 à 7 mm.

En cas de volume osseux suffisant, il convient de mettre en place un implant de diamètre standard. Cependant, dans différentes situations cliniques, face à un volume osseux insuffisant (dans le sens vestibulo-lingual ou mésio-distal), un implant de diamètre standard ne peut être inséré. On peut alors proposer au patient :

- une prothèse conventionnelle,
- un traitement orthodontique,
- une greffe osseuse,
- la pose d'un implant de diamètre étroit.

La prothèse conventionnelle amovible est souvent refusée par les patients demandeurs de solutions esthétiques, fixes et confortables. La prothèse conventionnelle fixée peut être délabrante pour les dents adjacentes si elles sont indemnes de restaurations.

Le traitement orthodontique doit être proposé dans toutes les situations de dysharmonie dento-maxillaire afin d'augmenter l'espace mésio distal disponible. Néanmoins, il augmente la durée et le coût du traitement et ne permet pas de résoudre le problème d'épaisseur osseuse vestibulo linguale.

Les greffes osseuses permettent de positionner l'implant dans un volume osseux vestibulo-lingual adéquat. Cependant les risques d'échecs sont non négligeables. Les greffes augmentent la morbidité (douleurs post opératoires, risque de complications, surinfection, exposition du site (17)). Pour ces différentes raisons, les greffes osseuses sont fréquemment refusées par les patients.

Les implants étroits sont donc une alternative thérapeutique. Ils diminuent le risque de déhiscence osseuse lors de la pose implantaire et peuvent dans certains cas permettre d'éviter :

- d'avoir recours à des techniques de reconstruction osseuse (18)
- d'utiliser des techniques d'expansion et de distraction osseuse
- un traitement orthodontique pour augmenter l'espace mésio-distal disponible

1.4 Historique et développement des implants de faible diamètre

Pour répondre à une demande clinique, les implants de faible diamètre ont été développés par les différents fabricants d'implants.

Le concept de « mini-implants » a été créé aux Etats-Unis par le Dr Victor Sendax en 1976. Son implant de 1,8 mm de diamètre était posé sans lambeau avec un forage minimal pour que l'implant soit directement au contact osseux sans attendre l'ostéointégration. Ces implants ont été commercialisés plus tard, dans les années 1990 par IMTEC[®] (19). Moins onéreux que la mise en place d'implants de diamètre conventionnel, ils offrent au patient un traitement avec un très bon rapport coût/efficacité. Au début, ces implants étaient considérés comme des implants transitoires. Ils étaient recommandés pour stabiliser des prothèses amovibles en attendant la cicatrisation ou pour servir d'ancrage lors du traitement orthodontique. Cependant, ces implants provisoires étaient difficiles à enlever car ils étaient ostéointégrés. En 2003, The US Food and Drug Administration (FDA) a donc validé leur utilisation à long terme comme implants définitifs (20). Dans la littérature, la notion de « mini-implants » a été introduite par Barber et Seckinger en 1994 (21).

Dans les articles, les termes « mini-implants », « implants étroits » et « implants de faible diamètre » sont retrouvés. Ces termes sont utilisés pour les implants définitifs mais aussi pour les implants transitoires et à usage orthodontique. Ce travail de thèse ne traitera pas des deux derniers cas.

Parmi les premiers articles publiés sur le sujet dans les années 1990, on peut citer :

- Block et coll. en 1990 (22) : étude de l'effet du diamètre et de la longueur sur la force d'arrachement des implants dans l'os alvéolaire des chiens
- Spiekermann et coll. en 1995 (23) : succès d'implants étroits supportant des overdentures mandibulaires
- Saadoun et Le Gall en 1996 (24) : 89% de survie après 8 ans de suivi d'implants de 3,25 mm de diamètre en titane recouverts d'hydroxyapatite
- Lazzara et coll. en 1996 (25) : étude rétrospective sur 5 ans publiant les résultats cliniques d'implants étroits
- Polizzi et coll. en 1999 (26) : évaluation du succès d'implants de 3.0 mm de diamètre remplaçant des incisives latérales maxillaires et des incisives mandibulaires.

1.5 Les mini-implants

1.5.1 Définition

Le Glossary of Oral and Maxillofacial Implants (GOMI) (27) a défini le terme de « **mini-implant** » comme « un implant fabriqué avec les mêmes matériaux biocompatibles que les autres implants mais qui sont de plus petites dimensions. Les implants peuvent être en une pièce incluant un pilier pour l'appui et/ou la rétention de la prothèse provisoire ou définitive. ». Généralement, le terme « mini-implants » fait référence à des implants de diamètre compris entre 1,8 et 2,9 mm de diamètre (28). Ces mini-implants sont le plus souvent en 1 pièce avec un pilier solidaire de l'implant.

1.5.2 Indications des mini-implants

Les mini-implants sont indiqués pour la stabilisation des prothèses adjointes complètes mandibulaires et le remplacement des incisives mandibulaires (28).

1.5.3 Avantages/inconvénients des mini-implants

Les mini-implants présentent les avantages suivants : (28)

- faible coût (29)
- moins de saignement (29), moins invasif, souvent pose sans lambeau
- moins d'obstacle pour l'angiogenèse et l'ostéogenèse autour de l'implant (30)
- diminution du temps de cicatrisation et de traitement (29,31)
- possibilité de les mettre en charge immédiatement
- possibilité de les mettre en place sur une crête étroite, sans avoir recours à des greffes

La construction en 1 pièce élimine le microgap entre le pilier et l'implant et pourrait ainsi aider à la préservation de l'os inter proximal et de la papille (31).

Néanmoins, différents inconvénients sont à prendre en compte : (28)

- besoin de multiples implants en prothèse adjointe complète et absence de recommandations sur le nombre d'implants dans cette indication clinique
- potentiel risque de fracture pendant la pose de l'implant
- manque de parallélisme des implants non rattrapable avec la prothèse (car les implants sont en 1 pièce avec un pilier intégré)
- nécessité de réaliser une restauration provisoire immédiate dans le cas de dents antérieures esthétiques (31)
- réduction de la résistance aux charges occlusales. Une faible surface implantaire est en contact avec l'os. La densité osseuse doit être satisfaisante pour supporter les forces occlusales ou alors il faudra mettre en place un implant plus long (30).

1.6 Les implants étroits

Les implants étroits, de diamètre compris entre 3 et 3,5 mm de diamètre, sont indiqués en cas d'espace inter-dentaire mésio-distal restreint, de faible épaisseur vestibulo-linguale et pour le remplacement des incisives mandibulaires ou latérales maxillaires (32). Ces implants ont été conçus pour des restaurations unitaires (33).

1.6.1 Espace mésio-distal faible

Un espace osseux inter radiculaire réduit, inférieur à 6mm, contre-indique la pose d'un implant standard de 3,75 mm de diamètre. Un implant étroit prévient le risque de lésion du ligament et des dents adjacentes (34) (35). Placer un implant à moins d'1,5 mm de la dent adjacente peut entraîner une perte de la hauteur d'os proximal pendant la cicatrisation (13).

1.6.2 Faible épaisseur vestibulo-linguale

L'épaisseur d'os vestibulo-linguale est fréquemment réduite dans les secteurs antérieurs de manière naturelle (36). On est également confronté à cette faible épaisseur osseuse dans le cas d'édentements anciens suite à des extractions pour raison endodontique, parodontale ou traumatique (35).

Face à une crête alvéolaire fine, les implants étroits préviennent le risque de déhiscence (37) et donc les complications et les échecs.

Néanmoins, en cas de résorption osseuse vestibulaire, il faut noter que la pose de l'implant étroit sera dictée par le volume osseux résiduel. L'implant sera donc plus palatin qu'un implant de diamètre standard positionné après greffe osseuse. Or le point d'émergence de l'implant a un effet important sur le résultat esthétique. Si le projet prothétique est irréalisable de part le positionnement trop palatin de l'implant, il faudra indiquer une greffe osseuse (8) (Figure 3).

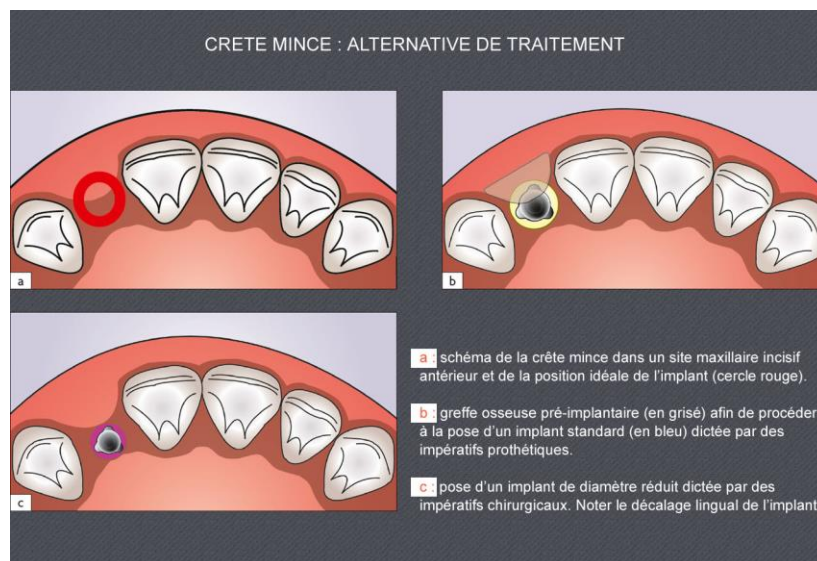


Figure 3 : alternative de traitement en cas de crête mince (38)

Dans le cas d'une crête fine, un implant étroit de col standard sera préféré alors que dans le cas d'un espace mésio-distal limité, un implant étroit de col réduit devra être mis en place.

1.6.3 Remplacement des incisives latérales maxillaires et des incisives mandibulaires

Les implants étroits sont particulièrement indiqués pour le remplacement des dents avec un diamètre cervical étroit, comme les incisives latérales maxillaires et les incisives mandibulaires. Le diamètre de l'implant doit être légèrement inférieur au diamètre cervical de la future couronne, pour obtenir un profil d'émergence adapté.

L'utilisation d'implants de faible diamètre permet d'avoir recours à des techniques chirurgicales moins lourdes. Cependant, les implants étroits ne peuvent pas résoudre tous les problèmes de volume osseux et il est important de prendre en compte les facteurs de risque biomécaniques inhérents à l'utilisation de ces implants.

1.7 Biomécanique des implants de faible diamètre

1.7.1 Risque de fracture

Selon Berglundh et coll., d'une façon générale, l'incidence des fractures d'implants à 5 ans est inférieure à 1% (39). Selon Adell et coll., le taux de fracture des implants à 20 ans est de 5% (3). Parmi les implants perdus en fonction, un faible nombre d'implants échoue à cause d'une fracture de l'implant (5 à 20%) (39). Ce risque est-il plus important avec les implants étroits qu'avec les implants de diamètre standard?

L'utilisation d'implants de faible diamètre diminue d'une part la surface d'ostéointégration par diminution de la surface développée. Réduire le diamètre de 1 mm réduit la surface de contact entre l'os et l'implant de 40%. D'autre part, l'utilisation d'implants étroits compromet les conditions mécaniques des implants, des piliers et de tous les composants sur le long terme (40). En effet, les implants de diamètre réduit subissent les mêmes contraintes que les implants de diamètre standard. Ces contraintes, appliquées sur une surface réduite, augmentent la pression subie par les implants.

Dès les années 1990, Jorneus et coll. affirment que la réduction du diamètre de l'implant de 3,75 à 3,0 mm entraîne une réduction de la résistance à la fracture d'environ 50%. Forsmalm et coll. soulignent eux que le risque de fracture augmente de 25% avec des implants de diamètre 3,3 mm par rapport à un implant standard (19).

In vitro, différents auteurs comparent la résistance aux forces d'implants de différents diamètres sous des conditions de laboratoire standardisées. Ils étudient l'effet du diamètre sur la charge de fatigue d'un implant unitaire. Tous les auteurs affirment que la réduction du diamètre implantaire entraîne une réduction de la résistance à la fatigue :

- Pour Queck et coll, sous un moment de flexion effectif de 35 Ncm sur le pilier implantaire avec un maximum de 5×10^6 cycles, le risque de fracture de fatigue est supérieur pour les implants de diamètre étroit (3.3 mm). Les auteurs observent des fractures du pilier mais aussi de l'implant. Le dévissage de la vis du pilier survient avant la fracture d'où l'importance de la maintenance. Diminuer la surface d'ostéointégration compromet les propriétés mécaniques du corps de l'implant, de la vis et du pilier (41).

- Pour Allum et coll., en dessous de 3 mm de diamètre, les implants montrent des résultats nettement inférieurs, représentant un risque de fracture accru dans la pratique clinique. Après application de forces proches de 50% de la résistance à la traction du matériau sous une force de compression sous un axe de 30°, la limite de fatigue (avec fracture) est atteinte au bout de 10^7 cycles. Sachant que l'on effectue 10^6 cycles de mastication par an, cette limite sera atteinte au bout de 10 ans de fonction. Le risque de fatigue augmente donc après une longue période de fonction. Les implants Straumann® Tissu Level RN de 3,3mm de diamètre sont moins résistants à la fracture que les implants Straumann® Tissu Level RN de 4,1mm de diamètre. Les implants Straumann® Tissu Level RN 3,3mm sont moins résistants que les implants de même diamètre avec un col plus étroit NN. Les implants Maximus® 3.0 et NobelDirect® 3.0 ont une meilleure performance que l'implant Straumann® 3,3 RN. Le design du pilier et le matériau de fabrication ont donc in vitro une influence sur la résistance à la fracture des implants. On sait que les forces masticatoires au niveau des incisives sont de l'ordre de 100 N et au niveau des molaires 300 à 1100 N(42). D'après le tableau des charges maximales supportées par les implants établi par Allum et coll. (Figure 4), on se rend facilement compte que l'utilisation des implants de faible diamètre en secteur postérieur sera risquée. Cependant, une des limites de cette étude est qu'elle ne prend en compte que les variations de diamètre et pas l'impact de la longueur de l'implant (43).

Table 2. Maximum loads sustained and the maximum bending moments recorded for each implant design

Implant type/diameter	Maximum loads means ($\pm$ SDs)	Maximum bending moments means ($\pm$ SDs)
Straumann RN/4.1 mm	989 N ($\pm$ 107 N)	11,558 N mm ($\pm$ 1251 N mm)
Straumann NN/3.3 mm	619 N ($\pm$ 50 N)	6992 N mm ($\pm$ 1317 N mm)
Straumann RN/3.3 mm	515 N ($\pm$ 39 N)	5311 N mm ($\pm$ 455 N mm)
NobelDirect™/3 mm	572 N ($\pm$ 53 N)	5598 N mm ($\pm$ 623 N mm)
Maximus™/3 mm	648 N ($\pm$ 45 N)	7050 N mm ($\pm$ 560 N mm)
Osteocare Mini/2.8 mm	237 N ($\pm$ 37 N)	2319 N mm ($\pm$ 411 N mm)
Hi Tec/2.4 mm	261 N ($\pm$ 31 N)	2251 N mm ($\pm$ 297 N mm)
Osteocare Mini/2.35 mm	147 N ($\pm$ 25 N)	1350 N mm ($\pm$ 224 N mm)

Figure 4 : tableau des charges maximales et des moments de flexion maximaux supportés par les implants d'après Allum et coll (43).

- Pour Hirata et coll., après 100 000 cycles à 130 N, dans un essai vieillissement accéléré dans l'eau, la survie d'implants étroits de différentes marques est de 96 à 99% alors qu'elle n'est que de 34 à 98% à 180 N. L'utilisation des implants de faible diamètre paraît sûre pour les couronnes unitaires antérieures. Le mode d'échec principal de ces restaurations est la fracture de la vis du pilier (44).
- Freitas-Júnior et coll., grâce à un vieillissement accéléré dans l'eau (50 000 cycles à 200 N), affirment qu'un implant standard (3,75 mm) ou 2 implants étroits (3 mm) remplaçant une molaire sont plus résistants et plus fiables qu'un seul implant étroit (3 mm). Le mode d'échec principal de ces restaurations est la fracture de la vis du pilier (45).

D'autre part, la réduction d'épaisseur des murs des implants de faible diamètre est plus importante quand les implants ont une connexion interne (19). Le design de la connexion du pilier influe également sur la résistance à la fracture de l'implant. Les implants de faible diamètre à connexion externe ont une plus grande résistance à la fracture que ceux à connexion interne (43).

1.7.1 Surcharge occlusale

Suite à la réduction de la surface de contact os/implant, on peut se demander si l'ostéointégration est suffisante pour supporter les forces de occlusales (46–48). Les implants étroits sont de ce fait plus susceptibles aux contraintes (49).

Des études in vitro montrent un torque de retrait supérieur pour les implants de plus large diamètre (46).

Une surcharge persistante peut provoquer des micro fractures dans l'os alvéolaire, augmentant le stress et l'activité ostéoclastique dans la zone. Une surcharge biomécanique peut donc mener à une résorption osseuse marginale excessive (48).

1.7.2 Stress osseux crestal

La mise en charge a un impact négatif sur les implants de faible diamètre car ils ont une plus faible stabilité par rapport aux implants de diamètre standard (50).

La méthode des éléments finis est largement utilisée pour étudier in vitro les propriétés mécaniques des implants. C'est une méthode informatisée pour évaluer les contraintes ou le stress appliqués sur des structures complexes. Elle est utilisée pour prédire les performances biomécaniques de différents designs implantaires et l'effet de facteurs cliniques sur le succès de l'implantation. Elle permet également d'évaluer la distribution du stress dans l'os (48).

Grâce à cette méthode, les études in vitro suggèrent que le stress crestal autour des implants de faible diamètre est plus élevé qu'autour des implants de diamètre standard (51–54). Le diamètre de l'implant semble donc avoir une influence sur la distribution des contraintes. Selon Petrie et Williams, augmenter le diamètre de l'implant réduit jusqu'à 3,5 fois le stress crestal et l'influence du diamètre de l'implant sur le stress osseux crestal domine sur l'effet de la longueur de l'implant et sa conicité (53). De plus, le stress en tension et en compression diminue quand le diamètre implantaire augmente (55).

On peut donc supposer que la perte osseuse marginale est plus importante autour des implants étroits qu'autour des implants de diamètre standard.

1.7.3 Nouveaux alliages et états de surface

Afin d'améliorer la résistance à la fatigue, les industriels utilisent du titane de grade 5 et développent de nouveaux alliages, plus résistants que le titane. Le cahier des charges leur impose une biocompatibilité et une capacité d'ostéointégration au moins identiques au titane. Des alliages entre le titane, l'aluminium et le vanadium ou encore entre le titane et le

zirconium ont ainsi été créés. La marque suisse Straumann® a développé des implants en alliage titane-zirconium (Ti-Zr), commercialisés sous le nom de Roxolid®. Ils sont constitués de 83 à 87% de titane et 13 à 17% de zirconium. Les études in vitro montrent une meilleure résistance à la corrosion, à la traction, à l'usure et à la fatigue et même une meilleure réponse biologique. En effet, on observe une plus grande différenciation chondrogénique avec le Ti-Zr qu'avec le titane pur. Le zirconium n'a de toxicité ni locale ni systémique.

Afin d'améliorer l'ostéointégration, ces implants ont également une surface modifiée chimiquement, sablée et mordancée appelée SLActive®. D'après les études pré cliniques, les implants en Ti-Zr présentent une ostéointégration satisfaisante et une plus grande surface de contact implant/os péri-implantaire (56,57). Ainsi, les implants en Ti-Zr permettent d'élargir le champ des indications des implants étroits (58).

Après avoir recueilli les données de laboratoire, nous avons réalisé une analyse de la littérature afin de connaître les résultats cliniques obtenus avec les implants de faible diamètre.

1.8 Implants disponibles sur le marché

Aujourd'hui quasiment toutes les marques d'implants commercialisent des implants de faible diamètre. Nous avons établi une liste non exhaustive des implants étroits (1 pièce et 2 pièces) et des mini-implants disponibles en France (Annexe 1).

2 Analyse de la littérature

2.1 Bibliométrie

Mots clés

Une recherche bibliographique a été menée sur la base de données Medline-PubMed. Elle a été complétée par une recherche manuelle à partir des références bibliographiques présentes dans les articles sélectionnés et dans les principales revues scientifiques d'implantologie :

- Clinical oral implants research COIR
- Clinical implant dentistry and related research CIDRR
- Implant dentistry
- International journal of oral and maxillofacial implants JOMI
- Journal of periodontology

L'équation de recherche suivante a été utilisée dans les rubriques « title/abstract » de Pub Med : « small diameter implant* » OR « small implant* » OR « narrow diameter implant* » OR « narrow implant* » OR « mini implants » NOT « orthodontic* ».

Les critères de sélections suivants ont également été ajoutés dans Pub Med :
« from 2010 to 01/08/2016 » ; « english ».

Critères inclusion et exclusion

Les critères d'inclusion des études étaient les suivants :

- articles publiés en anglais
- entre 2000 et 2016
- implants de diamètre $\leq 3,5$ mm
- durée minimale de suivi : 12 mois
- nombre minimal de patients : 10
- étude clinique prospective contrôlée ou non contrôlée, randomisée et non randomisée et cohorte prospective
- étude clinique rétrospective : contrôlée, cas/témoin, cohorte simple
- critère jugement de l'étude : survie implantaire et/ou succès implantaire

Les patients avaient besoin d'au moins un implant et avaient un volume osseux insuffisant pour mettre en place un implant standard et/ou un espace inter dentaire mésio-distal réduit (nécessitant un implant étroit). Il ne devait pas y avoir d'augmentation du volume osseux simultanée à la pose d'implant. Enfin les patients devaient être en bonne santé (sans maladie systémique affectant le métabolisme osseux et sans signe d'infection locale).

Les études suivantes ont été exclues :

- étude de cas/rapports de cas
- études animales ou in vitro
- revues de littérature
- études non cliniques
- études portant sur les mini-implants orthodontiques et les mini-implants provisoires

On peut résumer notre recherche à l'aide de la dynamique de recherche schématisée ci-dessous (Figure 5).

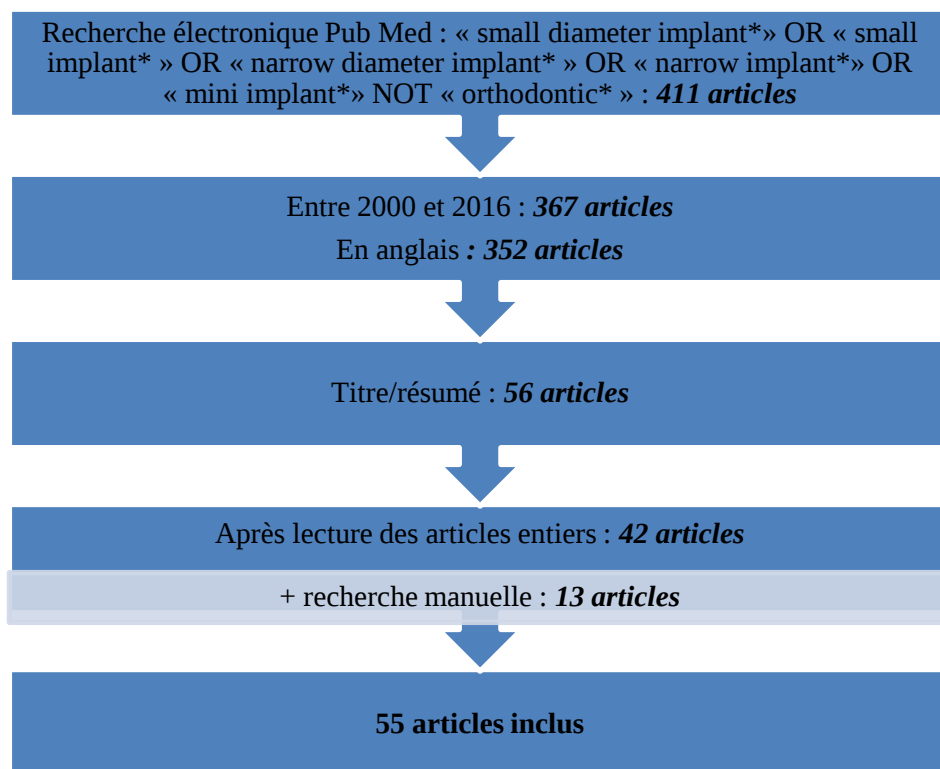


Figure 5 : organigramme de la recherche systématique effectuée sur le sujet

2.2 Analyse descriptive

De cette analyse de la littérature, 55 articles ont été retenus (Annexe 2).

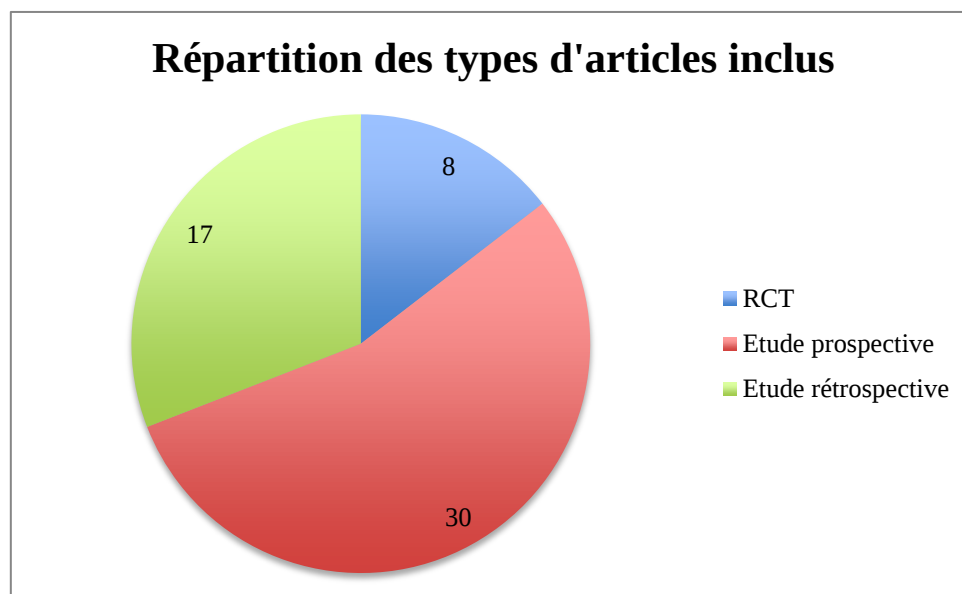


Figure 6 : répartition des types d'articles inclus

Parmi les articles inclus, on retrouve 8 RCT, 30 études prospectives et 17 études rétrospectives (Figure 6).

Ce corpus d'articles a été analysé selon le guide de l'Agence Nationale d'Accréditation et d'Evaluation en Santé (ANAES) reconnu par la Haute Autorité de Santé (Figure 7). Son but est d'établir un niveau de preuve de la littérature scientifique.

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

Figure 7 : niveaux de preuve et grades de recommandations selon l'ANAES

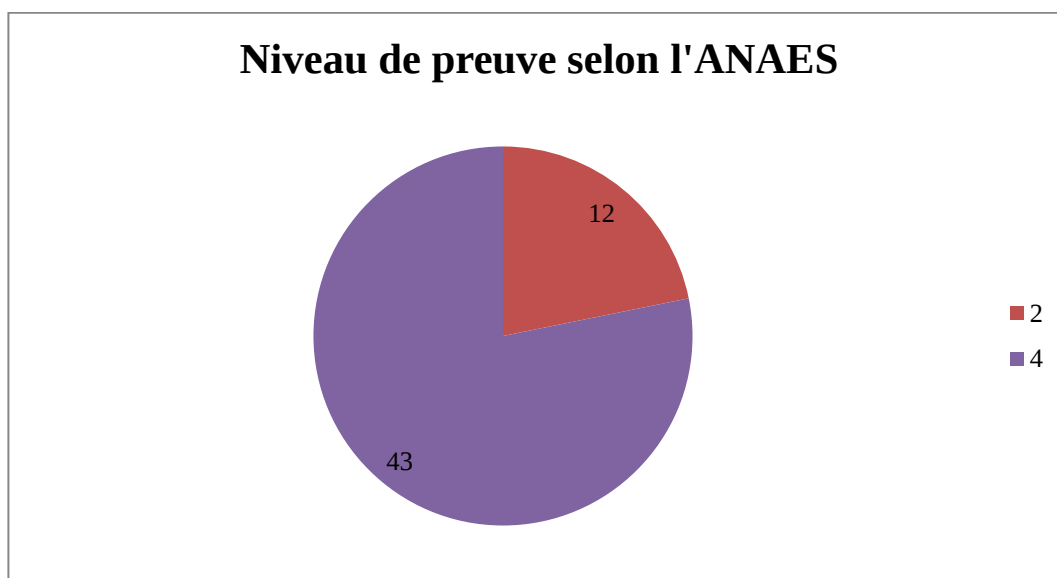


Figure 8 : répartition des articles selon les niveaux de preuve de l'ANAES

Sur 55 articles inclus, douze articles sont de niveau 2 de preuve scientifique qui indique une présomption scientifique. 43 articles sont de niveau 4, ils présentent donc un faible niveau de preuve scientifique (Figure 8).

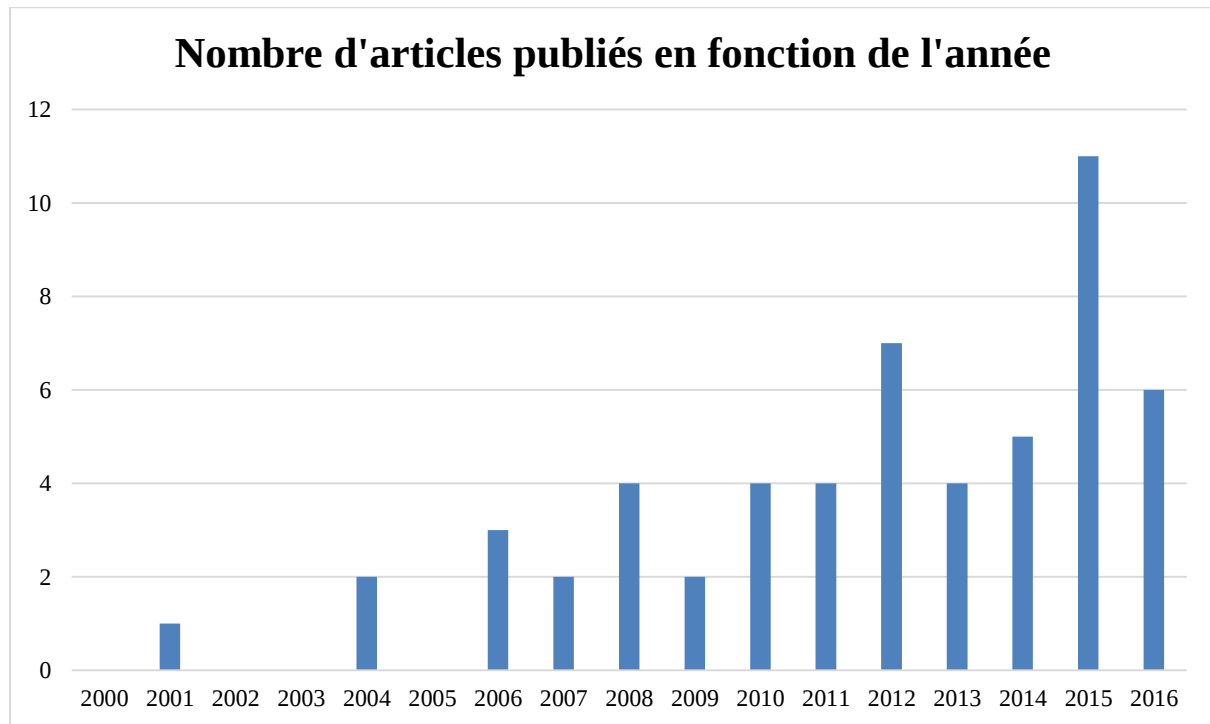


Figure 9 : nombre d'articles publiés en fonction de l'année

Il est important de remarquer que la plupart des articles ont été publiés dans les 5 dernières années (Figure 9). Les études sont donc récentes et le sujet esr en constante évolution.

A partir de ces articles scientifiques sur les implants de faible diamètre, nous avons décidé de répartir les données en fonction de l'indication clinique traitée par les auteurs. Ainsi, on peut distinguer les situations suivantes :

- implants posés en secteur antérieur, indication première des implants de faible diamètre
- implants posés en secteur postérieur
- implants mis en place en secteur antérieur et postérieur
- implants supportant des overdentures.

Dans chacune de ces situations cliniques, en fonction du diamètre implantaire :

- quels sont les taux de survie et de succès des implants ?
- quelle est la résorption osseuse marginale ?
- peut-on réaliser une mise en charge immédiate ?
- à quelles complications peut-on s'attendre ?

3 Apport des implants de faible diamètre

3.1 Implants de faible diamètre situés en secteur antérieur

L'agénésie des incisives latérales maxillaires représente 20% des anomalies dentaires (59). Elle est présente chez 1 à 2% de la population générale (60). Elle est bilatérale dans 54% des cas (61). Face à une agénésie, uni ou bilatérale, l'omnipraticien, l'orthodontiste et l'implantologiste se posent la question de l'ouverture ou de la fermeture de l'espace de la dent manquante. Il n'y aucune preuve scientifique de supériorité parmi les 3 principaux traitements (fermeture d'espace, ouverture d'espace avec mise en place d'une prothèse conventionnelle, ouverture d'espace avec mise en œuvre d'une thérapeutique implantaire) (62). Le choix du traitement se fera donc en fonction de critères esthétiques, parodontaux, occlusaux et socio économiques. Dans les cas d'agénésie, une approche pluridisciplinaire et conservatrice chez ces patients jeunes avec une forte demande esthétique est primordiale (63).

Les incisives maxillaires ou mandibulaires peuvent également être absentes pour raison traumatique, carieuse, endodontique ou parodontale. L'implant est alors dans toutes ces situations la solution de choix pour remplacer la ou les dents antérieures absentes.

Selon le manuel d'anatomie de Wheeler, la largeur mésio-distale d'une incisive latérale normalement développée est comprise entre 4,5 à 6,7 mm, avec une moyenne de 5,5 mm (12). Or la distance implant/dent adjacente recommandée est de 1,5 mm et la distance entre 2 implants est de 3 mm (64). Il faut ainsi 6 à 6,5 mm d'espace inter dentaire pour la mise en place d'un implant standard (somme du diamètre implantaire et de l'espace osseux en mésial et en distal de l'implant). Ainsi en secteur antérieur, il n'y a souvent pas suffisamment d'espace et de volume osseux pour mettre en place un implant de plus de 3,75 mm de diamètre. Un non respect de l'espace entre une dent et un implant peut conduire à une perte verticale de l'os proximal qui modifiera la position des tissus mous (13). Cela provoquera aussi des lésions du ligament alvéolo dentaire des dents adjacentes. Il est également recommandé d'avoir 2 mm d'épaisseur d'os en vestibulaire.

En antérieur, face à un manque d'espace mésio-distal ou à un manque d'os dans le sens vestibulo-lingual, les implants étroits et les mini-implants sont ainsi une alternative intéressante pour éviter les greffes osseuses et/ou le traitement orthodontique.

En secteur esthétique, la topographie des tissus mous est déterminée par la position du point de contact, les dimensions de la couronne (temporisation), la distance dent-implant et le diamètre de l'implant (14). Une mise en esthétique immédiate permet de préserver les tissus mous, d'éliminer une seconde chirurgie pour la découverte et d'apporter une solution esthétique provisoire.

3.1.1 Littérature

15 études sur l'utilisation en antérieur des implants de faible diamètre pour remplacer des incisives latérales maxillaires et des incisives mandibulaires ont été trouvées dans la littérature (Tableau 1).

Auteur	Année	Type d'étude	Niveau de preuve	Type d'implants
Degidi (65)	2009	RCT	2	2 pièces
Andersen (32)	2001	Prospective	4	2 pièces
Zarone (63)	2006	Prospective	4	2 pièces
Oyama (66)	2012	Prospective	4	2 pièces
Galindo-Moreno (14)	2012	Prospective	4	2 pièces
Maiorana (67)	2015	Prospective	4	2 pièces
King (61)	2016	Prospective	4	2 pièces
Galindo-Moreno (68)	2016	Prospective	4	2 pièces
Moráquez (69)	2016	Prospective	4	2 pièces
Cordaro (33)	2006	Rétrospective	4	2 pièces
Zembic (70)	2012	Prospective	4	1 pièce
Reddy (31)	2008	Série de cas	4	1 pièce
Sohn (71)	2011	Rétrospective	4	1 pièce
Froum (16)	2007	Rétrospective	4	1 pièce
Balaji (30)	2010	Rétrospective	4	1 pièce

Tableau 1 : liste des articles sur les implants antérieurs de faible diamètre

Une seule étude prospective contrôlée randomisée, de niveau de preuve 2 selon l'ANAES, existe sur le sujet (65). Les autres études sont toutes de niveau de preuve 4 (prospectives non contrôlées ou rétrospectives). On peut séparer les études en 2 groupes :

- celles portant sur les implants de faible diamètre en 2 pièces
- celles portant sur les mini-implants en 1 pièce ou implants monobloc.

3.1.2 Implants antérieurs en 2 pièces

2 études (63,65) portent sur les incisives latérales maxillaires uniquement, 5 études (14,61,66–68) sur les incisives latérales maxillaires et les incisives mandibulaires et 1 étude (33) s'intéresse uniquement aux implants en position d'incisives mandibulaires. La plus ancienne des études inclue des incisives centrales et latérales maxillaires (32). Enfin, une étude récente de Moráquez et coll. évalue des bridges supra implantaires remplaçant les 4 incisives maxillaires supporté par 2 implants étroits en position de 12 et 22 (69).

En fonction des études, les auteurs réalisent une mise en charge immédiate, précoce (6 à 10 semaines après la pose de l'implant) ou différée (après au moins 4 mois d'ostéointégration).

4 articles portent sur la même étude clinique. Les auteurs ont tout d'abord publié les résultats à 1 an (14) et à 3 ans (67). L'article de Galindo-Moreno et coll. effectue des analyses statistiques complémentaires (68). Enfin, les auteurs ont sélectionnés les cas d'agénésie d'incisives latérales maxillaires ou d'incisives mandibulaires inclus dans l'étude initiale afin de connaître les résultats cliniques dans cette indication (61).

3.1.2.1 Taux de succès

Une seule étude, prospective non randomisée, compare le succès des implants de diamètre standard (3,75 mm) aux implants étroits (3,25 mm) en secteur antérieur. Le praticien choisit le diamètre implantaire en fonction du volume osseux et de l'espace disponible puis réalise une **mise en esthétique immédiate. Le taux de succès implantaire cumulé à 3 ans est de 100% pour les implants de 3,75 mm et 93,8% pour les implants de 3,25 mm.** Andersen et coll. concluent qu'il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les 2 groupes (32).

Différents auteurs ont cherché à connaître le meilleur moment pour mettre en charge les implants étroits antérieurs.

Ainsi Degidi et coll. (65), dans une RCT de 2009, comparent la **mise en charge immédiate ou différée à 6 mois** d'implants de 3,0 mm de diamètre en position d'incisives latérales maxillaires. Les taux de survie et de succès à 3 ans sont de 100% dans les 2 groupes.

Oyama et coll. (66) réalisent une **mise en esthétique immédiate** pour tous les implants en position d'incisive latérale maxillaire et d'incisive mandibulaire. Le taux de succès à 1 an est de 100%.

Galindo-Moreno et coll. (14) dans une étude prospective multicentrique (6 centres) réalisent une **mise en charge précoce** (6 à 10 semaines) d'implants de 3 mm de diamètre en position d'incisive latérale maxillaire et d'incisive mandibulaire. A 1 an, le taux de survie est de 95,9%. Aucun implant n'a été perdu après la mise en charge. 4 implants ont été perdus au moment de la mise en charge précoce (3 par échec d'ostéointégration et 1 pour raison infectieuse). A 3 ans (67), le taux de survie est de 95,5%, toutes causes d'édentement confondues. Dans les cas d'agénésie des incisives latérales maxillaires ou des incisives mandibulaires, le taux de survie de 96,8% à 3 ans (61).

Zarone et coll. (63) étudient le remplacement des incisives latérales maxillaires (agénésies uniquement) avec des implants non enfouis de 3,3 mm de diamètre avec une **mise en charge à 4 mois**. Ils présentent un taux de survie cumulée à 39 mois de 97,06% et un taux de succès cumulé à 39 mois de 94,12%.

Cordaro et coll. (33) s'intéressent uniquement aux implants de 3,3 mm de diamètre en position d'incisives mandibulaires. Le taux de survie implantaire est de 100% et le taux de succès de 94% (durée moyenne de suivi : 23 mois). 2 implants sont un succès partiel (Albrektsson 1986) car ils présentent une perte verticale d'os inter proximal.

Auteur / grade	Durée de suivi	Type de mise en charge	Taux de survie	Taux de succès	Perte osseuse marginale (Marginal Bone Loss MBL)
Andersen / grade 4 (32)	3 ans	immédiate	NR	93,8%	0,4 mm
Degidi / grade 2 (65)	3 ans	différée	100%	NR	MEEI : 0,85±0,71 mm et MEC différée : 0,75±0,63 mm
Oyama / grade 4 (66)	1 an	immédiate	100%	100%	0,38±0,36 mm
Galindo-Moreno / grade 4 (14)	1 an	précoce	95,9%	NR	0,065 mm (σ : 1,018)
Maiorana / grade 4 (67)	3 ans	précoce	95,5%	NR	Gain 0,33 mm
King / grade 4 (61)	3 ans	précoce	96,8%	NR	Gain 0,18 mm
Zarone / grade 4 (63)	39 mois	différée	97,06%	94,12%	0,46 à 1,32 mm (à 1 an) puis 0,1 à 0,2 mm en plus (à 2 ans)
Cordaro / grade 4 (33)	23 mois	différée	100%	94%	MBL : 0,8 mm
Moráquez / grade 4	5 ans	différée	100%	NR	Entre 1 et 5 ans, changement osseux compris entre -0,75mm et 0,75mm

Tableau 2 : taux de survie, de succès et perte osseuse marginale des implants antérieurs en 2 pièces

3.1.2.2 Perte osseuse marginale

Pour Andersen et coll., la perte osseuse marginale est identique pour les implants de diamètre standard et les implants étroits (0,4 mm en moyenne à 3 ans) (32).

A 3 ans, Degidi et coll. n'observent pas de différence significative de perte osseuse entre les implants mis en charge immédiatement et ceux mis en charge de façon différée (Mise En Charge Immédiate (MEEI) : $0,85 \pm 0,71$ mm et Mise En Charge différée (MEC différée) : $0,75 \pm 0,63$ mm) (65).

Oyama et coll. relèvent une perte osseuse marginale de $0,38 \pm 0,36$ mm à 1 an après mise en charge immédiate (66).

Après mise en charge précoce (Galindo Moreno et coll.), la perte osseuse péri implantaire à 1 an est de 0,065 mm (écart type : 1,018). La fréquence de perte osseuse ≥ 1 mm est quant à elle de 6,6% alors que dans 51.3% des cas, il n'y a pas de perte osseuse. A 3 ans, on observe globalement un gain moyen d'os marginal de 0,33 mm (67) et 0,18 mm pour les cas d'agénésies (61). La fréquence de perte osseuse ≥ 1 mm est de 5,6% alors que dans 57.3% des cas, il n'y a pas de perte osseuse. Galindo Moreno et coll. nous font remarquer que si la période de cicatrisation est plus longue avant mise en place de la couronne alors la perte osseuse marginale entre la mise en charge et la visite à un an est moins importante. De plus, la quantité d'os et la qualité de l'os influencent la perte osseuse marginale :

- résorption os de quantité $B < A < C$ (classification Lekholm et Zarb 1985)
- moins de résorption avec os de qualité 2 (classification Lekholm et Zarb 1985) (68).

D'autre part, le diamètre du dernier forêt influence également la résorption osseuse marginale. Si le forêt de diamètre 2,7 mm est le dernier forêt pour la pose d'un implant de 3 mm de diamètre, on a une perte d'os marginal. Si le forêt de diamètre 2,85 mm est le dernier forêt pour la pose d'un implant du même diamètre, on observe un gain d'os. Les auteurs concluent qu'une ostéotomie plus large est plus favorable au maintien de l'os (68) .

L'espace mésio distal moyen est 6,3 mm. Les changements du niveau osseux marginal entre le 25^{ème} percentile (espace $< 5,5$ mm) et le 75^{ème} percentile (espace $> 7,00$ mm) sont statistiquement non significatifs (gain osseux 0,35 mm et 0,02 mm respectivement). De même, selon Galindo-Moreno et coll. (68), la distance implant étroit/dent adjacente n'influence pas le niveau osseux marginal. De façon paradoxale, les plus petites pertes osseuses sont observées pour les implants situés dans un espace mésio-distal étroit (3,2 à 5,54 mm).

Pour Zarone et coll., suite à la mise en charge à 4 mois, on a une diminution progressive de la perte d'os interproximal et de la profondeur de sondage péri implantaire qui est particulièrement significative 6 mois après la mise en charge. La perte osseuse marginale après 1 an de mise en charge est de 0,46 à 1,32 mm et elle augmente de 0,1 à 0,2 mm après 2 ans de mise en charge. La perte d'os est moins importante en vestibulaire et palatin, améliorant ainsi le résultat esthétique.

Enfin, Moráquez et coll. observent un gain ou une perte d'os comprise entre - 0,75 mm et 0,75 mm entre 1 et 5 ans. La comparaison des modifications du niveau osseux marginal à 1, 3 et 5 ans montre une différence non significative entre les 3 temps relevés (69).

Il n'y a qu'une étude interventionnelle comparant les implants étroits aux implants de diamètre standard en antérieur (différence non significative des taux de succès). Le taux de survie moyen des implants antérieurs en 2 pièces à 3 ans est de 98,14% (63,65,67,69) et le taux de succès moyen est de 93,96% (32,33), toutes mises en charge confondues. Les taux de succès ne sont malheureusement pas toujours connus. La perte osseuse marginale est inférieure à 1 mm à 3 ans. Certaines études observent même un gain osseux péri implantaire. Le moment de mise en charge semble peu influencer sur le taux de succès des implants et sur la perte osseuse marginale.

3.1.2.3 Evaluation esthétique

En antérieur, l'intégration parodontale des restaurations et la qualité des tissus mous péri implantaires sont importantes à prendre en compte. Dans les études retenues, les auteurs évaluent souvent le résultat esthétique de leurs restaurations implantaires en utilisant le Papilla Index Score de Jemt (1997) (72). C'est une classification de la perte de la papille inter-dentaire qui va de 0 à 4 (Figure 10) :

- score 0 : pas de papille présente
- score 1 : papille remplissant moins de la moitié de l'espace inter-dentaire
- score 2 : papille remplissant au moins la moitié de l'espace inter-dentaire mais pas complètement
- score 3 - norme : papille remplissant tout l'espace inter-dentaire avec un contour idéal et harmonieux des tissus
- score 4 : papille hyperplasique recouvrant trop largement les dents, contours des tissus mous plus ou moins irréguliers

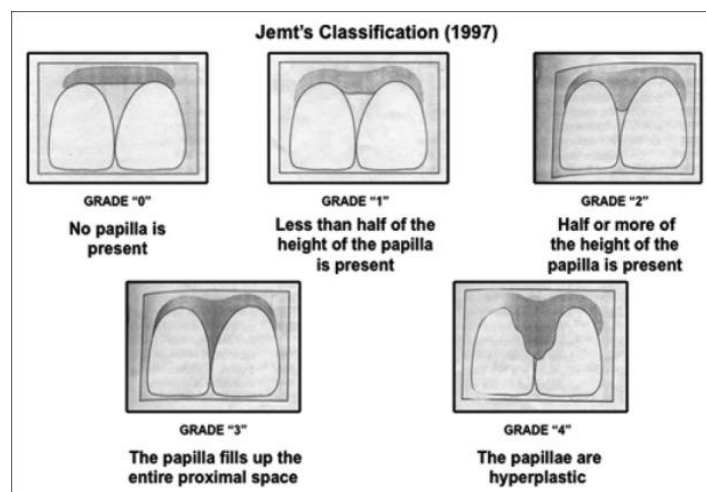


Figure 10 : le papilla index de Jemt 1997 (73)

Dans l'étude d'Andersen et coll. (32), la papille contre la dent naturelle adjacente est préservée dans 89% des cas avec les implants de diamètre standard et dans 78% des cas avec les implants étroits (différence non significative entre les 2 groupes). Les auteurs justifient la bonne préservation papillaire par le design du lambeau (incisions évitant les papilles des dents adjacentes), par l'utilisation d'une prothèse fixée provisoire et par la confection de piliers personnalisés pour la prothèse d'usage.

Pour Degidi et coll. (65), le résultat esthétique (évalué grâce au Papilla Index Score, Jemt-1997) paraît meilleur dans le groupe avec mise en charge immédiate par rapport au groupe avec mise en charge différée à 6 mois. En effet, la maturation parodontale est alors guidée par la couronne provisoire. Mais statistiquement, la différence entre les 2 groupes est non significative.

Pour Oyama et coll. (66), au niveau gingival, le Papilla Index Score (Jemt-1997) est de 1 à 3 en fonction des cas avec une amélioration au fil du temps. Les implants étroits permettent de respecter les distances dent/implant et ainsi de plus facilement maintenir le niveau des papilles.

Pour Galindo-Moreno et coll. (14), Maiorana et coll. (67) et King et coll. (61), la profondeur de poche, le saignement au sondage et la position du zénith gingival sont stables entre la mise en place et 1 an et entre la mise en charge et 3 ans.

Pour Zarone et coll. (63), en moyenne il y a une récession vestibulaire de 0,6 mm à 12 mois. Les implants non enfouis mis en charge à 4 mois permettent donc selon les auteurs d'obtenir un bon résultat esthétique. Quant à la papille, elle s'améliore avec le temps : 29% des restaurations sont satisfaisantes à 6 mois et 81,82% à 24 mois. A 24 mois, 27 des 34 implants ont un Papilla Index Score (Jemt 1997) de 3. Toutefois, les auteurs soulignent l'importance du maintien d'une bonne hygiène orale pour maintenir la santé des tissus péri-implantaires.

Enfin, Cordaro et coll. (33) ont analysé la position de la papille, l'esthétique et l'accès à l'hygiène sur les incisives mandibulaires. Ainsi, les auteurs affirment que le Papilla Index Score (Jemt-1997) est meilleur pour les restaurations unitaires ou plurales que pour les cas de restaurations avec des implants adjacents. De plus, du point de vue du clinicien, ils affirment qu'on ne peut pas considérer esthétique la restauration de 2 incisives mandibulaires par 2 implants adjacents et cela amène au non respect des distances inter implantaires. En conséquence, le contrôle de plaque est difficile quand des implants sont adjacents en position d'incisives mandibulaires.

Enfin pour les restaurations plurales remplaçant 4 incisives maxillaires par 2 implants de faible diamètre en position d'incisive latérale, la satisfaction globale du patient est de 96,9% et la satisfaction esthétique de 92,7% (évaluation grâce à une EVA) (69). Il n'existe pas d'index objectif permettant d'évaluer l'esthétique des bridges comme on peut le faire avec le Pink Esthetic Score ou le White Esthetic Score pour les restaurations unitaires. Néanmoins, l'ensemble des paramètres cliniques et radiologiques est stable à 5 ans. La gencive kératinisée est stable dans le temps avec une hauteur 3,65 mm en moyenne à 5 ans. Enfin, les auteurs relèvent une augmentation significative de la profondeur de poche à 5 ans (2,03 mm) par rapport à 1 an (1,57 mm) ($P=0,0003$) et à 5 ans (2,03 mm) par rapport à 3 ans (1,64 mm) ($P=0,001$). L'ensemble des paramètres cliniques et radiologiques atteste que le remplacement des 4 incisives maxillaires par 2 implants étroits en position d'incisive latérale est une solution prédictible.

Il est regrettable que les restaurations antérieures par des implants étroits en 2 pièces ne fassent que rarement l'objet d'une évaluation esthétique. Les auteurs n'utilisent pas tous des mesures standardisées pour évaluer l'esthétique de leurs restaurations. De plus, la papille et la stabilité du zénith gingival sont les 2 seuls paramètres observés. Les auteurs n'évaluent ni la position du zénith par rapport aux dents adjacentes ni le contour alvéolaire vestibulaire ni la couleur et la texture des tissus mous comme le suggère le Pink Esthetic Score (Furhauser

2005, Belser 2009). Enfin, l'esthétique des restaurations prothétiques n'est jamais évaluée (White Esthetic Score (Belser 2009)).

Malgré un manque d'évaluation objective du résultat esthétique, l'intégration esthétique de restaurations unitaires supportées des implants étroits antérieurs semble bonne et stable à 3 ans. Les couronnes provisoires soutiennent la maturation des tissus mous péri implantaires. Néanmoins, il n'y a pas de différence statistiquement significative entre les restaurations mises en place immédiatement après implantation ou de façon différée. Le remplissage de l'espace inter dentaire par la papille s'améliore avec le temps. D'autre part, le remplacement de 4 incisives maxillaires par 2 implants étroits en position d'incisive latérale paraît être une solution esthétique prédictible.

3.1.2.4 Complications

Andersen et coll. (32) rapportent 6 fistules et 4 perte de vis. Les auteurs justifient le nombre important de fistules par la possible contamination bactérienne via les couronnes provisoires en résine. De plus, selon eux, les piliers personnalisés sont moins fiables que les piliers standards.

Degidi et coll. (65) soulignent une fracture de couronne provisoire au bout de 4 mois et la perte d'une couronne d'usage au bout 15 mois.

Oyama et coll. (66) notent différentes complications prothétiques pendant la phase provisoire :

- Fracture de provisoires,
- Descellement provisoire,
- Perte de la vis de la couronne provisoire.

King et coll. ont relevé au cours des 3 années de fonction : 5 fractures de pilier, 1 perte de la vis du pilier, 8 descellements de couronnes, 1 excès de ciment, 1 tuméfaction autour du site de l'implant après la chirurgie (61) .

Les complications sont rares et souvent liées aux couronnes provisoires. Néanmoins toutes ces études ont un recul clinique faible (1 an) ou moyen (3 ans).

3.1.3 Implants antérieurs en 1 pièce

Comme définit précédemment, les mini-implants, implants en 1 pièce, ont un diamètre plus réduit, compris entre 1,8 et 3,0 mm. Ces implants sont mis en place grâce à des techniques peu invasives (le plus souvent sans lambeau). Ils permettent une diminution du temps opératoire, du temps de traitement et d'inconfort du patient (71). Leur faible diamètre les rend fragiles mais ils sont plus solides que les implants étroits en 2 pièces. En effet, l'espace pour la vis du pilier affine et fragilise les parois des implants étroits en 2 pièces (71). Enfin, il ne faut pas oublier que le contact os/implant est limité. Il est donc nécessaire d'avoir une densité osseuse suffisante pour assurer une stabilité primaire satisfaisante. Grâce à cette dernière, les mini-implants pourront supporter les forces occlusales (30).

La littérature comporte une étude prospective (70) et 4 études rétrospectives (16,30,31,71) qui étudient les résultats de ces implants en antérieur.

3.1.3.1 Taux de survie et de succès

A 1 an, les taux de survie de ces implants sont de 96,7% (31) à 100% (11). A 2 ans, la survie est comprise entre 90,90% (30) et 100% (71).

Les 2 cas d'échec rapportés dans les études sont survenus 3 semaines après l'implantation (70) et 10 mois après la mise en charge (30).

Malheureusement, seul 1 auteur (30) rapporte le taux de succès à 2 ans des implants (90,9%).

3.1.3.2 Perte osseuse marginale

Faute de connaître le taux de succès des implants, nous pouvons nous appuyer sur la perte osseuse marginale mesurée dans toutes les études :

- Pour Sohn et coll. (71), la perte osseuse marginale à 12 mois est de $0,53 \pm 0,37$ mm.
- Reddy et coll. (31) publient des résultats comparables. La perte osseuse est statistiquement significative les 6 premiers mois (0,58 mm, $p < 0,1$) puis la progression est non significative.
- Pour Balaji et coll. (30), la perte osseuse marginale à 2 ans est de 0,6 mm en moyenne (0,4 à 1,2 mm).

Ainsi la perte osseuse marginale moyenne à 1 an est de 0,94 mm (31,70,71) et à 2 ans de 0,6 mm (30) (Tableau 3).

La perte osseuse marginale autour des implants en 1 pièce semble ainsi inférieure à celle observée autour des implants en 2 pièces. En effet, l'absence de microgap à la jonction pilier-implant minimise la résorption osseuse. Il n'y a ainsi pas de risque de micro infiltration ni de micromouvements qui provoquent une inflammation des tissus mous (31,71). De plus, le design en 1 pièce évite la perte osseuse qui survient lors de la connexion du pilier (1,5 à 2 mm) et ainsi de la formation de l'espace biologique. Enfin, le faible diamètre des mini-implants évite la perte d'os proximal due au non respect de l'espacement dent-implant.

Néanmoins, Zembić et coll. (70) observent à 1 an, une perte osseuse marginale est de 0,8 à 4,6 mm, avec une moyenne de 1,6 mm. Il n'y a pas de différence significative de perte osseuse en fonction du recours à une greffe osseuse ou de tissus mous. De plus, 20% des implants présentent une perte osseuse de 2 à 3 mm et 18% ont une perte osseuse supérieure à 3 mm. Face à ces importantes pertes osseuses, les auteurs recommandent d'utiliser ces implants avec

précaution en attendant les résultats d'autres études. D'après les auteurs, différents facteurs peuvent expliquer cette perte osseuse :

- le design implantaire et l'enfouissement de l'implant
- la préparation du pilier implantaire, qui peut induire une surchauffe de l'os péri implantaire et des micromouvements
- la présence de résidus de ciment lors du scellement de la couronne provisoire, si l'implant est trop enfoui
- le temps de référence choisi pour mesurer cette perte osseuse marginale est la mise en place de l'implant. Or dans la plupart des études, la mise en place du pilier est retenue.

D'autre part, il faut souligner que dans cette étude, 34% des patients sont fumeurs mais la quantité de tabac consommée n'est pas connue et les praticiens réalisent une mise en charge immédiate. Enfin à 2 ans, 29% des implants présentent une accumulation de plaque et 29% des sites péri-implantaires saignent au sondage.

Auteur/ année	Type étude/ grade	Durée de suivi	Taux de survie	Perte os marginale (Marginal Bone Loss MBL)
Reddy/ 2008 (31)	Prospective Grade 4	1 an	96,7%	perte os 0,58 mm à 6 mois (significatif) puis 0,12 mm 6 mois suivants (NS)
Sohn/ 2011 (71)	Rétrospective Grade 4	23±4,3mois, max 33 mois	100%	MBL à 12 mois : 0,53 mm±0,37 (de 0 à 1,4 mm)
Zembić/ 2012 (70)	Prospective Grade 4	1 an	98%	MBL à 6 mois : - 0,7 à 4,4 mm, moy 1,1 mm MBL à 12 mois - 0,8 à 4,6mm, moy 1,6 mm ; 20% des implants perte os de 2 à 3 mm 18% implants perte os ≥3 mm
Balaji/ 2010 (30)	Rétrospective Grade 4	2 ans	NR	MBL : 0,6 mm moy (0,4 à 1,2 mm)
Moyenne			Taux de survie : 98,24%	Perte os péri implantaire à 1 an : 0,94 mm Perte os péri implantaire à 2 ans : 0,6 mm

Tableau 3 : taux de survie et perte osseuse marginale des mini-implants antérieurs

3.1.3.3 Prothèse et esthétique

Le design en 1 pièce de ces implants (corps implantaire et pilier solidaires) oblige la réalisation d'une prothèse scellée immédiatement après la pose. Ils peuvent normalement être mis en charge immédiatement mais la plupart des auteurs en antérieur réalisent seulement une mise en esthétique immédiate. Les praticiens peuvent être amenés à préparer le pilier pour réaliser une couronne provisoire ou la couronne d'usage (70,71). D'autre part, ce design implantaire empêche l'utilisation de pilier angulé.

Les praticiens réalisent des prothèses unitaires scellées (30,31,70) ou des bridges partiels supra implantaires (71). Un seul implant en une pièce, l'implant ANEW, Dentatus[®], permet de réaliser une couronne transvissée. Il offre ainsi une plus grande flexibilité prothétique et la possibilité de modifier l'axe prothétique (16).

D'autre part, dans les études retrouvées dans la littérature, il n'y a quasiment jamais d'évaluation scientifique du résultat esthétique de ces implants en secteur antérieur. On peut parfois noter une évaluation subjective du résultat par le praticien. Grâce à l'indice de Jemt, Reddy et coll. (31) affirment qu'une papille inter dentaire complète est observée dans 92%

des cas pour les incisives latérales maxillaires et 60% des cas pour les incisives mandibulaires. Les auteurs soulignent que les implants antérieurs ne sont souvent pas posés dans les mêmes situations cliniques au maxillaire (agénésie, sujet jeune) ou à la mandibule (sujet plus âgé, perte osseuse et récession gingivale sur les dents adjacentes). Ils ne donnent pas non plus d'information sur la situation du niveau osseux et l'environnement parodontal des dents adjacentes aux implants. Enfin, ils affirment que, subjectivement, l'esthétique est jugée très bonne par le praticien et le patient grâce à l'utilisation d'une prothèse provisoire immédiatement mise en place qui a modelé les tissus mous.

3.1.3.4 Complications

De même qu'ils évaluent peu le résultat esthétique, les complications sont rarement relevées. Seul un auteur (70) relève les complications survenues au cours du suivi pendant 1 année de 10 implants chez 10 patients différents : une fistule, une douleur gingivale chronique, 2 fractures de couronnes provisoires, 3 descellements de couronnes provisoires, 2 couronnes d'usage très inesthétiques.

Les mini-implants antérieurs ont une survie moyenne à 1 an de 98,24% (31,70,71). Les taux de succès ne sont pas connus. Les résultats sur la perte osseuse marginale sont contradictoires (perte moyenne os péri implantaire à 1 an : 0,94 mm). Du fait du design de l'implant en 1 pièce, elle devrait être faible et inférieure aux pertes osseuses habituellement observées mais des études observent le contraire. La majorité des auteurs réalisent une mise en esthétique immédiate puis une prothèse scellée unitaire ou plurale. Il n'y a pas d'évaluation esthétique des restaurations. Les résultats ne sont connus qu'à court terme (1 à 2 ans). On déplore le manque d'évaluation à long terme de ces implants.

3.2 Implants de faible diamètre en secteur postérieur

3.2.1 Littérature

Quand on s'intéresse aux limites des implants de faible diamètre, se pose inévitablement la question de leur utilisation en secteur postérieur. En 2000, Buser et coll. au sein du comité International Team for Implantology (ITI) ne recommandaient pas l'usage des implants de 3,3 mm de diamètre pour supporter des couronnes unitaires dans les zones où les forces sont importantes et il conseillait de les solidariser à un implant de diamètre standard (74). Qu'en est-il 15 ans plus tard ?

En cas d'édentement distal, la pose d'une prothèse adjointe partielle est souvent indiquée mais elle présente de nombreux inconvénients : risque de développement de caries et de maladie parodontale sur les dents adjacentes, crochets inesthétiques, résorption osseuse continue, rotation distale de la selle prothétique provoquant des blessures muqueuses et un inconfort (75).

La possibilité de mettre en place des implants de faible diamètre pour compenser ces édentements serait une alternative aux prothèses adjoindes partielles tout en évitant les greffes. Malheureusement, peu d'études sur les implants étroits en secteur postérieur uniquement sont disponibles.

Auteur	Année	Type d'étude	Niveau de preuve	Type d'implants
Tolentino (76)	2016	RCT	2	2 pièces
Tolentino (77)	2014	Prospective randomisée	2	2 pièces
Altinci (78)	2016	Prospective	4	2 pièces
Degidi (79)	2009	Prospective	4	2 pièces
El-Sheikh (75)	2014	Prospective	4	2 pièces
Maló (80)	2011	Rétrospective	4	2 pièces
Saad (81)	2016	Rétrospective	4	2 pièces
Mangano (82)	2013	Prospective	4	1 pièce
Flanagan (83)	2015	Rétrospective	4	1 pièce

Tableau 4 : liste des articles sur les implants de faible diamètre en secteur postérieur

Les études retrouvées dans la littérature (Tableau 4) sont de faible niveau de preuve :

- une seule RCT avec un recul d'un an sur un petit échantillon
- les autres études sont des séries de cas prospectives ou rétrospectives.

3.2.2 Mini-implants

2 études portent sur les implants en 1 pièce de 2 à 3,2 mm de diamètre en secteur postérieur. Il s'agit d'une étude prospective sur 2 ans (82) et d'une étude rétrospective sur 5 ans (83). Grâce notamment à une méticuleuse sélection des patients, à des tables occlusales réduites (inférieures à la largeur des prémolaires), à des prothèses sans contact occlusal, ces études montrent respectivement un taux de survie de 92% à 5 ans (83) et un taux de succès de 94,6% à 2 ans (82). Les auteurs soulignent la meilleure résistance mécanique des implants étroits en

1 pièce par rapport à ceux en 2 pièces. Le pilier étant supprimé, il n'y a pas de vide dans la zone du col implantaire. Ces études comportent de nombreux biais (biais de sélection mais aussi absence de suivi radiologique calibré). L'utilisation des mini-implants n'est actuellement pas recommandée en secteur postérieur.

L'utilisation de mini-implants en secteur postérieur est peu documentée et semble anecdotique.

3.2.3 Implants étroits

La majorité des études sur les implants de faible diamètre en secteur postérieur portent sur les implants étroits en 2 pièces de 3 à 3,3 mm de diamètre. Les restaurations sont :

- soit unitaires
- soit plurales avec des implants de faible diamètre reliés entre eux ou reliés à des implants de diamètre standard.

3.2.3.1 Taux de survie et de succès

Les résultats sont à nuancer du fait du faible recul clinique. La majorité des études comporte un suivi des patients sur 1 an seulement. Or, on sait que l'échec survient après plusieurs années de fonction, d'autant plus en secteur postérieur. Les taux de survie sont de 95,2% à 100% soit une moyenne de 99,20% à 1 an. Le taux de succès n'est connu que dans 3 études : 95,2% (77) à 100% (76,81) au bout d'une année de fonction (Tableau 5).

Auteur/ année	Type étude/ grade	Durée suivi	Taux de survie	Taux de succès	Perte osseuse marginale
Tolentino 2016 (76)	RCT Grade 2	1 an	100%	100%	Ti-Zr : 0,32±0,27 mm TiCp : 0,35±0,24 mm (p=0,60)
Tolentino 2014 (77)	Prospective randomisée Grade 2	1 an	95,2%	95,2%	NR
Altinci 2016 (78)	Prospective Grade 4	1 an	100%	NR	MECI : 0,24±0,27 mm MEC différée : 0,18±0,27 mm (p>0,5)
Degidi 2009 (79)	Prospective Grade 4	4 ans	100%	NR	0,76±0,61 mm à 1 an 1,16±0,90 mm à 48 mois
El-Sheikh 2014 (75)	Prospective Grade 4	1 an	100%	NR	0,49 à 0,60 mm
Maló 2011 (80)	Rétrospective Grade 4	1 à 11 ans médiane 60 mois	95,1%	NR	à 1 an (seules 7 radios disponibles) : 1,16 mm (0,8) ; à 5 ans (seules 31 radios) : 1,53 mm (0,8) ; à 10 ans : 1,74 mm (0,9) ;
Saad 2016 (81)	Rétrospective Grade 4	1 à 11 ans	100%	100%	NR
Moyenne		1 an	99,2%	98,4%	0,43 mm (76,78,79)

Tableau 5 : taux de survie, de succès et perte osseuse marginale des implants étroits postérieurs

3.2.3.2 Perte osseuse marginale

La perte osseuse marginale au bout d'un an de fonction est généralement inférieure à 1 mm. Elle est en moyenne de 0,43 mm (76,78,79) (Figure 11). Les données d'une étude n'ont pas été prises en compte dans l'analyse du fait du très faible nombre de radiographies disponibles par rapport au nombre de patients inclus dans cette étude rétrospective (80) et celle d'une autre étude n'ont aussi pas été prises en compte car la perte osseuse moyenne n'était pas connue (75). Les études sur plus d'un an sont rares : une étude affirme une perte osseuse de $1,16 \pm 0,90$ mm à 48 mois (79).

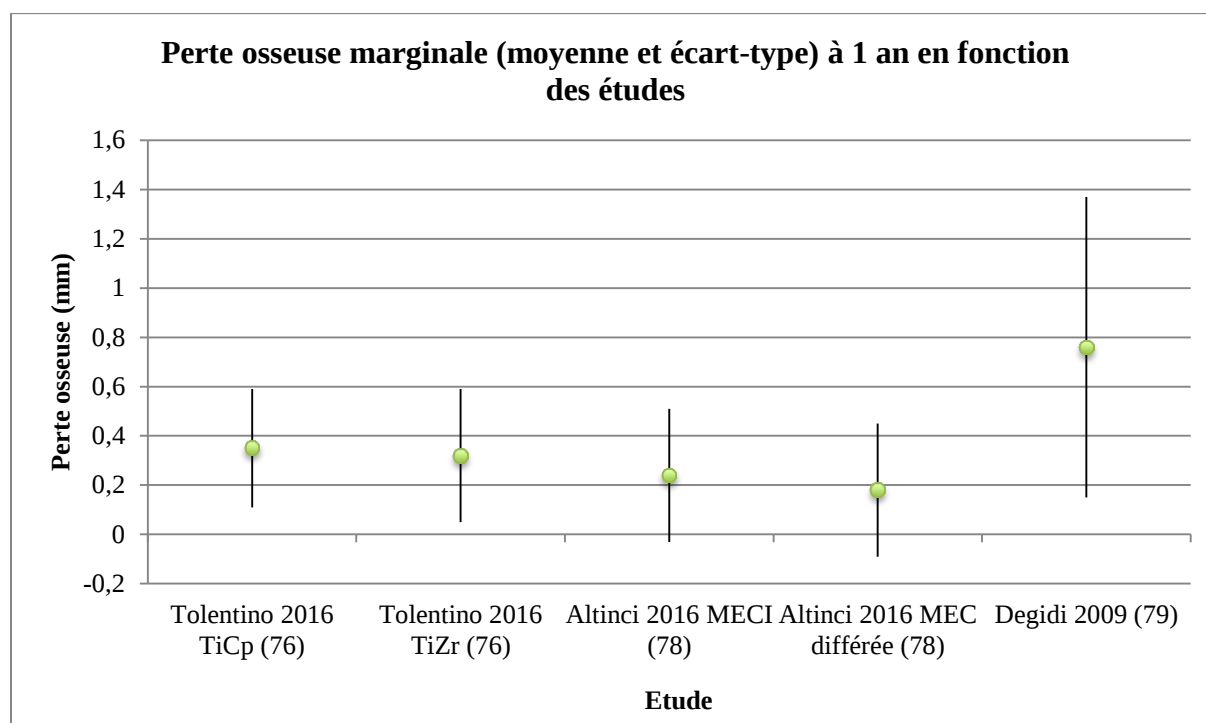


Figure 11 : perte osseuse marginale autour des implants étroits postérieurs au bout d'un an de fonction

3.2.3.3 Concepts prothétiques : mise en charge et occlusion

Après une chirurgie guidée sans lambeau, Altinci et coll. réalisent une mise en charge immédiate ou différée en fonction de la stabilité primaire des implants au moment de la pose. A 1 an, au niveau de la perte osseuse marginale comme de l'analyse de la fréquence de résonance, il n'y a pas de différence significative entre les 2 groupes (78). Dans toutes les autres études, on réalise une mise en charge différée.

Tous les auteurs soulignent que les patients inclus dans ces études sont très sélectionnés. Les patients qui bruxent sont généralement exclus. Le concept occlusal des prothèses supra implantaire est adapté. L'occlusion statique est faible et les prothèses ne participent pas aux guidages latéraux afin de limiter les forces de flexion sur la prothèse (46). Les implants de faible diamètre compensent des édentements encastrés et terminaux (79). En fonction des études, les auteurs réalisent des prothèses fixées unitaires, des bridges ou couronnes jumelées reliant des implants de faible diamètre à des implants de diamètre standard ou plusieurs implants de faible diamètre entre eux. Cependant, les restaurations partielles présentent plus d'échec que les restaurations unitaires ($OR=4,75$) (80).

On peut supposer que le profil d'émergence des dents postérieures est rarement harmonieux avec des implants au col étroit et le contrôle de plaque est difficile. Aucune étude n'aborde ces problèmes.

3.2.3.4 Complications

Les complications avec les implants étroits devraient être supérieures à celles rencontrées avec les implants standards : fracture de l'implant, fracture du pilier, perte ou fracture de la vis, fracture de céramique. Mais du fait du faible recul clinique, ces complications ne sont pas retrouvées dans les études cliniques.

3.2.3.5 Innovations

En secteur postérieur, les implants sont soumis à un plus haut niveau de stress qu'en antérieur. Les industriels cherchent ainsi à innover sur le design implantaire. Ils modifient les états de surface implantaire et les matériaux qui composent les implants.

3.2.3.5.1 Matériaux

Pour mieux résister aux forces occlusales importantes, des implants en alliage titane-zirconium (Ti-Zr) ont été développés. Afin de prouver la non infériorité du Ti-Zr, les auteurs proposent de poser de façon contrôlée chez le même patient 1 implant en titane commercialement pur (TiCp) de diamètre 3,3 mm et 1 implant en Ti-Zr de diamètre 3,3 mm remplaçant une molaire mandibulaire (76). A un an, les taux de succès et survie sont identiques dans les 2 groupes (100%). La différence de perte osseuse marginale entre les 2 groupes est non significative. Les différences sont également non significatives entre les 2 groupes au niveau des tissus mous et sur tous les autres paramètres cliniques.

Les autres études sur les implants en Ti-Zr en situation postérieure, de moins bon niveau de preuve, apportent des résultats similaires :

- comparaison des implants de 3,3 mm de diamètre en titane à ceux de même diamètre réalisés en alliage Ti-Zr en secteur pré molaire et molaire maxillaire et mandibulaire pour supporter des couronnes transvissées unitaires : les taux de survie et de succès sont identiques dans les 2 groupes (95,2%, 1 implant perdu dans chaque groupe à 1 an). (77)
- à 1 an, est constaté un taux de survie de 100% d'implants de 3,3 mm de diamètre en alliage Ti-Zr compensant un édentement mandibulaire distal postérieur. Tous les implants étaient en position de 2^{ème} prémolaire et 2^{ème} molaire et supportaient des bridges scellés de 3 éléments. La perte osseuse marginale à 1 an est de 0,49 à 0,60 mm (75).

3.2.3.5.2 Etat de surface

L'état de surface implantaire est un autre paramètre qui peut influencer le succès des implants, qui plus est en secteur postérieur. Les implants en Ti-Zr (Straumann®) ont tous une surface modifiée de type SLA® (Sandblasted, Large-grit, Acid-etched).

Nobel Biocare® a développé une surface implantaire oxydée (TiUnite™ surface). Les implants MkIII (certains ont une surface oxydée) et NobelSpeedy (surface oxydée) sont un facteur protecteur d'échec (OR=0.14). Néanmoins, il faut rester prudent face aux résultats car Maló et coll. mettent en œuvre dans la même étude différents protocoles de mise en charge, y compris avec mise en charge immédiate, qui peuvent être impliqués dans l'échec implantaire (80).

3.2.3.6 Synthèse

Les réhabilitations implantaires en secteur postérieur sont influencées par de nombreux facteurs comme les dents restantes, les forces masticatoires du patient, la qualité de l'os, le profil d'émergence de la restauration, la maintenance, l'hygiène, la hauteur d'os limitée (perte d'os verticale sous le sinus maxillaire ou au dessus du nerf alvéolaire inférieur), le type et l'étendue de l'édentement et la nature de l'arcade antagoniste. Le nombre d'implant, leur géométrie et leurs matériaux doivent garantir un contact os/implant optimal et une faible incidence d'échecs biomécaniques (46,81). L'évaluation des facteurs de risque, le choix du système implantaire et le contrôle des facteurs occlusaux sont les clés du succès. A court terme, les taux de succès et la résorption osseuse péri implantaire autour des implants étroits postérieurs sont similaires à ceux observés avec des implants de diamètre standard. Des études à plus long terme sont nécessaires. On ne peut que souligner un réel besoin d'études cliniques randomisées comparant les implants de diamètre étroits aux implants de diamètre standard en zone postérieure et comparant les implants de faible diamètre aux greffes osseuses (46).

En secteur postérieur, le taux de survie moyen des implants étroits est de 99,2% à 1 an. La perte osseuse marginale moyenne est de 0,43 mm. Le développement de nouveaux matériaux (Ti-Zr) et de surfaces implantaires modifiées augmente le champ des indications des implants étroits. Des données fiables sur les résultats à long terme des implants étroits en secteur postérieur manquent dans la littérature.

3.3 Implants de faible diamètre en secteur antérieur et postérieur

3.3.1 Littérature

Lorsque l'on cherche à classer les études sur les implants de faible diamètre en fonction de leur diamètre, on est confronté à différentes études regroupant des implants étroits en situation antérieure et postérieure (Tableau 6). Parmi ces études, on peut distinguer 2 groupes :

- les études sur les implants en titane-zirconium incluant des implants antérieurs et postérieurs de différents niveaux de preuve
- les études de faible niveau de preuve avec des implants supportant différents types de restaurations prothétiques (fixée unitaire ou multiple, amovible).

Auteur	Année	Type d'étude	Niveau de preuve	Matériau implantaire
Benic (84)	2013	RCT	2	Ti-Zr
Ioannidis (85)	2015	RCT	2	Ti-Zr
Romeo (86)	2006	Prospective	4	Ti
Al Nawas (87)	2015	Prospective	4	Ti-Zr
Lambert (58)	2015	Prospective	4	Ti-Zr
Mangano (88)	2014	Prospective	4	Ti
Barter (89)	2012	Prospective	4	Ti-Zr
Zinsli (90)	2004	Prospective	4	Ti
Veltri (91)	2008	Prospective	4	Ti
Degidi (47)	2008	Rétrospective	4	Ti
Geckili (35)	2013	Rétrospective	4	Ti
Arisan (37)	2010	Rétrospective	4	Ti
Anitua (92)	2010	Rétrospective	4	Ti
Anitua (93)	2015	Rétrospective	4	Ti
Vigolo (94)	2004	Rétrospective	4	Ti
Lee (36)	2013	Rétrospective	4	Ti

Tableau 6 : liste des articles sur les implants étroits en situation mixte antérieure et postérieure

3.3.2 Etudes sur les implants en titane-zirconium (Ti-Zr)

3.3.2.1 Généralités

Parmi les études sur les implants en Ti-Zr en secteur antérieur et postérieur on peut citer :

- l'étude princeps de Barter et coll. (89),
- une RCT comparant les implants étroits en Ti-Zr aux implants de diamètre standard en titane avec les résultats publiés à 1 an (84) et 3 ans (85),
- les études de faible niveau de preuve regroupant différents types de mise en charge et différents designs prothétiques (58,87) (Tableau 6).

3.3.2.2 Taux de survie et de succès

Associés à un implant de diamètre standard (4,1 mm) pour la réalisation de bridges, les implants étroits en Ti-Zr ont un taux de survie et de succès à 2 ans de 95,2% (89).

Pour compenser un édentement unitaire en situation antérieure ou prémolaire, à 3 ans le taux de survie des implants en Ti-Zr à 3 ans est de 100% (84,85). Néanmoins, seuls 80% des patients inclus dans l'étude sont revus à 3 ans (32/40).

Enfin pour compenser des édentements unitaires ou pluraux, des auteurs utilisent 603 implants en Ti-Zr (87). Malgré une grande cohorte de patients, cette étude prospective non interventionnelle comporte de nombreux biais :

- pas de critères d'inclusion/exclusion
- beaucoup de patients perdus de vue (35%)
- extraction/implantation immédiate, précoce ou tardive
- mise en charge immédiate, précoce ou différée
- tous types de prothèses supra implantaire réalisés (prothèse fixée unitaire, plurale, overdentures, PAP stabilisées), pas de conclusion possible dans une indication clinique
- prise de radiographies non standardisée

Les auteurs affirment que ces biais donnent une bonne validité externe à leur étude car elle est ainsi, selon eux, le reflet de la réalité clinique quotidienne au cabinet dentaire. Le taux de survie implantaire cumulé à 1 an des implants est de 97,8% et à 2 ans de 97,6%. Le taux de succès cumulé à 1 an est de 97,6% et à 2 ans de 97,4%. Le taux de survie en position de molaire à 2 ans est de 96,1%, 96,7% en antérieur et 99,4% en position de prémolaire. Les auteurs affirment que les implants de 3,3 mm de diamètre ont permis d'éviter une greffe dans plus de la moitié des cas (54%) où elle aurait été nécessaire avec un implant standard mais nous ne savons pas sur quels critères (radiologiques ?) ils s'appuient pour affirmer cela.

3.3.2.3 Perte osseuse marginale

Lorsque les implants en Ti-Zr de 3,3 mm de diamètre sont jumelés à un implants de 4,1 mm de diamètre en titane, la perte osseuse péri-implantaire est de $0,33 \pm 0,54$ mm à 2 ans (89).

En cas d'édentement unitaire, la différence sur la perte osseuse marginale est non significative ($p=0,720$) entre les implants en Ti-Zr et ceux en titane (84,85) :

- Ti-Zr 3,3 mm de diamètre : médiane -0,10 mm ($0,40 \pm 0,93$ mm)
- Ti 4,1 mm de diamètre : médiane -0,21 mm ($0,31 \pm 0,59$ mm)

A 1 an, 3 implants (1 du groupe titane et 2 du groupe Ti-Zr) ont une perte d'os supérieure à 2 mm. A 3 ans, un implant du groupe Ti-Zr a été diagnostiqué comme étant en péri-implantite, soit 5,9% des implants du groupe Ti-Zr. L'autre implant du groupe Ti-Zr avec une perte d'os importante à 1 an est perdu de vue à 3 ans.

Malgré que cette étude soit une RCT, 2 principales limites nous empêchent d'en tirer des conclusions :

- les 2 groupes portent sur des implants qui n'ont pas le même diamètre et ne sont pas fabriqués avec le même matériau. Il n'y a donc pas de conclusion possible sur le diamètre.

- certains cas ont nécessité une régénération osseuse guidée (ROG) (avec substitut osseux Bio-Oss® et membrane BioGide®) des défauts osseux péri-implantaires lors de la pose des implants, d'autres non.

Les auteurs concluent donc qu'il n'y a pas de différence significative entre les implants 3,3 en Ti-Zr et les implants 4,1 en titane supportant des couronnes unitaires en secteur antérieur et prémolaire à 3 ans.

D'autres auteurs comparent la perte osseuse marginale avec différents designs de lambeaux et une mise en charge immédiate d'implants antérieurs et postérieurs en Ti-Zr. La perte osseuse est significativement plus importante pour les implants postérieurs ($0,46 \pm 0,14$ mm) que pour les implants antérieurs ($0,14 \pm 0,17$ mm) ($p=0,026$). La perte osseuse est également plus importante en cas de lambeau d'épaisseur totale avec ROG ($0,59 \pm 0,41$ mm) que pour les 3 autres techniques chirurgicales (sans lambeau, lambeau minimal d'épaisseur totale, lambeau d'épaisseur totale) ($p=0,015$). La perte osseuse la plus importante ($>0,45$ mm) est associée à la ROG (100% des cas), aux implants en zone postérieure (90% des cas) et à une crête osseuse d'épaisseur inférieure à 4 mm (60% des cas). Face à ceux résultats, pour les implants étroits mandibulaires postérieurs, les auteurs recommandent de préférer une mise en charge différée surtout si la pose d'implants est associée à une ROG (58).

3.3.2.4 Autres paramètres cliniques

En situation unitaire, il n'y a pas de différence significative entre les implants étroits en titane et ceux en Ti-Zr concernant le saignement au sondage, la profondeur de poche, la hauteur de gencive kératinisée, le niveau de la gencive vestibulaire ou encore la hauteur de la papille mésiale et distale au bout de 3 ans de fonction. Au niveau muqueux, 18 implants sur 32 (10 du groupe titane, 8 du groupe Ti-Zr) sont en mucosite à 3 ans (84,85).

Autour des implants étroits en Ti-Zr jumelés à des implants en titane de diamètre standard, la profondeur de poche à 2 ans est de 2,21 à 2,89 mm. Le taux de complications prothétiques (comme la perte de la vis du pilier) est de 18,2% (89).

Subjectivement, la mise en place d'implants augmente la satisfaction du patient avec ses prothèses : diminution des difficultés de prononciation des phonèmes, diminution des problèmes de mastication, diminution des problèmes esthétiques et augmentation de la confiance. Lambert et coll. affirment que dans 60% des cas, une ROG n'a pas été nécessaire grâce aux implants étroits. Les implants étroits réduisent le nombre et la sévérité des interventions chirurgicales mais aussi leur coût (58).

Les implants étroits en Ti-Zr ont un taux de survie de 95,2 à 100% à 2 ans en fonction des études. La différence de perte osseuse avec les implants en titane de diamètre standard est non significative. La perte osseuse marginale est variable de 0,14 mm à 0,46 mm en fonction des designs prothétiques et de la localisation antérieure ou postérieure des implants.
--

3.3.3 Etudes de faible niveau de preuve

3.3.3.1 Généralités

La plupart des études incluant des implants en titane antérieurs et postérieurs sont des études de faible niveau de preuve scientifique (Tableau 6). Sans localisation spécifique, maxillaire ou mandibulaire, ces implants supportent des prothèses aux designs très différents (overdentures, prothèses fixées unitaires, couronnes jumelées et bridges supportés uniquement par des implants étroits ou par des implants étroits et des implants de diamètre standard).

3.3.3.2 Taux de survie

Les taux de survie sont compris entre 100% à 1 an et 92,3% à 9 ans. Les taux de succès sont compris entre 98,7% à 5 ans et 91,4% à 9 ans. Du fait du faible niveau de preuve et de l'hétérogénéité des études, il ne paraît pas possible de calculer un taux de survie et de succès moyen.

Pour Romeo et coll., il n'y a pas de différence significative de taux de survie et de succès entre les implants étroits et standards (86).

Il n'y a pas de relation claire entre la position de l'implant et le risque d'échec :

- selon Arisan et coll., la position postérieure des implants augmente le risque d'échec. Il y a 1,2 fois plus d'échec en postérieur qu'en antérieur (37). La probabilité de survie n'est pas plus grande à la mandibule qu'au maxillaire.
- selon Mangano et coll., la localisation postérieure des implants n'est pas associée à un risque plus élevé d'échec (88)
- Romeo et coll. n'ont pas pu mettre en évidence de lien entre la position de l'implant (antérieur/postérieur, maxillaire/mandibule) et le risque d'échec à cause du faible nombre d'échec (86)
- pour Vigolo et coll. et Arisan et coll., les résultats sont comparables au maxillaire et à la mandibule (37,94).

A court comme à plus long terme, la mauvaise qualité osseuse (os de type 4) est un facteur déterminant d'échec (86,94).

Le pronostic des implants étroits et standards à long terme est plus influencé par les infections péri implantaires que par les facteurs biomécaniques comme la surcharge occlusale (86).

Pour Lee et coll., le taux de succès diminue avec l'âge. Les auteurs pensent que cela s'explique par l'augmentation du stress crestal avec les implants étroits chez des patients avec un potentiel de remodelage osseux diminué. Mais cela pourrait aussi être le reflet des biais de l'étude comme la multiplicité des designs implantaires et la mise en œuvre de ROG pour la moitié des implants (36).

Pour les restaurations plurales, les implants étroits sont souvent solidarisés aux implants de diamètre standard (37,90). Pour Arisan et coll., la survie des implants étroits reliés à des implants de diamètre standard est bonne. Cependant, la population de l'étude est composée à 90% de femmes et les caractéristiques des implants de diamètre standard ne sont pas connues (37).

3.3.3.3 Perte osseuse marginale

Pour Romeo et coll., la perte osseuse marginale n'est pas influencée par le diamètre de l'implant. Il en est de même pour la profondeur de poche et le saignement au sondage (86).

Avec une mise en charge immédiate, Degidi et coll. observent une plus grande perte osseuse autour des implants étroits de moins de 10 mm de long. Les implants mis en charge de façon différée, avec le plus grand diamètre (3,5 mm) et les plus longs ont moins de perte osseuse péri implantaire. Malgré cela, les auteurs concluent que la mise en charge immédiate est une procédure fiable (47). Cependant, la période d'observation moyenne de cette étude est de seulement 20 mois.

Pour Arisan et coll., la perte osseuse est prédominante la première et la 2^{ème} année (37).

3.3.3.4 Complications

In vitro, la plus faible résistance à la fracture d'un implant de 3 mm et 3,3 mm de diamètre par rapport aux implants de 4,1 mm de diamètre est avérée (43). Dans les études cliniques, les cas de fracture implantaire sont pourtant rares. La fracture de fatigue peut arriver au bout d'un long temps de fonction (46). Or la majorité des études a un suivi de seulement 1 à 2 ans.

Zinsli et coll. rapportent 2 cas de fractures de fatigue d'implants de 3,3 mm de diamètre (90) :

- 1 implant de 8 mm de long en secteur prémolaire maxillaire au bout 6 ans de fonction
- 1 implant de 10 mm de long chez un patient qui bruxe, en position de canine au bout 2 ans de fonction.

La résorption antéro-postérieure est bien souvent accompagnée d'une résorption verticale des maxillaires. Les implants étroits permettent certes d'éviter des greffes osseuses mais ils ne résolvent pas le problème de décalage intermaxillaire. L'esthétique et la phonation sont importantes à prendre en compte dans la réhabilitation du maxillaire édenté par prothèse fixée supportée par des implants étroits (91).

Mangano et coll. étudient des implants dont la connexion avec le pilier se fait par cône morse et non par vissage. Ils soulignent que la connexion par cône morse diminue la perte du pilier (0,3%). La perte de vis du pilier après 5 ans de fonction est estimée à 8,8% (Jung 2012). De plus, ce type de connexion par cône morse permet une meilleure distribution des forces dans l'os et prévient donc la résorption de l'os crestal péri-implantaire. Le cône morse assure aussi un scellement efficace contre la pénétration bactérienne (car il n'y a pas de microgap de 1 à 3 µm et donc moins d'inflammation des tissus) (88).

Les complications prothétiques retrouvées sont liées soit :

- à une mauvaise équilibration occlusale (94)
- à une fracture de vis : 0,03% (36), 0,67% (90), 0,26% (86)
- à la maintenance prothétique, notamment des overdentures (90)

Ces complications sont donc souvent indépendantes du diamètre des implants.

Les différents auteurs ne sont pas d'accord sur le fait de solidariser ou non les couronnes supra implantaires. Pour certains (37), cela permettrait de réduire le taux de descellement mais pour d'autres (36), le taux de descellement pour les couronnes unitaires et les prothèses plurales solidarisées est identique.

Les complications biologiques sont elles principalement infectieuses. Le taux de péri-implantites varie en fonction des études :

- pour Arisan et coll., le taux de péri-implantites est de 4,3%. Ce taux est plus important en postérieur qu'en antérieur.
- pour Zinsli et coll., 4 péri-implantites sont traitées soit 1,4%
- pour d'autres études, il est difficile à évaluer. Certains auteurs comme Lee et coll. notent des implants en souffrance mais ne les comptabilisent pas dans les complications biologiques (36)

Ces taux de péri-implantites ne semblent pas plus élevés que ceux retrouvés autour des implants de diamètre standard. Mais une fois de plus, ce résultat est limité par la faible durée de suivi des études.

Les études sur les implants étroits en secteur antérieur et postérieur sont de faible niveau de preuve. Les cohortes suivies sur une dizaine d'années permettent de mettre en évidence quelques fractures de fatigue d'implants. Cependant, les infections péri-implantaires sont une cause d'échec plus fréquente que la fracture. D'autre part, la littérature ne donne pas de relation claire entre la position de l'implant et le risque d'échec.

3.4 Implants de faible diamètre supportant des overdentures

3.4.1 Littérature

De nos jours, avec l'augmentation de la durée de vie, de nombreux patients sont édentés totaux. Au maxillaire, l'anatomie permet souvent d'obtenir une rétention et une stabilité correcte de la prothèse adjointe complète. En revanche, à la mandibule, la résorption osseuse associée aux mouvements musculaires de la langue, du plancher lingual et des joues rend la prothèse instable et donc inconfortable. Le consensus de McGill (95) recommande de stabiliser la prothèse complète mandibulaire par 2 implants symphysaires. Cette solution apporte des résultats satisfaisants et est peu coûteuse par rapport aux autres restaurations implantaire envisageables. Elle améliore nettement le confort, l'efficacité masticatoire et la qualité de vie des patients. Cependant, face à la résorption osseuse, la mise en place d'implants de diamètre standard n'est pas toujours possible. Les techniques d'augmentation osseuse peuvent alors être proposées. Néanmoins, elles augmentent la durée, le coût et la morbidité du traitement. Comme le soulignent Pommer et coll. (96), les patients édentés totaux préfèrent généralement les thérapeutiques mini invasives aux techniques d'augmentation osseuse. Les implants de faible diamètre sont alors une alternative possible aux greffes osseuses. La chirurgie est peu invasive et l'inconfort post opératoire est faible. Le coût des mini-implants est réduit par rapport aux implants de diamètre standard (97) (98).

Auteur	Année	Type étude	Niveau de preuve	Type d'implants et localisation
Elsyad (99)	2013	Prospective	2	Mini-implants maxillaires
Preoteasa (100)	2014	Prospective	4	Mini-implants maxillaires
De Souza (101)	2015	Prospective	2	Mini-implants mandibulaires
Jofré (102)	2010	RCT	2	Mini-implants mandibulaires
Morneburg (103)	2008	Prospective	4	Mini-implants mandibulaires
Maryod (104)	2014	Prospective	2	Mini-implants mandibulaires
Cho (98)	2007	Rétrospective	4	Mini-implants mandibulaires
Elsyad (97)	2011	Prospective	4	Mini-implants mandibulaires
Mangano (105)	2012	Prospective	4	Mini-implants mandibulaires
Mangano (106)	2015	Prospective	4	Mini-implants mandibulaires
Al Nawas (107)	2012	RCT	2	Implants étroits mandibulaires
Quirynen (49)	2015	RCT	2	Implants étroits mandibulaires
Muller (108)	2015	RCT	2	Implants étroits mandibulaires
El-Sheikh (40)	2012	Prospective	4	Implants étroits mandibulaires
Zweers (48)	2015	Rétrospective	4	Implants étroits mandibulaires

Tableau 7 : liste des articles sur les mini-implants et les implants étroits stabilisant les overdentures

Parmi les articles retrouvés dans la littérature (Tableau 7), on distingue :

- les mini-implants supportant des overdentures maxillaires ou mandibulaires
- les implants étroits supportant des overdentures mandibulaires.

3.4.2 Mini-implants

3.4.2.1 Maxillaire

La littérature sur les mini-implants stabilisant des overdentures maxillaires est très pauvre. Seulement 2 études prospectives portent sur le sujet.

Elsyad et coll. (99), dans une étude préliminaire prospective, incluent 19 patients demandeurs d'une meilleure rétention de leur prothèse maxillaire et souhaitant diminuer le recouvrement palatin. Les auteurs souhaitent comparer le recouvrement palatin partiel ou total par la prothèse adjointe complète. 6 mini-implants sont ainsi posés sans lambeau, en position d'incisive latérale et de prémolaire maxillaires et mis en charge immédiatement. Preoteasa et coll. (100) réalisent des prothèses à recouvrement palatin complet stabilisées par 5 ou 6 mini-implants, mis en charge immédiatement.

Les taux de survie et de succès sont dans les 2 cas inférieurs à ceux attendus :

- Pour Elsyad et coll. (99), le taux de survie avec un recouvrement palatin total est de 78,4% et 53,8% avec un recouvrement partiel à 2 ans.
- Pour Preoteasa et coll. (100), le taux de survie maxillaire (77,78%) est inférieur au taux de survie mandibulaire. 8 échecs d'implants maxillaires sont rapportés dont 2 à cause d'une fracture des mini-implants dans la partie apicale de l'implant. Le taux succès à 3 ans est de seulement 63,9%.

Concernant la résorption osseuse, la perte osseuse verticale est significativement plus importante avec un recouvrement partiel du palais ($6,29 \pm 2,33$ mm à 2 ans). La majorité de la résorption s'effectue les 6 premiers mois. Un recouvrement complet du palais permet une meilleure répartition des forces. La perte osseuse est ainsi moins importante qu'avec un recouvrement partiel (99). Les pertes osseuses les plus importantes sont observées chez les femmes, avec une épaisseur de crête réduite, dans les sites de faible densité osseuse, autour des implants avec un faible torque d'insertion et pour les implants proches de la ligne médiane. La perte osseuse n'est pas influencée par le diamètre du mini-implant (1,8 à 2,4 mm) (100).

Au niveau prothétique, sur les 3 ans de suivi, Preoteasa et coll. ont relevé une fracture de prothèse maxillaire et des parties femelles perdues ont dû être remplacées dans les overdentures (100).

Les auteurs concluent que l'utilisation de mini-implants pour stabiliser une prothèse adjointe complète maxillaire surtout à recouvrement partiel n'est pas recommandée en raison d'une excessive résorption osseuse et d'un taux d'échec important. Selon eux, différents facteurs peuvent expliquer les nombreux échecs des mini-implants maxillaires :

- faibles trabéculations osseuses maxillaires,
- fine muqueuse masticatoire,
- mise en charge immédiate,
- implants non solidarisés (un certain degré de non parallélisme produit des micromouvements lors de l'insertion et du retrait de la prothèse).

Néanmoins, les patients sont plus satisfaits après traitement et apprécient l'augmentation de la rétention et de la capacité masticatoire (99,100).

L'utilisation de mini-implants pour stabiliser des overdentures maxillaires n'est actuellement pas recommandée.

3.4.2.2 Mandibule

Une RCT (102), 6 études prospectives (101,103–106) et une étude rétrospective (98) traitent des mini-implants mandibulaires supportant des overdentures (Tableau 7).

3.4.2.2.1 Taux de survie et de succès

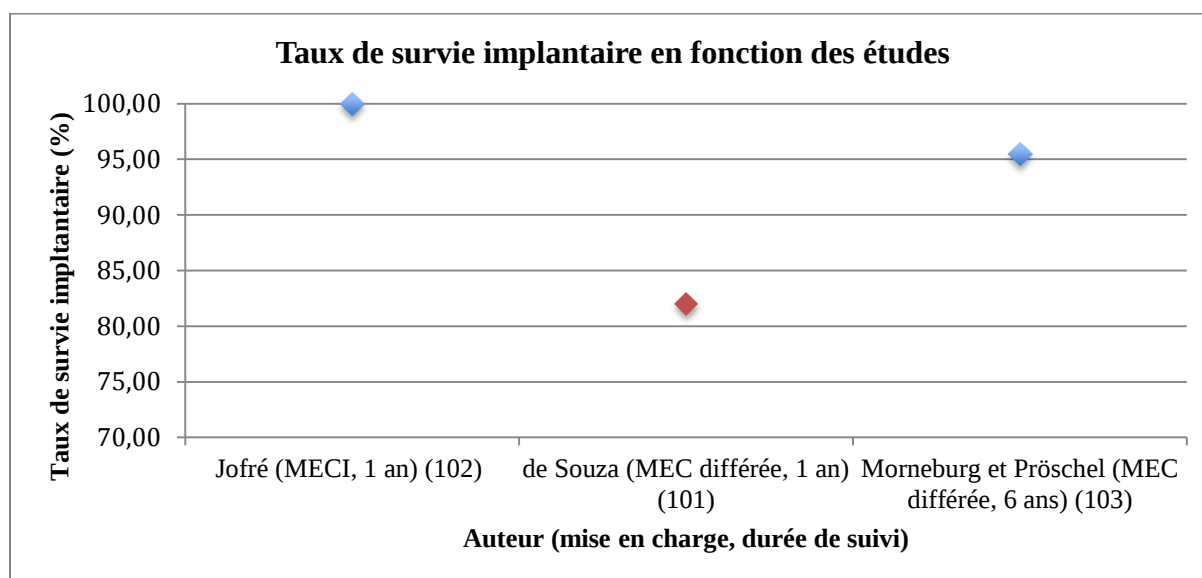


Figure 12 : taux de survie de 2 mini-implants supportant des overdentures mandibulaires en fonction des études

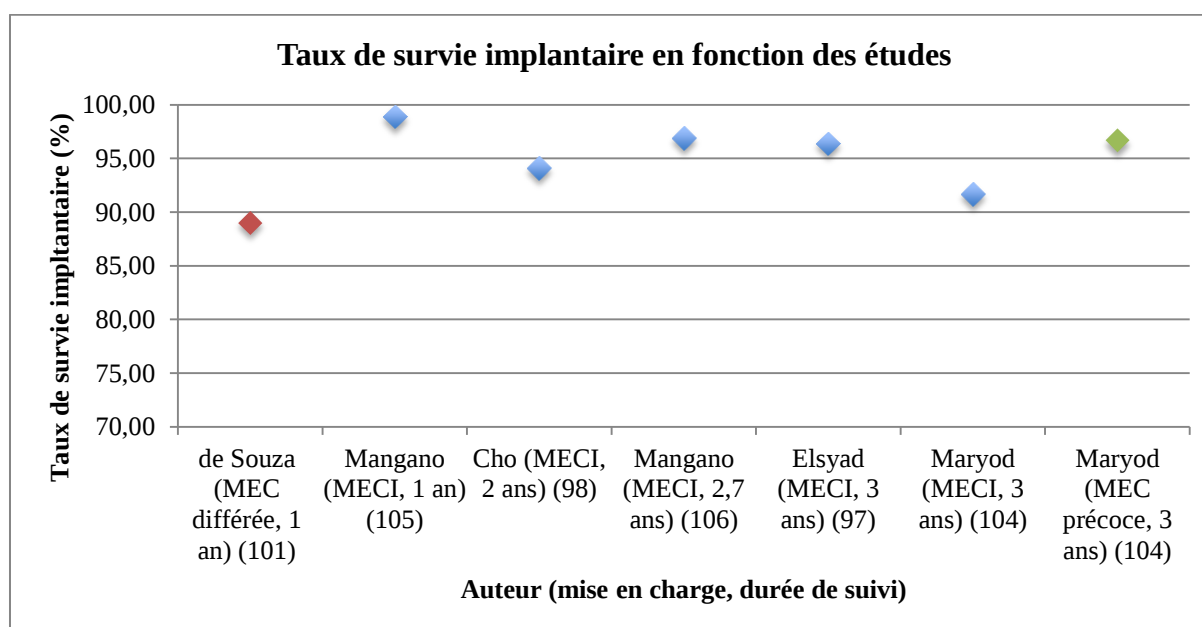


Figure 13 : taux de survie de 4 mini-implants supportant des overdentures mandibulaires en fonction des études

Pour supporter les overdentures mandibulaires, 2 ou 4 implants sont mis en place. Dans une RCT de 2015, de Souza et coll. (101) comparent l'utilisation de 2 ou 4 mini-implants (2 mm de diamètre) à 2 implants de diamètre standard (4 mm de diamètre), mis en charge de façon différée. Les taux de survie, à 1 an, sont les suivants : **2 implants standards : 99%, 4 mini-implants : 89%, 2 mini-implants : 82%**. Les échecs sont donc plus importants quand seulement 2 mini-implants sont utilisés.

Les autres études utilisant **2 mini-implants** ont **des taux de survie implantaire de 100% à 1 an avec une mise en charge immédiate** (102) à **95,5% à 6 ans avec une mise en charge différée** (103) (Figure 12). Le taux d'échec important pour les mini-implants dans l'étude de Souza peut s'expliquer par la faible longueur des mini-implants utilisés. En effet, les implants posés mesurent 10 mm alors qu'ils mesurent 12 à 15 mm de long dans les autres études.

Le taux de survie moyen avec une **mise en charge immédiate** dans les études utilisant **4 mini-implants est de 95% à 3 ans** (97,104,106) (Figure 13). Ces implants sont normalement conçus pour être mis en charge immédiatement. Cependant, les mini-implants sont plus sujets aux micromouvements et aux déformations. Il est donc intéressant de connaître le meilleur moment pour la mise en charge afin de permettre l'ostéointégration (104). Maryod et coll. (104) comparent dans leur étude la mise en charge immédiate et précoce de 4 mini-implants. A 2 semaines, ils réalisent un rebasage souple (résilient, qui absorbe les forces et les répartit) puis fixent les attachements O-ring d'usage à 3 mois. Le taux de survie cumulée dans le groupe « mise en charge immédiate » (91,7%) est inférieur à celui du groupe « **mise en charge précoce** » (**96,7%**) à 3 ans ($p=0,009$). La mise en charge précoce paraît alors préférable à la mise en charge immédiate.

Le taux de survie est également plus élevé quand les implants sont plus postérieurs (région canine et prémolaire mandibulaire) que dans la région symphysaire (distribution des forces peut être plus favorable, pas de rotation postérieure de l'overdenture) (97,104).

Les échecs peuvent être précoces, dès 7 jours après la chirurgie (103), ou survenir au moment de la mise en charge (97) ou être tardifs et donc apparaître plusieurs années après la mise en charge (103).

Malheureusement, le **taux de succès** n'est évalué que dans une seule étude : 92,9% à 3 ans (97). Mangano et coll. relèvent 6,1% de complications biologiques (péri-implantites) à 2,7 ans de suivi (106).

3.4.2.2.2 Perte osseuse marginale

Chez les patients édentés complets, la mise en place stable, précise et reproductible d'un angulateur pour réaliser une radiographie rétro alvéolaire est rendue complexe par la résorption osseuse importante. Morneburg et coll. (103) analysent alors le niveau osseux sur des radiographies panoramiques mais ce cliché est peu fiable pour le suivi de la résorption osseuse péri implantaire. En effet, la résolution des radiographies panoramiques est insuffisante, la distorsion est importante et la qualité est faible en secteur antérieur mandibulaire. Cette étude n'a donc pas été prise en compte dans les calculs de la perte osseuse moyenne.

La perte osseuse marginale moyenne à 1 an dans les autres études (97,102,104,105,106) est de 0,88 mm (Figure 14).

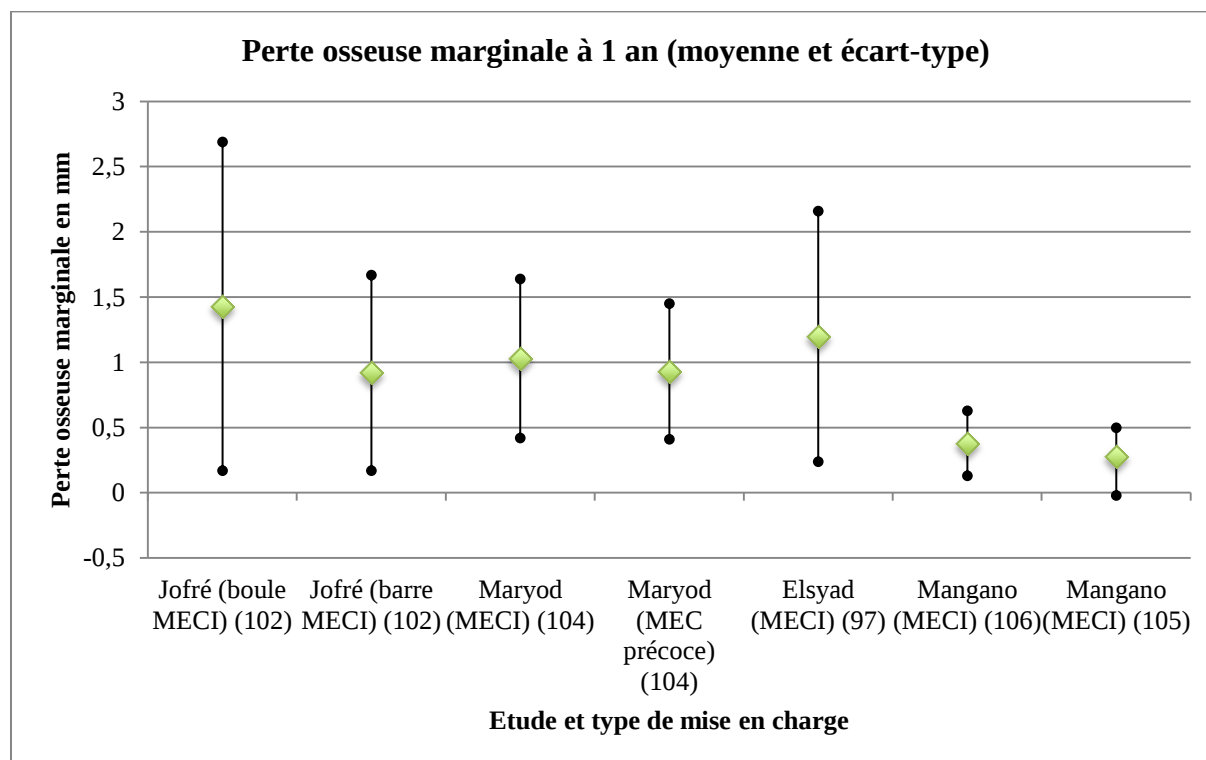


Figure 14 : perte osseuse marginale à 1 an autour des mini-implants supportant des overdentures mandibulaires

La perte osseuse est ensuite faible les années suivantes. A 3 ans, la perte osseuse verticale est de $1,26 \pm 0,64$ mm pour Elsyad et coll. (97) et $1,17 \pm 0,65$ mm pour Maryod et coll. (104). Ces mêmes auteurs (104) remarquent qu'à 6 mois, la perte osseuse marginale est plus importante dans le groupe « mise en charge immédiate » par rapport au groupe « mise en charge précoce » mais la différence entre les 2 groupes est non significative plus tard ($p=0,001$).

Cette faible perte osseuse est inattendue car, in vitro, les forces horizontales transférées à l'interface os/implant sont plus importantes qu'au niveau des implants conventionnels (102). Mais la chirurgie atraumatique sans lambeau (104), l'insertion des mini-implants avec un sous-forage entraîne une compression osseuse qui augmente sa densité. De plus, les parties femelles des attachements (notamment les attachements O-ring) sont résilients et absorbent donc les forces. Cela permet une réduction du moment des forces sur les implants et un appui muqueux de la prothèse (97).

Jofré et coll. (102), dans leur RCT, comparent la perte osseuse en fonction de l'utilisation d'attachements boule ou d'une barre reliant les mini-implants. A 15 mois, la perte osseuse est plus importante dans le groupe boule par rapport au groupe barre (boule : $1,43 \pm 1,26$ mm et barre : $0,92 \pm 0,75$ mm) mais la différence est statistiquement non significative (échantillon trop faible). Cependant, les auteurs affirment que la barre possède différents degrés de résistance horizontale et verticale permettant différentes puissances de transmission des forces à l'interface os/implants. La barre limiterait ainsi selon eux la résorption osseuse marginale.

D'autre part, il n'y a pas de lien entre la force masticatoire maximale et la perte osseuse marginale autour de mini-implants supportant des overdentures. Les auteurs estiment que cela est dû à l'appui muqueux (et non implantaire) de la prothèse. Il n'est donc pas possible de prédire la perte osseuse marginale en fonction de la force masticatoire maximale (102).

Les valeurs du Periotest sont stables dans le temps (T0, $-3,6 \pm 1,2$ mm, (99) et à la découverte, $-1,3 \pm 1,1$ mm (103)). Ces valeurs sont plus élevées que pour des implants de diamètre standard car les mini-implants ont un module de flexion plus élevé que les implants de diamètre standard.

D'autre part, l'utilisation d'attachements plus courts réduit le moment des forces et la position des implants en secteur antérieur mandibulaire et permet d'éviter les fractures des mini-implants (103).

3.4.2.2.3 Qualité de vie du patient

Dans tous les cas, on remarque une augmentation de la force masticatoire maximale au cours du temps après la mise en charge des implants. Il n'y a pas de différence de force masticatoire maximale entre les patients ayant une overdenture stabilisée par des attachements boule ou une barre (102) .

La pose de ces mini-implants augmente également de façon significative la rétention de la prothèse, la satisfaction des patients avec leur prothèse, leur confort et leur qualité de vie sociale (98,103). De Souza et coll. (101) évaluent de façon plus précise l'OHRQoL (Oral Health Related Quality of Life) grâce à la version brésilienne de l'OHIP-EDENT (Oral Health Impact Profile in Edentulous Adults) et la satisfaction du patient. L'OHRQoL avec 2 ou 4 mini-implants est supérieure à l'OHRQoL avec 2 implants de diamètre standard. La satisfaction avec 4 mini-implants est supérieure à celle avec 2 mini-implants, elle même supérieure à celle constatée avec 2 standards. Les différences de perception par le patient sont en partie sûrement dues à l'utilisation de cupules en nylon pour les implants standards qui s'usent plus rapidement que celles en silicone des attachements O'ring. Les patients n'observent pas de différence de douleur ou d'inconfort post opératoire entre la pose de mini-implants ou d'implants de diamètre standard.

Le taux de survie moyen de 4 mini-implants, mis en charge immédiatement, supportant une overdenture mandibulaire est de 95% à 3 ans. Les taux de succès ne sont pas connus. La perte osseuse marginale moyenne à 1 an est de 0,88 mm.

3.4.3 Implants étroits

3.4.3.1 Maxillaire

Seule l'étude de Cordaro et coll. (109) utilise des implants de faible diamètre pour stabiliser des overdentures maxillaires. Cependant, 6 des patients de l'étude bénéficient de greffe osseuse autogène simultanément à la pose des implants. L'article, ne répondant à nos critères d'inclusion, n'a donc pas été retenu. Tout comme pour les mini-implants, il y a un manque d'études sur le sujet.

L'utilisation d'implants étroits pour stabiliser des overdentures maxillaire n'est pas documentée. Elle n'est pas actuellement recommandée.

3.4.3.2 Mandibule

5 articles ont été retrouvés dans la littérature sur les implants de faible diamètre stabilisant des overdentures mandibulaires. Il s'agit d'une étude prospective (40), d'une étude rétrospective (48) et d'une RCT dont les résultats ont été publiés à 1 an (107), 2 ans (49) et 5 ans (108) (Tableau 7).

3.4.3.2.1 Taux de survie et de succès

Le taux de survie moyen de 2 implants étroits symphysaires stabilisant une overdenture mandibulaire est de 98,75% avec un suivi de 2 à 5 ans (40,48,108).

Le taux de succès à 5 ans est de 95,8% pour les implants en Ti-Zr et de 92,6% pour les implants en titane (108).

3.4.3.2.2 Perte osseuse marginale

La perte osseuse moyenne à 2 ans est de 0,7 mm (40,49) (Figure 15). Tous les auteurs s'accordent pour dire que la majorité de la perte osseuse survient les 6 premiers mois. Ces résultats sont en accord avec les critères de succès d'Albrektsson (perte osseuse < 1,5 mm la 1^{ère} année et 0,2 mm les années suivantes) (110).

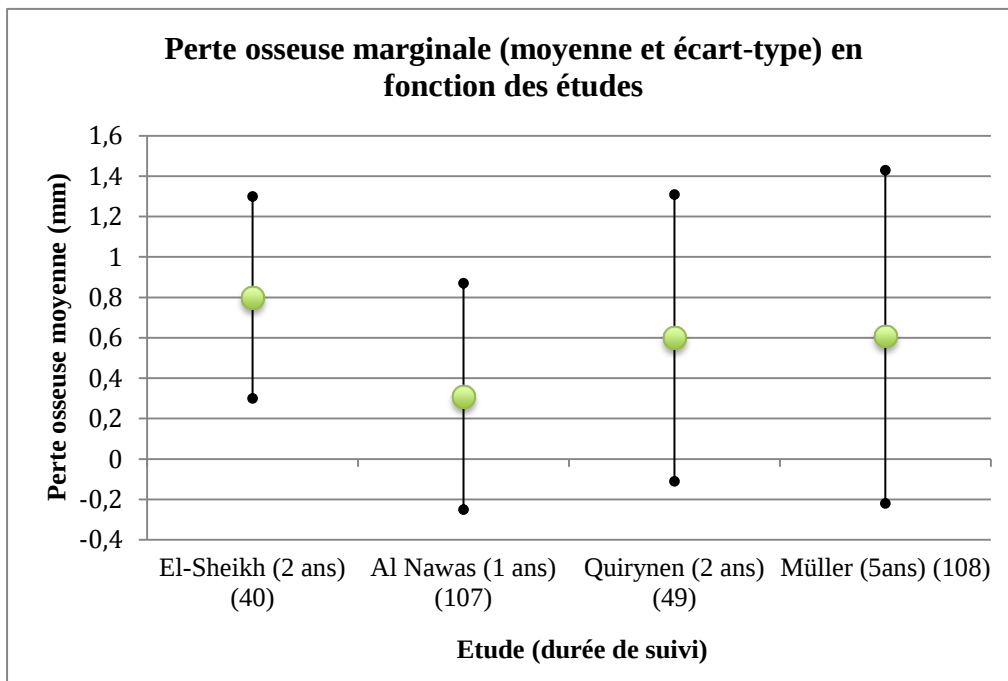


Figure 15 : perte osseuse marginale autour des implants étroits supportant des overdentures mandibulaires en fonction des études

Les données sur la résorption osseuse marginale de l'étude de Zweers et coll. ne sont pas exploitables car la perte osseuse la 1^{ère} année n'est pas connue (48). Ces mêmes auteurs affirment qu'il y a plus de perte osseuse avec les implants de faible diamètre comparé à un diamètre standard. La perte osseuse marginale entre 1 et 3 ans est :

- pour les implants de 3,3 mm : 0,32 mm
- pour les implants de 4,1 mm : 0,14 mm (différence statistiquement significative, $p=0,001$).

Selon eux, le stress est concentré autour du col implantaire. Le diamètre a donc plus d'influence que la longueur de l'implant. Cependant, cette étude rétrospective est insuffisante pour tirer des conclusions sur l'influence du faible diamètre implantaire sur la perte osseuse marginale. D'autres études prospectives randomisées comparant les implants de faible diamètre aux implants de diamètre standard sont nécessaires.

3.4.3.2.3 Nombre d'implants

Comme l'indique le consensus de McGill (95), il est recommandé de stabiliser la prothèse complète mandibulaire par 2 implants symphysaires. El-Sheikh et coll. (40) ont prouvé qu'il n'est pas nécessaire de mettre en place plus de 2 implants de faible diamètre. Il n'y a pas de différence significative sur les différents critères observés (cliniques, radiologiques, perte osseuse, parodontaux) entre les patients ayant reçu 2 implants en position de canine mandibulaire et 1 en position centrale sur la ligne médiane avec ceux ayant reçu seulement 2 implants en position de canine mandibulaire.

3.4.3.2.4 Matériaux implantaires

Afin d'évaluer les implants en Ti-Zr avec une surface sablée mordancée SLActive® qui augmente le contact os/implant et accélère la cicatrisation, Al Nawas, Quirynen et Müller (49,107,108) ont mené une RCT en double aveugle et en bouche divisée (1 implant de 3,3 mm de diamètre en titane et 1 en Ti-Zr entre les 2 foramen mentonniers). Cette RCT leur a permis de prouver la non infériorité du Ti-Zr par rapport au titane (sur les paramètres cliniques, le taux de survie et de succès et la perte osseuse marginale). Les preuves biomécaniques de plus grande résistance à la fatigue et de biocompatibilité associées à ces bons résultats cliniques suggèrent que les implants étroits en Ti-Zr vont autoriser la mise en place de thérapeutiques implantaires dans des situations plus complexes.

3.4.3.2.5 Type d'attachement

La plupart des auteurs utilisent des attachement de type Locator® pour stabiliser les prothèses (40,49,107,108). Cependant, Zweers et coll. (48) préfèrent les attachements boule. A 3 ans, les Locator® des implants étroits ont perdu plus d'os que les attachements boule (perte 0,43 mm contre 0,21 mm, $p=0,026$). Selon les auteurs, les degrés de liberté des attachements boule ont un effet positif sur la distribution du stress péri implantaire. Cela amène à une résorption moins importante qu'avec la connexion rigide de l'attachement Locator®. Néanmoins, la perte osseuse annuelle avec les 2 systèmes d'attachement reste faible.

3.4.3.2.6 Complications et maintenance

Dans la RCT de Quirynen et coll., 51,6% des patients ont rencontré des effets indésirables pendant les 3 ans du suivi dont 30,4% liés à l'étude : des fractures de prothèses, des pertes des composants prothétiques ou une inflammation de la muqueuse péri-implantaire (49). D'autres auteurs soulignent, l'importance de la maintenance prothétique de ces overdentures (changement de cupules de rétention, remplacement des attachements perdus...) (40).

Par rapport aux mini-implants en 1 pièce, les implants enfouis en 2 pièces offrent la possibilité de remettre en place des vis de cicatrisation si l'état de santé de la personne ne permet plus une hygiène compatible avec une overdenture ou qu'elle ne supporte plus sa prothèse (108).

D'autre part, il faut rester prudent face au faible taux de complications et d'échecs rencontrés (entre 3 et 5 ans, apparition de 2 radio clartés péri implantaires et d'1 infection péri implantaire dans une cohorte de 47 patients (108)) car tous les auteurs notent la difficulté de suivre régulièrement les patients édentés complets et le nombre important de perdus de vue. En effet, Zweers et coll. (48) soulignent que beaucoup de patients n'ont pu être inclus dans leur étude rétrospective car ils n'avaient pas été revus en maintenance. De même, dans la RCT de Müller, Quirynen et Al Nawas, 91 patients ont été inclus, 89 revus à 1 an, 75 revus à 3 ans et seulement 47 revus à 5 ans (49,107,108).

Le taux de survie moyen de 2 implants étroits symphysaires stabilisant une overdenture mandibulaire est de 98,75% avec un suivi de 2 à 5 ans. Le taux de succès à 5 ans est de 95,8% pour les implants en Ti-Zr et de 92,6% pour les implants en titane. La perte os marginale moyenne à 2 ans est de 0,7 mm. Les complications rencontrées sont liées à la maintenance des overdentures.

Conclusion

Comme le souligne la 3^{ème} conférence de consensus ITI 2013 (111), les implants de faible diamètre sont indiqués dans les situations d'espace mésio-distal réduit ou de crête d'épaisseur réduite à condition que les règles générales de positionnement des implants soient respectées. Le diamètre implantaire doit être le plus large possible selon la crête disponible et le profil d'émergence souhaité. Les implants de faible diamètre doivent avoir une longueur d'au moins 10 mm. Ils sont actuellement indiqués dans les situations cliniques suivantes :

- en antérieur, pour le remplacement de dents unitaires par des implants en 1 pièce ou des implants étroits en 2 pièces
- pour stabiliser les overdentures mandibulaires, 2 implants étroits ou 4 mini-implants
- en cas d'édentement unitaire postérieur, de bridge partiel ou total, implants étroits 3,3 à 3,5mm de diamètre mais les alternatives de traitement doivent être discutées.

La quasi totalité des études retrouvées dans la littérature montre un faible taux d'échec grâce à une rigoureuse sélection des patients sur les conditions biomécaniques et la densité osseuse. Le diamètre de l'implant est l'un des nombreux facteurs affectant la survie d'un implant : la surface de l'implant, sa longueur, la qualité osseuse, l'expérience du praticien, la stabilité primaire, le contact os/implant et l'hygiène post opératoire du patient (81).

Malgré les excellents taux de survie documentés, les taux de succès à long terme sont rarement connus pour les implants étroits en 2 pièces, jamais pour les mini-implants. Les paramètres cliniques et les protocoles de traitement ne sont pas suffisamment décrits et il n'y a pas d'études comparatives contrôlées disponibles. Les études sur les mini-implants sont souvent de faible niveau de preuve et n'indiquent pas de façon claire combien de patients sont suivis sur une durée donnée (28).

Ces différents éléments impliquent donc un haut risque de biais. Différents facteurs de confusion comme la quantité et la qualité d'os disponible, la solidarisation des supra-structures, les forces occlusales antagonistes, le rôle biomécanique de la connexion implant/pilier sont présents dans les études sélectionnées (111).

Les résultats des implants de faible diamètre en Ti-Zr sont prometteurs à court terme avec des taux de survie, de succès (>95%) et une perte osseuse marginale (<1 mm) comparables à ceux observés avec les implants de diamètre standard en titane. Mais il y a un réel besoin d'études à plus long terme pour confirmer ces excellentes performances cliniques. Actuellement, les résultats à 5 ans sont disponibles pour une seule étude (112).

La longueur des implants de faible diamètre est identique ou supérieure à celle des implants de diamètre standard. Les implants courts et étroits n'ont pas été étudiés (113).

Concernant la perte osseuse marginale, certains auteurs observent une perte osseuse marginale plus importante (de plus d'1 mm à des stades précoces) que celle survenant autour des implants de diamètre standard (37,63,65,70,79,80,86) alors que de nombreux autres cliniciens observent des pertes osseuses marginales très faibles (61,76,78,108). Ainsi Renouard et Nisand et Sierra Sánchez, dans leurs revues de la littérature, n'observent pas de relation entre le diamètre implantaire et la perte osseuse marginale (114,115). Le diamètre implantaire seul ne peut déterminer la perte osseuse marginale.

Les raisons d'échec les plus fréquentes sont biologiques par d'échec d'ostéointégration ou suite à des infections péri-implantaires et non mécaniques par fracture. Néanmoins, le risque de fracture après un long temps de fonction existe. Dans les décisions thérapeutiques, il faut prendre en compte la connaissance limitée du comportement clinique de ces implants (111).

On sait que le risque d'échec des implants est plus important lorsqu'ils sont insérés en site greffé que dans de l'os natif (116). L'idée de diminuer le recours aux greffes grâce à l'utilisation d'implants de faible diamètre est fascinante. Elle est prouvée *in vitro* (18) mais n'est évaluée dans aucune des études cliniques retrouvées dans la littérature (111,113). Certains auteurs soulignent seulement la diminution du recours à la ROG grâce à l'utilisation d'implants étroits (58).

Il y a donc un réel besoin d'études comparatives de haut niveau de preuve pour clarifier les limites des implants de faible diamètre, leur capacité à supporter les forces et leur survie à long terme (111,113,114). Les futures études doivent inclure les comparaisons d'implants de faible diamètre et d'implants de diamètre standard avec ou sans greffe osseuse. Des études doivent s'intéresser aux nouveaux matériaux et designs implantaires. Les taux de succès, le suivi à long terme (> 5 ans) et les possibles complications biologiques et techniques doivent être documentés. L'impact du faible diamètre implantaire sur le résultat esthétique et sur le profil d'émergence doit également être étudié (111).

Actuellement, la décision thérapeutique est à prendre en fonction de la situation clinique et des facteurs de risque du patient.

Liste des abréviations

GI : Gingival Index
MBL : Marginal Bone Loss
MBLC : Marginal Bone Level Change
MEC : Mise En Charge
MECI : Mise En Charge Immédiate
MEEI : Mise En Esthétique Immédiate
NR : Non Renseigné
OD : Overdenture
PDP : Profondeur De Poche
PF : Prothèse Fixée
PIS : Papilla Index Score
RCT : Randomized Controlled Trial
SLA[®] : Sandblasted, Large-grit, Acid-etched
Ti-Zr : Titane-Zirconium

Bibliographie

1. Ekfeldt A, Carlsson GE, Börjesson G. Clinical evaluation of single-tooth restorations supported by osseointegrated implants: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1994 Apr;9(2):179–83.
2. Pylant T, Triplett RG, Key MC, Brunsvold MA. A retrospective evaluation of endosseous titanium implants in the partially edentulous patient. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7(2):195–202.
3. Adell R, Eriksson B, Lekholm U, Brånemark PI, Jemt T. Long-term follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5(4):347–59.
4. Christensen GJ. The increased use of small-diameter implants. *J Am Dent Assoc* 2009 Jun;140(6):709–12.
5. Brånemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 1983 Sep;50(3):399–410.
6. Brånemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T. Tissue-integrated prostheses: Osseointegration in clinical dentistry. Chicago: Quintessence Publishing Company, 1985.
7. Buser D, Broggini N, Wieland M, Schenk RK, Denzer AJ, Cochran DL, et al. Enhanced bone apposition to a chemically modified SLA titanium surface. *J Dent Res* 2004 Jul;83(7):529–33.
8. Davarpanah M, Demurashvili SS-M, Philippe Rajzbaum, Keyvan Davarpanah, Georgy. Manuel d'implantologie clinique. 3e éd: Concepts, intégration des protocoles et esquisses de nouveaux paradigmes. Rueil-Malmaison : CdP, Initiatives Sante, 2015.
9. Eriksson RA, Albrektsson T. The effect of heat on bone regeneration: an experimental study in the rabbit using the bone growth chamber. *J Oral Maxillofac Surg* 1984 Nov;42(11):705–11.
10. Reingewirtz Y, Szmukler-Moncler S, Senger B. Influence of different parameters on bone heating and drilling time in implantology. *Clin Oral Implants Res* 1997 Jun;8(3):189–97.
11. Bert M, Missika P. Les clés du succès en implantologie : Prévenir les complications et les échecs. Rueil-Malmaison: CdP, 2009.
12. Nelson SJ. Wheeler's Dental Anatomy, Physiology and Occlusion. Saint Louis : Elsevier Health Sciences, 2014.
13. Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS. The effect of inter-implant distance on the height of inter-implant bone crest. *J Periodontol* 2000 Apr;71(4):546–9.

14. Galindo-Moreno P, Nilsson P, King P, Becktor J, Speroni S, Schramm A, et al. Clinical and radiographic evaluation of early loaded narrow diameter implants - 1-year follow-up. *Clin Oral Implants Res* 2012 May;23(5):609–16.
15. Esposito M, Ekestubbe A, Gröndahl K. Radiological evaluation of marginal bone loss at tooth surfaces facing single Brånemark implants. *Clin Oral Implants Res* 1993 Sep;4(3):151–7.
16. Froum SJ, Cho S-C, Cho YS, Elian N, Tarnow D. Narrow-diameter implants: a restorative option for limited interdental space. *Int J Periodont Rest Dent* 2007 Oct;27(5):449–55.
17. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M, Corsi E, Anello T. Titanium-zirconium alloy narrow-diameter implants (Straumann Roxolid®) for the rehabilitation of horizontally deficient edentulous ridges: prospective study on 18 consecutive patients. *Clin Oral Implants Res* 2012 Oct;23(10):1136–41.
18. Papadimitriou DEV, Friedland B, Gannam C, Salari S, Gallucci GO. Narrow-Diameter versus Standard-Diameter Implants and Their Effect on the Need for Guided Bone Regeneration: A Virtual Three-Dimensional Study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2015 Dec;17(6):1127–33.
19. Davarpanah M, Martinez H, Tecucianu JF, Celletti R, Lazzara R. Small-diameter implants: indications and contraindications. *J Esthet Dent* 2000;12(4):186–94.
20. United States Food and Drug Administration. 510(k) Pre-market notification; Indication for use statement of mini dental implants. http://www.accessdata.fda.gov/cdrh_docs/pdf3/k031106.pdf.
21. Barber HD, Seckinger RJ. The role of the small-diameter dental implant: a preliminary report on the Miniplant system. *Compend Newtown Pa* 1994 Nov;15(11):1390, 1392.
22. Block MS, Delgado A, Fontenot MG. The effect of diameter and length of hydroxylapatite-coated dental implants on ultimate pullout force in dog alveolar bone. *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg* 1990 Feb;48(2):174–8.
23. Spiekermann H, Jansen VK, Richter EJ. A 10-year follow-up study of IMZ and TPS implants in the edentulous mandible using bar-retained overdentures. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1995 Apr;10(2):231–43.
24. Saadoun AP, Le Gall MG. An 8-year compilation of clinical results obtained with Steri-Oss endosseous implants. *Compend Contin Educ Dent Jamesburg NJ* 1995 1996 Jul;17(7):669–74, 676 passim; quiz 688.
25. Lazzara R, Siddiqui AA, Binon P, Feldman SA, Weiner R, Phillips R, et al. Retrospective multicenter analysis of 3i endosseous dental implants placed over a five-year period. *Clin Oral Implants Res* 1996 Mar;7(1):73–83.
26. Polizzi G, Fabbro S, Furri M, Herrmann I, Squarzone S. Clinical application of narrow Brånemark System implants for single-tooth restorations. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1999 Aug;14(4):496–503.

27. Laney, W.R., Broggin, N., Buser, D., Cochran, D.L., Garcia, L.T., Giannobile, W.V., Hjorting-Hansen, E. & Taylor, T.D. Glossary of oral and maxillofacial implants: GOMI. Berlin: Quintessenz-Verlag, 2008.
28. Bidra AS, Almas K. Mini implants for definitive prosthodontic treatment: a systematic review. *J Prosthet Dent* 2013 Mar;109(3):156–64.
29. Griffitts TM, Collins CP, Collins PC. Mini dental implants: an adjunct for retention, stability, and comfort for the edentulous patient. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2005 Nov;100(5):e81–4.
30. Balaji A, Mohamed JB, Kathiresan R. A pilot study of mini implants as a treatment option for prosthetic rehabilitation of ridges with sub-optimal bone volume. *J Maxillofac Oral Surg* 2010 Dec;9(4):334–8.
31. Reddy MS, O’Neal SJ, Haigh S, Aponte-Wesson R, Geurs NC. Initial clinical efficacy of 3-mm implants immediately placed into function in conditions of limited spacing. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008 Apr;23(2):281–8.
32. Andersen E, Saxegaard E, Knutsen BM, Haanaes HR. A prospective clinical study evaluating the safety and effectiveness of narrow-diameter threaded implants in the anterior region of the maxilla. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2001 Apr;16(2):217–24.
33. Cordaro L, Torsello F, Mirisola Di Torresanto V, Rossini C. Retrospective evaluation of mandibular incisor replacement with narrow neck implants. *Clin Oral Implants Res* 2006 Dec;17(6):730–5.
34. Comfort MB, Chu FCS, Chai J, Wat PYP, Chow TW. A 5-year prospective study on small diameter screw-shaped oral implants. *J Oral Rehabil* 2005 May;32(5):341–5.
35. Geckili O, Mumcu E, Bilhan H. Radiographic evaluation of narrow diameter implants after 5 years of clinical function: a retrospective study. *J Oral Implantol* 2013;39(s1):273-279
36. Lee J-S, Kim H-M, Kim C-S, Choi S-H, Chai J-K, Jung U-W. Long-term retrospective study of narrow implants for fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res* 2013 Aug;24(8):847–52.
37. Arisan V, Bölükbaşı N, Ersanli S, Ozdemir T. Evaluation of 316 narrow diameter implants followed for 5-10 years: a clinical and radiographic retrospective study. *Clin Oral Implants Res* 2010 Mar;21(3):296–307.
38. Jacubowicz-Kohen B, Szmukler-Moncler S, Davarpanah M, Davarpanah K, Rajzbaum P, Demurasvili G, et al. Sélection de la morphologie et du diamètre implantaire, Morphologie Implantaire – Extrait Ch. 5. Mis en ligne juillet 2013. Paris – <http://www.eidparis.com/implant/dentaire.htm>.
39. Berglundh T, Persson L, Klinge B. A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in prospective longitudinal studies of at least 5 years. *J Clin Periodontol* 2002;29(Suppl 3):197–212; discussion 232–3.

40. El-Sheikh AM, Shihabuddin OF, Ghoraba SMF. Two versus three narrow-diameter implants with locator attachments supporting mandibular overdentures: a two-year prospective study. *Int J Dent* 2012;2012:285684.
41. 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 Dec;21(6):929–36.
42. Van der Bilt A. Assessment of mastication with implications for oral rehabilitation: a review. *J Oral Rehabil* 2011 Oct;38(10):754–80.
43. Allum SR, Tomlinson RA, Joshi R. The impact of loads on standard diameter, small diameter and mini implants: a comparative laboratory study. *Clin Oral Implants Res* 2008 Jun;19(6):553–9.
44. Hirata R, Bonfante EA, Anchietà RB, Machado LS, Freitas G, Fardin VP, et al. Reliability and failure modes of narrow implant systems. *Clin Oral Investig* 2016; 20(7):1505-13.
45. Freitas-Junior AC, Bonfante EA, Martins LM, Silva NRFA, Marotta L, Coelho PG. Effect of implant diameter on reliability and failure modes of molar crowns. *Int J Prosthodont* 2011 Dec;24(6):557–61.
46. Assaf A, Saad M, Daas M, Abdallah J, Abdallah R. Use of narrow-diameter implants in the posterior jaw: a systematic review. *Implant Dent* 2015 Jun;24(3):294–306.
47. Degidi M, Piattelli A, Carinci F. Clinical outcome of narrow diameter implants: a retrospective study of 510 implants. *J Periodontol* 2008 Jan;79(1):49–54.
48. Zweers J, van Doornik A, Hogendorf E a. H, Quirynen M, Van der Weijden GA. Clinical and radiographic evaluation of narrow- vs. regular-diameter dental implants: a 3-year follow-up. A retrospective study. *Clin Oral Implants Res* 2015 Feb;26(2):149–56.
49. Quirynen M, Al-Nawas B, Meijer HJA, Razavi A, Reichert TE, Schimmel M, et al. Small-diameter titanium Grade IV and titanium-zirconium implants in edentulous mandibles: three-year results from a double-blind, randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res* 2015 Jul;26(7):831–40.
50. Winkler S, Morris HF, Ochi S. Implant survival to 36 months as related to length and diameter. *Ann Periodontol* 2000 Dec;5(1):22–31.
51. Himmlová L, Dostálová T, Kácvský A, Konvicková S. Influence of implant length and diameter on stress distribution: a finite element analysis. *J Prosthet Dent* 2004 Jan;91(1):20–5.
52. Ding X, Zhu X-H, Liao S-H, Zhang X-H, Chen H. Implant-bone interface stress distribution in immediately loaded implants of different diameters: a three-dimensional finite element analysis. *J Prosthodont* 2009 Jul;18(5):393–402.

53. 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 Aug;16(4):486–94.
54. Anitua E, Tapia R, Luzuriaga F, Orive G. Influence of implant length, diameter, and geometry on stress distribution: a finite element analysis. *Int J Periodont Rest Dent* 2010 Feb;30(1):89–95.
55. Bourauel C, Aitlahrach M, Heinemann F, Hasan I. Biomechanical finite element analysis of small diameter and short dental implants: extensive study of commercial implants. *Biomed Tech (Berlin)* 2012 Feb;57(1):21–32.
56. Gottlow J, Dard M, Kjellson F, Obrecht M, Sennerby L. Evaluation of a new titanium-zirconium dental implant: a biomechanical and histological comparative study in the mini pig. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012 Aug;14(4):538–45.
57. Thoma DS, Jones AA, Dard M, Grize L, Obrecht M, Cochran DL. Tissue integration of a new titanium-zirconium dental implant: a comparative histologic and radiographic study in the canine. *J Periodontol* 2011 Oct;82(10):1453–61.
58. Lambert FE, Lecloux G, Grenade C, Bouhy A, Lamy M, Rompen EH. Less invasive surgical procedures using narrow-diameter implants: a prospective study in 20 consecutive patients. *J Oral Implantol* 2015 Dec;41(6):693–9.
59. Pini NIP, Marchi LMD, Pascotto RC. Congenitally missing maxillary lateral incisors: update on the functional and esthetic parameters of patients treated with implants or space closure and teeth recontouring. *Open Dent J* 2014;8:289–94.
60. Robertsson S, Mohlin B. The congenitally missing upper lateral incisor. A retrospective study of orthodontic space closure versus restorative treatment. *Eur J Orthod* 2000 Dec;22(6):697–710.
61. King P, Maiorana C, Luthardt RG, Sondell K, Øland J, Galindo-Moreno P, et al. Clinical and radiographic evaluation of a small-diameter dental implant used for the restoration of patients with permanent tooth agenesis (hypodontia) in the maxillary lateral incisor and mandibular incisor regions: A 36-month follow-up. *Int J Prosthodont* 2016 Apr;29(2):147–53.
62. Andrade DCM, Loureiro CA, Araújo VE, Riera R, Atallah AN. Treatment for agenesis of maxillary lateral incisors: a systematic review. *Orthod Craniofac Res* 2013 Aug;16(3):129–36.
63. Zarone F, Sorrentino R, Vaccaro F, Russo S. Prosthetic treatment of maxillary lateral incisor agenesis with osseointegrated implants: a 24-39-month prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res* 2006 Feb;17(1):94–101.
64. Grunder U, Gracis S, Capelli M. Influence of the 3-D bone-to-implant relationship on esthetics. *Int J Periodont Rest Dent* 2005 Apr;25(2):113–9.
65. Degidi M, Nardi D, Piattelli A. Immediate versus one-stage restoration of small-diameter implants for a single missing maxillary lateral incisor: A 3-year randomized clinical trial. *J Periodontol* 2009 Sep;80(9):1393–8.

66. Oyama K, Kan JYK, Rungcharassaeng K, Lozada J. Immediate provisionalization of 3.0-mm-diameter implants replacing single missing maxillary and mandibular incisors: 1-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2012 Feb;27(1):173–80.
67. Maiorana C, King P, Quaas S, Sondell K, Worsaae N, Galindo-Moreno P. Clinical and radiographic evaluation of early loaded narrow-diameter implants: 3 years follow-up. *Clin Oral Implants Res* 2015 Jan;26(1):77–82.
68. Galindo-Moreno P, Padial-Molina M, Nilsson P, King P, Worsaae N, Schramm A, et al. The influence of the distance between narrow implants and the adjacent teeth on marginal bone levels. *Clin Oral Implants Res* 2016 May. [Epub ahead of print]
69. Moráquez O, Vailati F, Grütter L, Sailer I, Belser UC. Four-unit fixed dental prostheses replacing the maxillary incisors supported by two narrow-diameter implants - a five-year case series. *Clin Oral Implants Res* 2016 Jun. [Epub ahead of print]
70. Zembić A, Johannesen LH, Schou S, Malo P, Reichert T, Farella M, et al. Immediately restored one-piece single-tooth implants with reduced diameter: one-year results of a multi-center study. *Clin Oral Implants Res* 2012 Jan;23(1):49–54.
71. Sohn D-S, Bae M-S, Heo J-U, Park J-S, Yea S-H, Romanos GE. Retrospective multicenter analysis of immediate provisionalization using one-piece narrow-diameter (3.0-mm) implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011 Feb;26(1):163–8.
72. Jemt T. Regeneration of gingival papillae after single-implant treatment. *Int J Periodont Rest Dent* 1997 Aug;17(4):326–33.
73. Sawai ML, Kohad RM. An evaluation of a periodontal plastic surgical procedure for the reconstruction of interdental papillae in maxillary anterior region: A clinical study. *J Indian Soc Periodontol* 2012 Oct;16(4):533–8.
74. Buser D, von Arx T. Surgical procedures in partially edentulous patients with ITI implants. *Clin Oral Implants Res* 2000;11(Suppl 1):83–100.
75. El-Sheikh AM, Shihabuddin OF. Clinical and radiographic evaluation of narrow-diameter titanium-zirconium implants in unilateral atrophic mandibular distal extensions: a 1-year pilot study. *J Contemp Dent Pract* 2014 Aug;15(4):417–22.
76. Tolentino L, Sukekava F, Garcez-Filho J, Tormena M, Lima LA, Araújo MG. One-year follow-up of titanium/zirconium alloy X commercially pure titanium narrow-diameter implants placed in the molar region of the mandible: a randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res* 2016 Apr;27(4):393–8.
77. Tolentino L, Sukekava F, Seabra M, Lima LA, Garcez-Filho J, Araújo MG. Success and survival rates of narrow diameter implants made of titanium-zirconium alloy in the posterior region of the jaws - results from a 1-year follow-up. *Clin Oral Implants Res* 2014 Feb;25(2):137–41.
78. Altinci P, Can G, Gunes O, Ozturk C, Eren H. Stability and marginal bone level changes of SLActive Titanium-Zirconium implants placed with flapless surgery: a prospective pilot study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2016 Dec;18(6):1193–99.

79. Degidi M, Nardi D, Piattelli A. Immediate restoration of small-diameter implants in cases of partial posterior edentulism: a 4-year case series. *J Periodontol* 2009 Jun;80(6):1006–12.
80. Maló P, de Araújo Nobre M. Implants (3.3 mm diameter) for the rehabilitation of edentulous posterior regions: a retrospective clinical study with up to 11 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res* 2011 Jun;13(2):95–103.
81. Saad M, Assaf A, Gerges E. The use of narrow diameter implants in the molar area. *Int J Dent* 2016. [Epub ahead of print]
82. Mangano F, Pozzi-Taubert S, Zecca PA, Luongo G, Sammons RL, Mangano C. Immediate restoration of fixed partial prostheses supported by one-piece narrow-diameter selective laser sintering implants: a 2-year prospective study in the posterior jaws of 16 patients. *Implant Dent* 2013 Aug;22(4):388–93.
83. Flanagan D. Mini implants supporting fixed partial dentures in the posterior mandible: a retrospective. *J Oral Implantol* 2015 Aug;41(4):e138–43.
84. Benic GI, Gallucci GO, Mokti M, Hämmerle CHF, Weber H-P, Jung RE. Titanium-zirconium narrow-diameter versus titanium regular-diameter implants for anterior and premolar single crowns: 1-year results of a randomized controlled clinical study. *J Clin Periodontol* 2013 Nov;40(11):1052–61.
85. Ioannidis A, Gallucci GO, Jung RE, Borzangy S, Hämmerle CHF, Benic GI. Titanium-zirconium narrow-diameter versus titanium regular-diameter implants for anterior and premolar single crowns: 3-year results of a randomized controlled clinical study. *J Clin Periodontol* 2015 Nov;42(11):1060–70.
86. Romeo E, Lops D, Amorfini L, Chiapasco M, Ghisolfi M, Vogel G. Clinical and radiographic evaluation of small-diameter (3.3-mm) implants followed for 1-7 years: a longitudinal study. *Clin Oral Implants Res* 2006 Apr;17(2):139–48.
87. Al-Nawas B, Domagala P, Fragola G, Freiberger P, Ortiz-Vigón A, Rousseau P, et al. A prospective noninterventional study to evaluate survival and success of reduced diameter implants made from Titanium-Zirconium alloy. *J Oral Implantol* 2015 Aug;41(4):e118–25.
88. Mangano F, Shibli JA, Sammons RL, Veronesi G, Piattelli A, Mangano C. Clinical outcome of narrow-diameter (3.3-mm) locking-taper implants: a prospective study with 1 to 10 years of follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014 Apr;29(2):448–55.
89. Barter S, Stone P, Brägger U. A pilot study to evaluate the success and survival rate of titanium-zirconium implants in partially edentulous patients: results after 24 months of follow-up. *Clin Oral Implants Res* 2012 Jul;23(7):873–81.
90. Zinsli B, Sägesser T, Mericske E, Mericske-Stern R. Clinical evaluation of small-diameter ITI implants: a prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004 Feb;19(1):92–9.

91. Veltri M, Ferrari M, Balleri P. One-year outcome of narrow diameter blasted implants for rehabilitation of maxillas with knife-edge resorption. *Clin Oral Implants Res* 2008 Oct;19(10):1069–73.
92. Anitua E, Errazquin JM, de Pedro J, Barrio P, Begoña L, Orive G. Clinical evaluation of Tiny® 2.5- and 3.0-mm narrow-diameter implants as definitive implants in different clinical situations: a retrospective cohort study. *Eur J Oral Implantol* 2010;3(4):315–22.
93. Anitua E, Saracho J, Begoña L, Alkhraisat MH. Long-term follow-up of 2.5-mm narrow-diameter implants supporting a fixed prostheses. *Clin Implant Dent Relat Res* 2016 Aug;18(4):769–77.
94. Vigolo P, Givani A, Majzoub Z, Cordioli G. Clinical evaluation of small-diameter implants in single-tooth and multiple-implant restorations: a 7-year retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004 Oct;19(5):703–9.
95. Feine JS, Carlsson GE, Awad MA, Chehade A, Duncan WJ, Gizani S, et al. The McGill consensus statement on overdentures. Montreal, Quebec, Canada. May 24–25, 2002. *Int J Prosthodont* 2002 Aug;15(4):413–4.
96. Pommer B, Mailath-Pokorny G, Haas R, Busenlechner D, Fürhauser R, Watzek G. Patients' preferences towards minimally invasive treatment alternatives for implant rehabilitation of edentulous jaws. *Eur J Oral Implantol* 2014;7(Suppl 2):S91–109.
97. Elsyad MA, Gebreel AA, Fouad MM, Elshoukoui AH. The clinical and radiographic outcome of immediately loaded mini implants supporting a mandibular overdenture. A 3-year prospective study. *J Oral Rehabil* 2011 Nov;38(11):827–34.
98. Cho S-C, Froum S, Tai C-H, Cho YS, Elian N, Tarnow DP. Immediate loading of narrow-diameter implants with overdentures in severely atrophic mandibles. *Pract Proced Aesthet Dent* 2007 Apr;19(3):167–74.
99. Elsyad MA, Ghoneem NE, El-Sharkawy H. Marginal bone loss around unsplinted mini-implants supporting maxillary overdentures: a preliminary comparative study between partial and full palatal coverage. *Quintessence Int Berlin* 1985 2013 Jan;44(1):45–52.
100. Preoteasa E, Imre M, Preoteasa CT. A 3-year follow-up study of overdentures retained by mini-dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014 Oct;29(5):1170–6.
101. De Souza RF, Ribeiro AB, Della Vecchia MP, Costa L, Cunha TR, Reis AC, et al. Mini vs. standard implants for mandibular overdentures: a randomized trial. *J Dent Res* 2015 Oct;94(10):1376–84.
102. Jofré J, Hamada T, Nishimura M, Klattenhoff C. The effect of maximum bite force on marginal bone loss of mini-implants supporting a mandibular overdenture: a randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res* 2010 Feb;21(2):243–9.
103. Morneburg TR, Pröschel PA. Success rates of microimplants in edentulous patients with residual ridge resorption. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2008 Apr;23(2):270–6.

104. Maryod WH, Ali SM, Shawky AF. Immediate versus early loading of mini-implants supporting mandibular overdentures: a preliminary 3-year clinical outcome report. *Int J Prosthodont* 2014 Dec;27(6):553–60.
105. Mangano C, Mangano FG, Shibli JA, Ricci M, Perrotti V, d' Avila S, et al. Immediate loading of mandibular overdentures supported by unsplinted direct laser metal-forming implants: results from a 1-year prospective study. *J Periodontol* 2012 Jan;83(1):70–8.
106. Mangano FG, Caprioglio A, Levrini L, Farronato D, Zecca PA, Mangano C. Immediate loading of mandibular overdentures supported by one-piece, direct metal laser sintering mini-implants: a short-term prospective clinical study. *J Periodontol* 2015 Feb;86(2):192–200.
107. Al-Nawas B, Brägger U, Meijer HJA, Naert I, Persson R, Perucchi A, et al. A double-blind randomized controlled trial (RCT) of Titanium-13Zirconium versus Titanium Grade IV small-diameter bone level implants in edentulous mandibles--results from a 1-year observation period. *Clin Implant Dent Relat Res* 2012 Dec;14(6):896–904.
108. Müller F, Al-Nawas B, Storelli S, Quirynen M, Hicklin S, Castro-Laza J, et al. Small-diameter titanium grade IV and titanium-zirconium implants in edentulous mandibles: five-year results from a double-blind, randomized controlled trial. *BMC Oral Health* 2015;15(1):123.
109. Cordaro L, Torsello F, Mirisola di Torresanto V, Baricevic M. Rehabilitation of an edentulous atrophic maxilla with four unsplinted narrow diameter titanium-zirconium implants supporting an overdenture. *Quintessence Int Berlin* 1985 2013 Jan;44(1):37–43.
110. Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, Eriksson AR. The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1(1):11–25.
111. Bornstein MM, Al-Nawas B, Kuchler U, Tahmaseb A. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding contemporary surgical and radiographic techniques in implant dentistry. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29(Suppl):78–82.
112. Altuna P, Lucas-Taulé E, Gargallo-Albiol J, Figueras-Álvarez O, Hernández-Alfaro F, Nart J. Clinical evidence on titanium-zirconium dental implants: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2016 Jul;45(7):842–50.
113. Klein MO, Schiegnitz E, Al-Nawas B. Systematic review on success of narrow-diameter dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014;29(Suppl):43–54.
114. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res* 2006 Oct;17(Suppl 2):35–51.
115. Sierra-Sánchez J-L, Martínez-González A, García-Sala Bonmatí F, Mañes-Ferrer J-F, Brotons-Oliver A. Narrow-diameter implants: are they a predictable treatment option? A literature review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2014 Jan;19(1):e74–81.

116. Clementini M, Morlupi A, Canullo L, Agrestini C, Barlattani A. Success rate of dental implants inserted in horizontal and vertical guided bone regenerated areas: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2012 Jul;41(7):847–52.

Table des illustrations

Figure 1 : dimension des dents, tableau établi d'après Wheeler's Dental Anatomy, Physiology and Occlusion, 2015 (12)	14
Figure 2 : respect des distances inter implants et dent/implant (8)	15
Figure 3 : alternative de traitement en cas de crête mince (38).....	19
Figure 4 : tableau des charges maximales et des moments de flexion maximaux supportés par les implants d'après Allum et coll (43).	21
Figure 5 : organigramme de la recherche systématique effectuée sur le sujet	25
Figure 6 : répartition des types d'articles inclus	26
Figure 7 : niveaux de preuve et grades de recommandations selon l'ANAES	27
Figure 8 : répartition des articles selon les niveaux de preuve de l'ANAES	27
Figure 9 : nombre d'articles publiés en fonction de l'année	28
Figure 10 : le papilla index de Jemt 1997 (73).....	33
Figure 11 : perte osseuse marginale autour des implants étroits postérieurs au bout d'un an de fonction.....	41
Figure 12 : taux de survie de 2 mini-implants supportant des overdentures mandibulaires en fonction des études	52
Figure 13 : taux de survie de 4 mini-implants supportant des overdentures mandibulaires en fonction des études	52
Figure 14 : perte osseuse marginale à 1 an autour des mini-implants supportant des overdentures mandibulaires.....	54
Figure 15 : perte osseuse marginale autour des implants étroits supportant des overdentures mandibulaires en fonction des études.....	57
Tableau 1 : liste des articles sur les implants antérieurs de faible diamètre.....	30
Tableau 2 : taux de survie, de succès et perte osseuse marginale des implants antérieurs en 2 pièces	31
Tableau 3 : taux de survie et perte osseuse marginale des mini-implants antérieurs	37
Tableau 4 : liste des articles sur les implants de faible diamètre en secteur postérieur	39
Tableau 5 : taux de survie, de succès et perte osseuse marginale des implants étroits postérieurs	40
Tableau 6 : liste des articles sur les implants étroits en situation mixte antérieure et postérieure	44
Tableau 7 : liste des articles sur les mini-implants et les implants étroits stabilisant les overdentures	50

Annexes

Annexe 1 : liste des implants étroits et de faible diamètre disponibles en France

Liste des implants étroits en 2 pièces disponibles en France

Marque	Nom de l'implant	Diamètre	Longueur
Anthogyr	Axiom [®] 2,8	2,8 mm	10 à 14 mm
Biomet 3i	3i T3 [®] NON-PLATFORM SWITCHED PARALLEL WALLED IMPLANT	3,25 mm	8,5 à 18 mm
Biomet 3i	3i T3 [®] WITH DCD [®] NON-PLATFORM SWITCHED PARALLEL WALLED IMPLANT	3,25 mm	8,5 à 18 mm
Biomet 3i	NanoTite [®] Parallel Walled Certain [®] Implant, connexion interne ou externe	3,25 mm	8,5 à 18 mm
Biomet 3i	NanoTite [®] Tapered Certain [®] Implant, connexion interne ou externe	3,25 mm	8,5 à 18 mm
Biomet 3i	OSSEOTITE [®] 2 Parallel Walled Certain [®] Implant	3,25 mm	8,5 à 15 mm
Biomet 3i	Full OSSEOTITE [®] Parallel Walled Certain [®] Implant	3,25 mm	8,5 à 15 mm
Biomet 3i	OSSEOTITE [®] Tapered Certain [®] Implant 3.25mm	3,25 mm	8,5 à 15 mm
Biomet 3i	Full OSSEOTITE [®] Tapered Certain [®] Implant	3,25 mm	8,5 à 15 mm
Camlog	Screw Line	3,3 mm	11 à 16 mm
Cortex	Dynamix Dental Implant Prime	3,3 mm	10 à 16 mm
Cortex	Dynamix Dental Implant Premium	3,3 mm	10 à 16 mm
Cortex	Classix Dental Implant Prime	3,3 mm	10 à 16 mm
Cortex	Classix Dental Implant Premium	3,3 mm	10 à 16 mm
Densply	Astra Tech Osseo Speed [™] EV 3.0 S	3,0 mm	8 à 15 mm
Densply	Astra Tech Osseo Speed [™] EV 3.5 S	3,5 mm	8 à 17 mm
Densply	implant Ankylos C/X	3,5 mm	6,6 à 17 mm
Densply	XiVE S plus Implant D 3.0	3,0 mm	11 à 15 mm
Densply	XiVE S plus Implant D 3.4	3,4 mm	9,5 à 18 mm
Densply	XiVE TG plus Implant D 3.4	3,4 mm	9,5 à 15 mm
Dentium	NR Line Fixture	3,1 mm	7 à 13 mm
Drive Implants	Bio-Xellent	3,5 mm	8 à 12 mm
Drive Implants	N-Generic	3,4 mm	8 à 14 mm
Drive Implants	N-Standard	3,4 mm	8 à 14 mm
Global D	Implant 3.0	3,0 mm	8,5 à 13 mm
Global D	InKone [®] Universal	3,5 mm	8,5 à 15 mm
Global D	EVL [®] S	3,3 mm	8 à 14 mm
Global D	EVL [®] K	3,3 mm	10 à 14 mm
Global D	EVL [®] C	3,3 mm	8 à 14 mm
MIS	Seven Hexagone interne	3,3 mm	10 à 16 mm
MIS	M4 Hexagone interne	3,3 mm	10 à 16 mm
Nobel	NobelActive [®] 3.0	3 mm	10 à 15 mm
Nobel	NobelActive [®] NP	3,5 mm	8,5 à 18 mm
Nobel	Brånemark System [®] Mk III TiUnite*	3,3 mm	10 à 15 mm
Nobel	Brånemark System [®] Mk III Groovy	3,3 mm	10 à 15 mm

Liste des implants étroits en 2 pièces disponibles en France (suite)

Marque	Nom de l'implant	Diamètre	Longueur
Nobel	NobelSpeedy® Groovy	3,3 mm	10 à 15 mm
Straumann	Bone Level NC	3,3 mm	8 à 14 mm
Straumann	Bone Level Tapered NC	3,3 mm	8 à 16 mm
Straumann	Tissu Level Standard Plus NNC	3,3 mm	8 à 14 mm
Straumann	Tissu Level Standard RN	3,3 mm	8 à 16 mm
Straumann	Tissu Level Standard Plus RN	3,3 mm	8 à 14 mm
Straumann	Tissu Level Tapered Effect RN	3,3 mm	8 à 14 mm
TBR	Implant Z1M et M 5Soft tissu level et bone level)	3,2 mm	8 à 15 mm
TBR	Implant Z1 infinity Bone level connect et infinity	3,5 mm	8 à 15,5 mm
TBR	Implant Z1 connect Bone level connect et infinity	3,5 mm	8 à 15,5 mm
TOMMEN	implant ELEMENT RC INICELL®	3,5 mm	8 à 17 mm
TOMMEN	implant ELEMENT MC INICELL®	3,5 mm	8 à 14 mm
TOMMEN	implant ELEMENT LC INICELL®	3,5 mm	8 à 14 mm
TOMMEN	implant CONTACT RC INICELL®	2,7 mm	11 à 14 mm
TOMMEN	implant CONTACT RC INICELL®	3,5 mm	9,5 à 17 mm
TOMMEN	implant CONTACT MC INICELL®	2,7 mm	12,5 à 15,5 mm
TOMMEN	implant CONTACT MC INICELL®	3,5 mm	11 à 15,5 mm
TOMMEN	implant ELEMENT	3,5 mm	8 à 17 mm
TOMMEN	implant CONTACT	2,7 mm	11 à 14 mm
TOMMEN	implant CONTACT	3,5 mm	9,5 à 17 mm

Implants étroits en 1 pièce disponibles en France

Marque	Nom de l'implant	Diamètre	Longueur
Cortex	Smart One Piece Dental Implant 3.0	3,0 mm	10 à 16 mm
Cortex	Smart One Piece Dental Implant 3.3	3,3 mm	10 à 16 mm
Drive Implants	Specific 2.9	2,9 mm	8 à 14 mm
MIS	Uno Monobloc	3,0 mm	10 à 16 mm
MIS	Uno Monobloc	3,5 mm	10 à 16 mm
Zimmer	One-Piece	3,0 mm	10 à 13 mm

Mini-implants disponibles en France

Marque	Nom de l'implant	Diamètre	Longueur
Biomet 3i	Implant pour prothèse complète locator	2,4 mm	10 à 14 mm
Biomet 3i	Implant pour prothèse complète locator	2,9 mm	10 à 14 mm
Cortex	Easy2Fix Dental Implant	2.0 mm	13 mm
Dentatus	Atlas	1,8 à 2,8 mm	7 à 14 mm
Dentatus	ANew	1,8 à 2,4 mm	7 à 14 mm
TBR	Slim 2.5 Abutment	2,5 mm	11,5 mm
TBR	Slim 2.5 Ball	2,5 mm	11,5 mm

Annexe 2 : tableau récapitulatif des articles inclus

Auteur	Année	Type d'étude	Type d'implants	Localisation des implants	Niveau de preuve	Issue
Al Nawas (107)	2012	RCT	Implants étroits	OD mandibulaires	2	Pub Med
Al Nawas (87)	2015	Prospective	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Pub Med
Altinci (78)	2016	Prospective	Implants étroits	Postérieur	4	Pub Med
Andersen (32)	2001	Prospective	Implants étroits	Antérieure	4	Pub Med
Anitua (92)	2010	Rétrospective	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Pub Med
Anitua (93)	2015	Rétrospective	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Pub Med
Arisan (37)	2010	Rétrospective	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Pub Med
Balaji (30)	2010	Rétrospective	Mini-implants	Antérieur	4	Pub Med
Barter (89)	2012	Prospective longitudinale	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Manuelle
Benic (84)	2013	RCT	Implants étroits	Antérieur et postérieur	2	Manuelle
Cho (98)	2007	Rétrospective	Mini-implants	OD mandibulaires	4	Pub Med
Cordaro (33)	2006	Rétrospective	Implants étroits	Antérieur	4	Manuelle
De Souza (101)	2015	Prospective	Mini-implants	OD mandibulaires	2	Pub Med
Degidi (47)	2008	Rétrospective	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Pub Med
Degidi (65)	2009	RCT	Implants étroits	Antérieur	2	Pub Med
Degidi (79)	2009	Prospective	Implants étroits	Postérieur	4	Pub Med
El-Sheikh (40)	2012	Prospective	Implants étroits	OD mandibulaire	4	Pub Med
El-Sheikh (75)	2014	Prospective	Implants étroits	Postérieur	4	Pub Med
Elsyad (97)	2011	Prospective	Mini-implants	OD mandibulaire	4	Pub Med
Elsyad (99)	2013	Prospective	Mini-implants	OD maxillaire	2	Pub Med
Flanagan (83)	2015	Rétrospective	Mini-implants	Postérieur	4	Pub Med
Froum (16)	2007	Rétrospective	Mini-implants	Antérieur	4	Manuelle
Galindo-Moreno (14)	2012	Prospective	Implants étroits	Antérieur	4	Pub Med
Galindo-Moreno (68)	2016	Prospective	Implants étroits	Antérieur	4	Pub Med
Geckili (35)	2011	Rétrospective	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Pub Med
Ioannidis (85)	2015	RCT	Implants étroits	Antérieur et postérieur	2	Manuelle
Jofré (102)	2010	RCT	Mini-implants	OD mandibulaires	2	Pub Med
King (61)	2016	Prospective	Implants étroits	Antérieur	4	Pub Med
Lambert (58)	2015	Prospective	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Pub Med
Lee (36)	2013	Rétrospective	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Pub Med
Maiorana (67)	2015	Prospective	Implants étroits	Antérieur	4	Pub Med
Maló (80)	2011	Rétrospective	Implants étroits	Postérieur	4	Pub Med
Mangano (105)	2012	Prospective	Mini-implants	OD mandibulaires	4	Manuelle
Mangano (82)	2013	Prospective	Mini-implants	Postérieur	4	Manuelle
Mangano (88)	2014	Prospective longitudinale	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Pub Med

Annexe 2 : tableau récapitulatif des articles inclus (suite)

Auteur	Année	Type d'étude	Type d'implants	Localisation des implants	Niveau de preuve	Issue
Mangano (106)	2015	Prospective	Mini-implants	OD mandibulaires	4	Pub Med
Maryod (104)	2014	Prospective	Mini-implants	OD mandibulaires	2	Pub Med
Moráquez (69)	2016	Prospective	Implants étroits	Antérieur	4	Pub Med
Morneburg (103)	2008	Prospective	Mini-implants	OD mandibulaires	4	Pub Med
Müller (108)	2015	RCT	Implants étroits	OD mandibulaires	2	Manuelle
Oyama (66)	2012	Prospective	Implants étroits	Antérieur	4	Manuelle
Preoteasa (100)	2014	Prospective	Mini-implants	OD maxillaires	4	Manuelle
Quirynen (49)	2015	RCT	Implants étroits	OD mandibulaires	2	Pub Med
Reddy (31)	2008	Série de cas	Mini-implants	Antérieur	4	Pub Med
Romeo (86)	2006	Longitudinale	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Pub Med
Sohn (71)	2011	Rétrospective	Mini-implants	Antérieur	4	Pub Med
Saad (81)	2016	Rétrospective	Implants étroits	Postérieur	4	Manuelle
Tolentino (77)	2014	Prospective randomisée	Implants étroits	Postérieur	2	Pub Med
Tolentino (76)	2016	RCT	Implants étroits	Postérieur	2	Pub Med
Veltri (91)	2008	Prospective	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Pub Med
Vigolo (94)	2004	Rétrospective	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Pub Med
Zarone (63)	2006	Prospective	Implants étroits	Antérieur	4	Manuelle
Zembić (70)	2012	Rétrospective	Mini-implants	Antérieur	4	Manuelle
Zinsli (90)	2004	Prospective	Implants étroits	Antérieur et postérieur	4	Pub Med
Zweers (48)	2015	Rétrospective	Implants étroits	OD mandibulaires	4	Pub Med

Annexe 3 : tableau de récapitulatif des études

Implants antérieurs en 2 pièces

Auteur/ année	Type d'étude/ grade	Nombre patients	Nombre total d'implants dans étude	Durée suivi	Critère d'inclusion principal	Type implant : marque, diamètre, longueur, caractéristiques de surface	Site implanté maxillaire/ mandibule/ dent	Type de restauration : prothèse fixée unitaire, plurale	Résultats étude		Autre: perte os péri implantaire, parodonte, complications
									taux survie	taux succès	
Andersen 2001 (31)	Prospective non randomisée Grade 4	55 : groupe contrôle : 27 et groupe étroit : 28	60 implants (28 standards + 32 étroits)	3 ans	Edentement unitaire antérieur maxillaire	Implant innovations inc (3i), 3,75mm//3,35mm, 13 ou 15mm	Maxillaire Incisive centrale ou latérale	PF unitaire Mise en esthétique immédiate, prothèse d'usage à 6 mois	NR	Groupe contrôle : 100% Groupe étroit : 93,8%	Perte osseuse à 3 ans: 0,4mm ; identique dans les 2 groupes Papille 89% groupe contrôle; Papille 78% groupe étroit ; NS Loë et Silness 1 ou 2. Complications : 6 fistules, 4 perte vis, 1 abcès
Degidi 2009 (65)	RCT Grade 2	60 30 mise en esthétique immédiate et 30 différée	60 42 (15mm), 18 (13mm)	3 ans	Remplacement unitaire d'une incisive latérale maxillaire (avec dents adjacentes et antagonistes naturelles)	XiVe plus, Dentsply®, 3.0mm, parallel screw, 13ou15mm long connexion hexagonale interne, surface sablée et mordancée	Maxillaire Incisive latérale	PF unitaire	100%	NR	Perte os marginal: - meei : 0,85± 0,71mm et - différée : 0,75±0,63mm différence NS Profondeur de poche : - meei - 1,91±0,59 et - différée - 2,27±0,81 ; différence NS ; Pas de fracture
Zarone 2006 (63)	Prospective Grade 4	30 dont 7 fumeurs 3 parafunctions occlusales	34	24 à 39 mois	Agénésie uni ou bilatérale des incisives latérales maxillaires avec des dents adjacentes intacte	ITI-SLA narrow neck implant, tissu level, 3,3ØX10mm ou 12mm ou 14mm	Maxillaire Incisive latérale	PF unitaire	97,06% 1 perdu de vue, pas échec d'ostéoint égration	94,12% 1 échec esthétique (exposition col)	Perte os marginal : après 1 an : 0,46 à 1,32mm ; après 2 ans : 0,1 à 0,2mm en plus différence NS GI=0 (31) ou 1 (2) Papille à 2 ans: PIS = 1 (2) ; PIS=2 (4) ; PIS=3 (27) ;

Implants antérieurs en 2 pièces (suite)

Auteur/ année/	Type d'étude/ grade	Nombre patients	Nombre total implants dans étude	Durée suivi	Critère d'inclusion principal	Type implant : marque, diamètre, longueur, caractéristiques de surface	Site implanté maxillaire/ mandibule/ dent	Type de restauration : prothèse fixée unitaire, plurale	Résultats étude		Autre: perte os péri implantaire, parodonte, complications
									taux survie	taux succès	
Oyama 2012 (66)	Prospective Grade 4	13	17	1 ans	Remplacement d'une incisive latérale maxillaire ou d'une incisive mandibulaire (agénésie ou cicatrisation >2mois), espace mésiodistal ≤ 6mm	XiveS, Dentsply, 3mmØXau moins 11mm? surface sablée et mordancée à haute température	Incisives mandibulaires ou incisives latérales maxillaires	PF unitaire	100%	100%	MBLC entre 0 et 6 mois : 0,25± 0,31mm MBLC entre 0 à 1 an : - 0,35±0,35mm PTV Periotest value : -1,59 au placement // -2,65 à 3mois Complications uniquement prothétiques (prothèse provisoire scellée fine => 7 fractures => préférer transvissée ; 2 descellements, 3 pertes vis) PIS : 1 à 3, augmentation mésiale et distale avec le temps (PIS=3 à 1an pour 10 implants)
Cordaro 2006 (32)	Rétrospective	31	44	23 mois moyenne (18 à 42 mois)	Remplacement d'une ou plusieurs incisives mandibulaire	Straumann®, Narrow Neck Implants, 3,3mm	Incisives mandibulaires	PF unitaire (20 implants), PF unitaires adjacentes (8 implants) et bridge implanto porté (16 implants)	100%	94%	MBL : 0,8mm
	Grade 4		18 implants incisives unitaires 1 patient, remplacement 2 incisives latérales mand 4 patients : 2 incisives adjacentes, remplacées par 2 implants 8 patients : 2 implants supportant bridge implanto porté remplaçant 3 ou 4 incisives							(100% pour bridge et unitair es 75% pour impla nts adjace nts	BOP : moyenne : 14% (implants unitaires : 5% ; implants adjacents : 50% et bridge implanto porté : 6%) PDP : moyenne, 3±0,4mm (3,6±0,6mm pour les implants adjacents, différence significative par rapport bridge et implants unitaires) Papilla index implants adjacents < aux autres
Moráquez 2016 (69)	Prospective Grade 4	10	20	5 ans	Remplacement 4 incisives maxillaires	Straumann® 3,3mmØ10 ou 12 mm long, TL narrow neck implants (18) ou TL regular neck (2)	Incisives latérales maxillaires	Bridges de 4 éléments (6 transvissés et 4 scellés)	100%	NR	DIB à 1 an : 2,01±0,34mm DIB à 3 ans : 2,13±0,13mm DIB à 5 ans : 2,17±0,38mm

Implants antérieurs en 2 pièces (suite)

Auteur/ année	Type étude / grade	Nombre patients	Nombre total implants dans étude	Durée suivi	Critère d'inclusion principal	Type implant : marque, diamètre, longueur, caractéristiques de surface	Site implanté maxillaire/ mandibule/ dent	Type de restauration Prothèse fixée unitaire, plurale	Résultats étude		Autre: perte os péri implantaire, parodonte, complications
									taux survie	taux succès	
Galindo- Moreno 2012 (14)	Prospective non contrôlée multicentrique (6 centres en Europe) Grade 4	69	97	1 an	Remplacement d'une seule dent en position de 12, 22, 32-42	Astra Tech OsseoSpeed™ TX 3.0S ; 3mmØX11mm (45) ; 3mmØX13mm (39) ; 3mmØX15mm (13) topographie nanométrique et modifiée par le fluor, microfiletage sur le col de l'implant	Incisives latérales maxillaires et incisives mandibulaires Chirurgie en 1 étape MEC précoce (6 à 10 semaines)	PF unitaire	95,9% 100% après MEC 4 échecs : 3 échecs pour cicatrisation insuffisante et 1 infection	NR	MBL chirurgie>mise en charge : 0,439mm ($\sigma=0,893$) ; MBL 6 mois après chirurgie : 0,315mm ($\sigma=0,925$) ; MBL 1 an après chirurgie : 0,065mm ($\sigma=1,018$) MBL non affectée par tabac, longueur implant, greffe avant ou pendant la chirurgie ; temps cicatrisation plus long, moins perte os marginal Majorité qualité 2 et quantité B os selon Lekholm et Zarb 1985 : quantité os influence MLB (B<A<C) et moins résorption avec os qualité 2 Dernier forêt influence MBL : forêt 2,7 : perte os, forêt 2,85mm gain os 0,25mm Seuls 6,6% implants ont perte os marginal >= 1mm ; fracture 3 piliers
Maiorana 2015 (67) suite étude Galindo- Moreno	Prospective non contrôlée multicentrique (6 centres en Europe) Grade 4	69	97	3 ans		Astra Tech OsseoSpeed™ TX 3.0S 3mmØX11mm (45) ; 3mmØX13mm (39) ; 3mmØX15mm (13)	Incisives latérales maxillaires et incisives mandibulaires (majorité implants en position 12 22)	PF unitaire	95,50 % 100% après MEC	NR	MBL changements : chirurgie>couronne : -0,34 ; chirurgie > 6 mois : -0,27mm ; chirurgie>12mois : -0,11mm ; chirurgie>36 mois : 0,09mm ; MEC>36 mois : gain 0,33mm os PDP : 2.0mm MEC ; PDP : 2.2mm 36 mois Zénith gingival : 8,9 mm au placement couronne// 8,8mm à 3 ans 4 échecs : 3 pour cicatrisation insuffisante et 1 infection
King 2016 (61) cas agénésies de l'étude de Maiorana	Prospective non contrôlée Grade 4	38	62	3 ans	Agénésie d'une incisive latérale maxillaire ou mandibulaire	Astra Tech OsseoSpeed™ TX 3.0S 3mmØX11mm (32) ; 3mmØX13mm (24) ; 3mmØX15mm (6)	Incisives mandibulaires ou latérales maxillaires (88,7% en position 12 ou 22)	PF unitaire	96,8%	NR	MBL changements : chirurgie > 6 mois : -0,39mm ; chirurgie>12mois : -0,22mm ; chirurgie>36 mois : 0,23mm ;

Implants antérieurs en 1 pièce

Auteur/ année	Type étude/ grade	Nombre patients	Nombre total implants dans étude	Durée suivi	Critère d'inclusion principal	Type implant : marque, diamètre, longueur, caractéristiques surface	Site implanté max/mand/dent	Type de restauration Prothèse fixée unitaire, plurale	Résultats étude		Autre : perte os péri implantaire, parodonte, complications
									taux survie	taux succès	
Reddy 2008 (31)	Prospective (série de cas consécutifs) Grade 4	17	31	1 an	Remplacement d'une incisive latérale maxillaire ou mandibulaire	BioHorizons, Birmingham, AL, Maximus 3.0, 3mmØ, existe en 12, 15, 18mm Ti-6Al-4V, surface résorbable, sablée sur un filetage de forme carrée	Incisives latérales maxillaires ou incisives mandibulaires	PF unitaire Lambeau pleine épaisseur ; pose implant ; préparation du pilier ; MECI	96,7%	NR	Perte os 0,58mm à 6 mois (significatif) puis 0,12mm 6 mois suivants (NS) Papille : complète dans 92% cas d'incisives maxillaires et dans 60% cas d'incisives mandibulaires
Sohn 2011 (71) Multicen trique	Rétrospective Grade 4	36	62	23±4,3mois, max 33 mois	Edentement unitaire en position d'incisive latérale maxillaire ou d'incisive mandibulaire avec une faible épaisseur vestibulo linguale	BioHorizons, Birmingham, AL, Maximus 3.0, 3mmØ 59 implants de 15 mm et 3 implants de 12 mm	8 incisives latérales maxillaires et 54 incisives mandibulaires	Bridges (44 implants) et PF unitaire (18 implants) ± préparation pilier et MEC immédiate	100%	100%	MBL à 12 mois : 0,53mm±0,37 (de 0 à 1,4mm)
Froum 2007 (16)	Rétrospective Grade 4	27	48	1 à 5 ans	NR	ANEW, Dentatus, 1,8 ou 2,2 ou 2,4mm Ø longueur 7, 10, 14mm	Incisives latérales maxillaires ou incisives mandibulaires	PF unitaire TRANSVISSEE Mise en esthétique immédiate	100%	NR	ANEW : narrow diameter titanium alloy implants, allowing screw-retained restorations Dévissage de 2 couronnes
Zembic 2012 (70)	Prospective Grade 4	47	57	1 an	Hauteur d'os suffisante pour placer un implant d'au moins 13mm de long Torque à l'insertion>35Ncm	NobelDirect® 3.0 (Nobel Biocare), 3 mm de diamètre 13mm (13 implants) ou 15mm (44 implants) TiUnite™ = oxydée	Incisives latérales maxillaires (30) incisives centrales mandibulaires (20) incisives latérales mandibulaires (7)	PF unitaire scellée Préparation ou non implant (partie pilier) MECI ou MEEI selon cas	98%	NR	MBL à 6mois : - 0,7 à 4,4mm, moy 1,1mm ; MBL à 12 mois - 0,8 à 4,6mm, moy 1,6mm ; 20% des implants perte os de 2 à 3mm 18% implants perte os ≥3mm
Balaji 2010 (30)	Rétrospective Grade 4	11	11	2 ans	Espace mésio distal insuffisant pour le placement d'un implant standard et < 5mm	Hitec, Life Care 2,4mm Ø et 13mm long	Incisives latérales maxillaires (5) incisives centrales mandibulaires (3) incisives latérales mandibulaires (3)	PF unitaire scellée Mise en charge immédiate	NR	90,9%	MBL : 0,6mm moy (0,4 à 1,2mm)

Implants postérieurs

Auteur/ année	Type étude/ grade	Nombre patients	Nombre total implants dans étude	Durée suivi	Critère d'inclusion principal	Type implant : marque, diamètre, longueur, caractéristiques surface	Site implanté	Type de restauration	Résultats étude		Autre : perte os péri implantaire, parodontite, complications
									Prothèse fixée unitaire, plurale	taux survie	taux succès
Tolentino 2016 (76)	RCT/grade 2	10	20	1 an	Edentement unitaire molaire bilatéral	Straumann®, 3,3mm, TiCp // Ti-Zr (Roxolid®), surface SLActive®	Mandibule postérieure (molaires)	PF unitaire	100%	100%	MBL Ti-Zr : 0,32±0,27mm MBL TiCp : 0,35±0,24mm (P=0,60)
Tolentino 2014 (77)	Prospective randomisée/ grade 2	42 (21+21)	42	1 an	Edentement unitaire postérieur	Ti-Zr 3,3mm (plateforme 4,8mm) Roxolid Straumann®, SLA	9 maxillaire (6 prémolaires et 3 molaires) et 12 mandibule (2 prémolaires, 10 molaires)	PF transvissée unitaire	95,20 %	95,20 %	Mobilité, BOP, suppuration et prof poche : différence non significative entre les 2 groupes
						Ti 3,3mm (plateforme 4,8mm) SLActive Straumann®	10 maxillaire (6 prémolaires et 4 molaires) et 11 mandibule (5 prémolaires, 6 molaires)	PF transvissée unitaire	95,20 %	95,20 %	
Altinci 2016 (78)	Prospective/ grade 4	14	38	1 an	Edentement classe 1 ou 2 de Kennedy	Straumann®, 3,3mm diamètre, 10mm long, Ti-Zr (Roxolid®), surface SLActive®	Maxillaire et mandibule, prémolaires et molaires	PF plurale (bridges 3 éléments sur 2 implants)	100%	NR	MBL MECI : 0,24±0,27mm MBL MEC différée : 0,18±0,27mm Différence non significative
Degidi 2009 (79)	Prospective/ grade 4	40	93	4 ans	Edentement partiel postérieur	XiVe Plus, Dently Friadent, 3,0mm diamètre et longueur 11 13 et 15mm, sablée, mordancée à l'acide	Maxillaire (48, 51,7%) et mandibule (45, 48,3%) ; prémolaires et molaires	Couronnes jumelées ; édentements encastres (62,37%) ou terminaux (37,63%)	100%	NR	0,76±0,61 à 1 an 1,16±0,90mm à 48mois perte osseuse importante chez 2 patients (4 implants)
El-Sheikh 2014 (75)	Prospective/ grade 4	20	40	1 an	Edentement distal mandibulaire unilatéral	Straumann® Roxolid, 3,3mm de diamètre, 8 à 12mm de long, surface SLActive (sablée, mordancée)	Mandibule ; postérieur (2 ^{ème} prémolaire et 2 ^{ème} molaire)	Bridge céramo métal de 3 éléments	100%	NR	Perte osseuse marginale : 0,49 à 0,60mm

Implants postérieurs (suite)

Auteur/ année	Type étude/ grade	Nombre patients	Nombre total implants dans étude	Durée suivi	Critère d'inclusion principal	Type implant : marque, diamètre, longueur, caractéristiques surface	Site implanté	Type de restauration	Résultats étude		Autre : perte os péri implantaire, parodonte, complications
							maxillaire/ mandibule/dent	Prothèse fixée unitaire, plurale	taux survie	taux succès	
Maló 2011 (80)	Rétrospective/ grade 4	147	247	1 à 11 ans (médiane 60 mois)	Besoin de restauration postérieure avec des implants étroits	35 Mark II et 137 Mark III, Brånemark system, Nobel Biocare, 3,3mm diamètre dont 127 machined surface et 120 TiUnite™ (oxidized : Speedy et certains Mark III)	Maxillaire (144 implants dont majorité de PM) mandibule (103 implants en position de 4 à 7)	183 PF unitaire ; 36 bridges courte portée ; 10 PF totale	à 11 ans : 95,1%	NR	MBL à 1 an (seules 7 radios disponibles) : 1,16mm (0,8) ; MBL à 5 ans (seules 31 radios) : 1,53mm (0,8) ; MBL à 10 ans : 1,74mm (0,9) ; 12 implants chez 12 patients
Saad 2016 (81)	Rétrospective/ grade 4	10	11	1 à 11 ans	Epaisseur de la crête osseuse comprise entre 5 et 7mm	Différents implants : Straumann® 3,3mmX10mm ou 12mm, surface SLA Nucleos® 3,4X10mm ou 12mm, surface SLA AstraTech® 3,5X11,5mm, surface sablée TiO ₂ Nobel® 3,5X11,5mm, surface TiUnite Biohorizon® 3,5X12mm, surface Laser-Lok	Mandibule 1 ^{ère} et 2 ^{ème} molaires	PF unitaire (4 implants) ou plurale scellée (2 implants étroits jumelés entre eux ou 5 implants étroits reliés à des implants standards)	100%	100%	NR
Mangano 2013 (82)	Prospective/ grade 4	16	37	2 ans	Edentement partiel latéro postérieur associé à un défaut horizontal	TiXOs Nano, Leader- Novaxa, implant 1 pièce, diamètre 2,7mm ou 3,2mm, longueur 10, 11,5 ou 13mm, surface rugueuse (fusion laser), mordancée, Ti-6Al- 4V	14 (37,8%) maxillaire et 23 (62,2%) mandibule ; prémolaire à 2ème molaire	PF plurale, scellée, mise en charge immédiate	100%	94,60 %	MBL : 0,4±0,3mm 2 échecs = implants avec perte os > 2mm
Flanagan 2015 (83)	Rétrospective/ grade 4	50	132	5,5 ans moy	NR	Imtec, Intralock, Biohorizons ; diamètre 2,0 2,5 et 3.0mm ; longueur 10 11,5 12 13mm	Mandibule ; prémolaires et molaires	PF plurale	NR	92%	

Implants antérieurs et postérieurs en titane-zirconium

Auteur/ année	Type étude/ grade	Nombre patients	Nombre total implants dans étude	Durée suivi	Critère d'inclusion principal	Type implant : marque, diamètre, longueur, caractéristiques surface	Site implanté	Type de restauration	Résultats étude		Autre :
							maxillaire/ mandibule/dent	Prothèse fixée unitaire, plurale	taux survie	taux succès	perte os péri implantaire, parodonte, complications
Barter 2012 (89)	Prospective Grade 4	22	22	24 mois	Edentement partiel maxillaire ou mandibulaire avec une crête d'au moins 5,3mm d'épaisseur vestibulo linguale	Straumann®, 3,3mm diamètre, 10 ou 12mm long, Ti-Zr, surface SLActive® Associé à un implant 4,1 ou 4,8mm diamètre en Ti mésial ou distal	Maxillaire ou mandibule, De l'incisive latérale à la seconde prémolaire	Bridge scellé ou transvissé	95,2%	95,2%	MBL à 1an : -0,16±0,42mm MBL à 2 ans : -0,33±0,54mm 18,2% complications prothétiques
Benic 2013 (84)	RCT Grade 2	40	40	1 an	Edentement unitaire encastré entre 15-35 et 35- 45	Straumann® BL, 3,3mm diamètre, Ti-Zr, surface SLActive® //implant 4,1mm diamètre en Ti, surface SLActive® longueur 8 à 14mm	Maxillaire et mandibule, antérieur et prémolaire	Prothèse fixée unitaire	100%		MBL à 6 mois : Ti : -0,22±0,29mm Ti-Zr : 0,29±0,37mm => NS MBL à 1 an : Ti : -0,40±0,53mm Ti-Zr : 0,41±0,66mm => NS
Ioannidis 2015 (85)	RCT Grade 2	40 (32)	40 (32)	3 ans	Edentement unitaire encastré entre 15-35 et 35- 45	Straumann® BL, 3,3mm diamètre, Ti-Zr, surface SLActive® //implant 4,1mm diamètre en Ti, surface SLActive® longueur 8 à 14mm long	Maxillaire et mandibule, antérieur et prémolaire	Prothèse fixée unitaire	100%		MBL à 3 ans : Ti : 0,21mm (moy -0,31±0,59mm) Ti-Zr : 0,10mm (moy 0,40±0,93mm) => NS
Al-Nawas 2015 (87)	Prospective Grade 4	357	603	2 ans	Au moins une dent devant être restaurée par un implants	Straumann®, 3,3mm diamètre, Ti-Zr, 8 à 14mm long ;	Maxillaire et mandibule, antérieur et prémolaire	Prothèse fixée unitaire ou plurale, overdenture	97,6%	97,4%	7,6% > 1mm 11,2% < 1mm 81,2% n'ont pas de perte osseuse marginale
Lambert 2015 (58)	Prospective Grade 4	20	39	1 an	Edentement unitaire ou partiel devant être restauré par une solution fixe avec une crête alvéolaire ≤ 6mm dans la zone cervicale (2mm sous la crête sous CBCT)	Straumann®, BL, 3,3mm diamètre, Ti-Zr, longueur non connue ;	31% antérieur et 69% mandibule postérieure	MECI Prothèse fixée	94,7%	94,7%	Perte osseuse marginale : -0,35mm (prise de radiographie non standardisée) 40% lambeau épaisseur totale et ROG 30% lambeau épaisseur totale 25% lambeau minimal épaisseur totale 2,6% sans lambeau

Implants antérieurs et postérieurs en titane

Auteur/ année	Type étude/ grade	Nombre patients	Nombre total implants dans étude	Durée suivi	Critère d'inclusion principal	Type implant : marque, diamètre, longueur, caractéristiques surface	Site implanté maxillaire/ mandibule/dent	Type de restauration Prothèse fixée unitaire, plurale	Résultats étude		Autre : perte os péri implantaire, parodontite, complications
									taux survie	taux succès	
Mangano 2014 (88)	Prospective Grade 4	279	234	1 à 10 ans	Edentement partiel ou total 16% fumeurs, 10% bruxisme	Leone®, 3,3mm diamètre, 10 à 14mm long, connexion avec le pilier par cône morse (présenté comme une alternative au pilier transvissé dans l'implant)	Maxillaire et mandibule position d'incisives (38,6%), de prémolaires (36,7%), canines (13%) et de molaires (11,7%),	Prothèses fixées unitaires (20,3%), prothèses fixées partielles (45,4%), prothèses fixées totales (13,6%) et overdentures (20,7%)	98,2% (basé sur impla nt) et 98,5% (basé sur le patien t)	NR	0,31±0,23mm à 1an 0,45±0,27mm à 5 ans 0,69±0,28mm à 10 ans 4 implants perdus : 3 pendant la période de cicatrisation et 1 échec tardif à 2 ans suite à une péri-implantite 1 péri implantite traitée perte de rétention sur 7 implants seulement une perte de pilier 4,3% de complications techniques en prothèse fixée 7,5% en prothèse amovible
Anitua 2015 (93)	Rétrospective Grade 4	20	37	6,5±3,2 ans	Patients édentés partiels ou totaux traités avec au moins un implants de 2,5mm de diamètre	Biotechnology Institute BTI®, 2,5mm de diamètre, 10 à 15mm de long, en 2 pièces à surface rugueuse, associés à des implants standard	Maxillaire et mandibule, de l'incisive centrale à la 1ère molaire	Prothèses fixées partielles ou totales	97,3% (99,3 % impla nts standa rds)	NR	0,70±0,55mm en mésial 0,72±0,56mm en distal 92% survie pour les prothèses (1 fracture de cosmétique et 1 fracture au niveau de la connexion)
Vigolo 2004 (94)	Rétrospective Grade 4	165	192	7 ans	Tous les implants de faible diamètre mis en place pendant la période sélectionnée	3i/Implant Innovations®, 2,9 et 3,25mm de diamètre, de longueur 8,5 à 15mm	De 15 à 25 au maxillaire et de 35 à 46 à la mandibule	94 restaurations unitaires, 98 implants, associés à des implants standards, supportent des prothèses fixées partielles.	95,3%	NR	9 descellements ou dévissage ou fracture de la prothèse provisoire, 7 descellements de la prothèse d'usage
Romeo 2006 (86)	Prospective Grade 4	68 120	122 208	1 à 7 ans	Edentement partiel classe 1 et 2 de Kennedy- Applegate	Straumann®, 3,3mm diamètre, 10 ou 12 mm long Straumann®, 4,1mm diamètre, 10 ou 12 mm long	Maxillaire et mandibule, antérieur et postérieur	45 prothèses fixées partielles et 23 couronnes unitaires 70 prothèses fixées partielles et 50 couronnes unitaires	96,8% max 97,9% mand 98,1% max 96,9% mand	97,6% max 93,8% mand 96,1% max 92,0% mand	6 échecs (1,8%) sur 330 implants : 3 implants étroits et 2 standards à cause infection péri-implantaire ; 1 implant standard à cause d'une surcharge occlusale au bout de 3 ans ; 4 péri-implantites traitées (2 standards, 2 étroits) ; 5 implants ont une perte d'os péri implantaire supérieure à 1mm (2 standards, 3 étroits)

Implants antérieurs et postérieurs en titane (suite)

Auteur/ année	Type étude/ grade	Nombre patients	Nombre total implants dans étude	Durée suivi	Critère d'inclusion principal	Type implant : marque, diamètre, longueur, caractéristiques surface	Site implanté maxillaire/ mandibule/dent	Type de restauration Prothèse fixée unitaire, plurale	Résultats étude		Autre : perte os péri implantaire, parodonte, complications
									taux survie	taux succès	
Degidi 2008 (47)	Rétrospective Grade 4	237	510	20 mois	Os résiduel suffisant pour supporter un implant $\geq 3,0$ mm de diamètre et 8mm de long	Implants de 9 différentes marques, diamètre 3.0 à 3.5mm de diamètre et de longueur 8 à 18mm	Maxillaire (193) et mandibule (44) ; Incisives, canines, prémolaires et molaires	NR Prothèse scellée dans tous les cas	99,4%	NR	MEC immédiate : -1,00mm et retardée : -0,90mm Diamètre $<3,3$: -0,97mm et $>3,3$ mm : -0,81mm Longueur <13 mm : -1,00mm et >13 mm : -0,90mm
Lee 2013 (36)	Rétrospective Grade 4	338	541	jusqu'à 12 ans (moyenne 4,9 ans)	NR Uniquement patients sains inclus	5 systèmes d'implants, diamètre 3,3-3,4-3,5mm et longueur 8 à 15mm	Maxillaire 53,6% et mandibule 46,4% ; Antérieur 71,3% et postérieur 28,7%	Prothèses fixées, implants unitaires ou solidarisés aux adjacents	98,1% (impla nt) 98,5% (patie nt)	91,8% (impla nt) 93,8% (patie nt)	Perte osseuse annuelle : $0,07 \pm 0,20$ mm 2 fractures de vis soit 0,03% de fracture
Geckili 2011 (35)	Rétrospective Grade 4	71	159	5 ans	Os suffisant pour recevoir un implant étroit sans greffe	4 marques implants étroits d'au moins 11mm de longueur	71 maxillaire (36 antérieur et 35 postérieur) ; 88 mandibule (55 antérieurs et 33 postérieur)	32 overdentures et 127 prothèses fixées solidarisées	NR	98,74 %	Perte osseuse marginale (mesurée sur radiographie panoramique) 1mm en mésial et 0,98mm en distal 2 échecs implantaires
Arisan 2010 (37)	Rétrospective Grade 4	139	316	9,1 ans (de 60 à 124 mois)	Os suffisant pour recevoir un implant étroit sans greffe	74,3% implants de 3,3mm de diamètre Straumann® et 25,6% implants de Xive, Dentply® de 3,4mm de diamètre. Longueur 8 à 15mm	50,9% maxillaire et 49,1% mandibule ; toutes les dents sauf les 7 maxillaires	120 prothèses dont 31 couronnes unitaires, 65 prothèses fixées plurales et 24 overdentures	92,3%	91,4%	3,7% (12 implants) échecs précoces et 4,9% échecs à 10 ans Perte osseuse marginale à 10 ans (mesurée sur radio panoramique) à la mandibule de $1,28 \pm 0,14$ mm et au maxillaire $1,32 \pm 0,13$ mm 4,3% de péri implantite
Zinsli 2004 (90)	Prospective Grade 4	149	298 implants étroits associés à 198 implants standards	6 ans	Edentement partiel ou total et crête osseuse d'épaisseur insuffisante (2,5 à 4mm)	Straumann®, 3,3mm diamètre et de longueur 8 10 ou 12mm	Patients édentés partiels ou totaux	55,1% prothèses fixées partielles ; 30,3% overdentures ; 13% couronnes unitaires	96,6%	NR	2 fractures implants Traitement de 4 péri implantites soit 1,4% 56,8% sans complications prothétiques
Veltri 2008 (91)	Prospective Grade 4	12	73	1 an	Crêtes maxillaires en lame de couteau, largeur non > 4 mm (classe IV Cawood et Howell)	Astra Teck®, 3,5mm diamètre, longueur 9 à 17mm, surface sablée TiO ₂	Maxillaire antérieur et postérieur	Prothèse fixée totale maxillaire	100%	NR	Perte osseuse : $0,30 \pm 0,13$ mm Stabilité implantaire (résonnance fréquence) : au placement $63 \pm 5,8$ ISQ, à la mise en place des piliers (6mois) $60 \pm 4,7$ ISQ et à 1 an 61 ± 5 ISQ 1 fracture de résine

Mini-implants stabilisant des overdentures maxillaires

Auteur/ année	Type étude/grade	Nombre patients	Nombre total implants dans étude	Nombre implants/patient	Durée suivi	Type implant : marque, diamètre, longueur, caractéristiques surface	Site implanté	Taux de survie implantaire	Taux succès implantaire	Perte os péri implantaire
Elsyad 2013 (105)	Prospective randomisée grade 4	19	114	6	24 mois	Sendax® MDI, IMTEC, one piece, type boule, MAX Thread, 2,4mmX15mm,	Maxillaire (incisive latérale et prémolaires), attachement O'ring	Palais total : 78,4% Palais partiel : 53,8%	NR PTV à 2 ans : palais total : 13,67±5,28 et palais partiel : 18±7,79	Perte osseuse verticale : palais total : 5,38±1,65mm et palais partiel : 6,29±2,33mm Perte osseuse horizontale : palais total : 1,52±1,01mm et palais partiel : 1,93±1,23mm
Preoteasa 2014 (100)	Prospective grade 4	23	110 (36 maxillaires et 74 mandibulaires)	Maxillaire : 5 ou 6 et mandibule : 4 ou 6	3 ans	IMTEC, 3M ESPE, 1,8mm, 2,1mm, 2.4mm Ø et 10mm à 18 mm long, attachement boule	7 maxillaires et 16 mandibules	92,70%	63,9% maxillaire et 85,1% mandibule	> 3 spires : 5 implants

Mini-implants stabilisant des overdentures mandibulaires

Auteur/ année	Type étude/grade	Nombre patients	Nombre total implants dans étude	Nombre implants/pat ient	Durée suivi	Type implant : marque, diamètre, longueur, caractéristiques surface	Attachement, mise en charge	Taux de survie implantaire	Taux de succès implantaire	Perte os péri implantaire
Jofré 2010 (102)	RCT grade 2	45	90	2	15mois	Sendax® MDI, IMTEC, 1,8mm Ø et 15mm long	Boule ou barre MECI	100%	NR	Boule : 1,43 ± 1,26mm et barre : 0,92±0,75mm => NS
Morneburg et Pröschel 2008 (103)	Prospective grade 4	67	134	2	Moy 6 ans (σ2,7)	MicroPlant, Komet Brasseler Group, Lemgo, 2,5mm Ø et 9 ou 12 ou 15mm long surface sablée et recouverte de phosphate de calcium	Mandibule attachement magnétique (70,1%) ou o'ring (28,9%) mise en charge différée	95,5% (survie cumulée)	NR	0,5mm ± 0,4mm (1an) puis 0,2± 0,3mm (la 2ème année) (sur radiographies panoramiques)
Maryod 2014 (104)	Prospective randomisée grade 4	36	144	4	3 ans	O-ring MDI, 3M ESPE, 1,8mm Ø et 15mm long	O-ring MECI ou MEC précoce	MECI : 91,7% et MEC précoce : 96,7%	NR	A 1 an : MECI = 1,03±0,61mm et MEC précoce : 0,93±0,52mm A 3 ans : MECI = 1,17±0,65mm et MEC précoce : 1,06±0,49mm
Cho 2007 (98)	Rétrospective grade 4	10	34	2 ou 4	Moy : 22,8 mois (14 à 36 mois)	Atlas, Dentatus USA, 2,4mm Ø, longueur 7, 10 ou 14mm	NR MECI	94,10%	NR	NR
Elsyad 2011 (97)	Prospective randomisée grade 4	28	112	4	3ans	Sendax® MDI, IMTEC, 1,8mm Ø, 12mm à 18mm long, attachement O-ring	O-ring MECI	96,40%	92,90%	A 1 an, perte osseuse verticale : 1,2±0,96mm A 3 ans, perte osseuse verticale : 1,26±0,64mm et perte osseuse horizontale : 0,74±0,57mm
de Souza 2015 (101)	RCT grade 2	120	318	2 ou 4 mini- implants OU 2 implants standards	1 an	Mini-Drive Lock MDL, Intra- Lock, 2.0X10mm Morse Lock Straight 4,0mm, Intra Lock, 4,0X10mm	NR Mise en charge différée	4 mini- implants : 89% 2 mini- implants : 82% 2 implants standards : 99%	NR NR NR	NR OHRQoL 2 ou 4 mini-implants > OHRQoL 2 implants standards Satisfaction : 4 mini-implants >2mini-implants >2 standards
Mangano 2015 (106)	Prospective Grade 4	62	231	3 (27,4%) ou 4 (72,6%)	2,7±1,2ans	Tixos Nano, Leader Implants, 2,7 (24,7%) et 3,2mm (75,3%)X 10 à 13mm, alliage Ti-6Al-4Va, implants fabriqués par frittage laser	Incisives latérales et 1ères prémolaires ou canines et ligne médiane	96,90%	NR	A 1 an 0,38±0,25mm A 4 ans, 0,62±0,20mm
Mangano 2012 (105)	Prospective Grade 4	24	96	4	1 an	Tixos Nano, Leader Implants, 2,7 et 3,2mm X 10 à 16mm, alliage Ti-6Al-4Va, implants fabriqués par frittage laser	MECI	98,90%	97,80%	0,28±0,30mm

Implants étroits stabilisant des overdentures mandibulaires

Auteur / année	Type étude / grade	Nombre patients	Nombre total implants dans étude	Nombre implants/patient	Durée suivi	Type implants : marque, diamètre, longueur, caractéristiques de surface	Type d'attachement	Taux de survie implantaire	Taux de succès implantaire	Perte os péri implantaire
Al Nawas 2012 (107)	RCT grade 2	89	174	2	12 mois	Straumann®, 3,3mmØ, longueur 8 10 12 14mm, Ti grade IV ou Ti-Zr (Roxolid®), surface SLActive®	Locator®	Ti-Zr : 98.9% Ti grade IV : 97,6% = NS	Ti Zr : 96,6% Ti : 94,4%	Ti-Zr : 0,34±0,54mm Ti grade IV : 0,31±0,56mm
Quirynen 2015 (49)	RCT grade 2	75	150	2	36 mois	Straumann®, 3,3mmØ, longueur 8 10 12 14mm, Ti grade IV ou Ti-Zr (Roxolid®), surface SLActive®	Locator®	Ti-Zr : 98.7% Ti grade IV : 97,3%	Ti Zr : 98.7% Ti : 97,3%	Ti-Zr : 0,78±0,75mm Ti grade IV : 0,60±0,71mm
Müller 2015 (108)	RCT grade 2	47	98	2	60 mois	Straumann®, 3,3mmØ, longueur 8 10 12 14mm, Ti grade IV ou Ti-Zr (Roxolid®), surface SLActive®	Locator®	Ti-Zr : 98.9% Ti grade IV : 97,6%	Ti Zr : 95,8% Ti : 92,6%	Ti-Zr : 0,60±0,69mm (de -3,57 à 0,16mm) Ti grade IV : -0,61±0,83mm (de -3,65 à 0,44mm)
El-Sheikh 2012 (40)	prospective randomisée grade 4	20	50	2 ou 3	2 ans	Straumann® BL, 3,3mm Ø et 10 à 14 mm long	Locator®	98%	NR	MBL : 0, 5mm (groupe 2 implants) et 0,6mm (groupe 3 implants) à 1 an ; MBL : 0,8mm (groupe 2 implants) // 0,8mm (groupe 3 implants) à 2 an : NS NS entre 2 groupes sur tous critères
Zweers 2015 (48)	rétrospective grade 4	119	238	2	3 ans	Straumann®, 3,3 ou 4,1mm Ø et 8 à 14 mm long, surface SLA sablée, mordancée	Locator® ou boule	100%	NR	MBL entre 1 et 3 ans : groupe 3,3mm : 0,32mm et groupe 4,1mm : 0,14mm MBL locator 0,38mm// boule : 0,14mm ; (P=0,006) à 2 ans

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

Vu le Président du Jury,

P^r Soueidan

6. 2. 2017



Vu et permis d'imprimer

Vu le Doyen,

La Doyen
[Signature]
Pr. Yves AMOURIQ

Y. AMOURIQ

WOJTIUK (Fabienne) – Les implants de faible diamètre : analyse de la littérature. 87 f. ; tabl. ; 116 ref ; 30cm. (Thèse Chir. Dent. ; Nantes ; 2017)

RESUME :

Les thérapeutiques implantaire font partie intégrante de nos plans de traitement. Néanmoins, différentes situations cliniques défavorables représentent un défi à la mise en place d'un implant de diamètre standard (diamètre > 3,75mm). D'une part, pour remplacer une dent ayant une couronne clinique de largeur réduite (incisive latérale maxillaire ou incisive mandibulaire), les implants de diamètre standard sont souvent inadaptés. D'autre part, face à une crête de faible épaisseur vestibulo-linguale, une greffe osseuse est fréquemment proposée au patient. De même, le clinicien peut proposer au patient un traitement orthodontique en cas d'espace prothétique mésio-distal réduit. Malgré tout, ces différentes thérapeutiques augmentent le temps du traitement, son coût ainsi que la morbidité. Les implants de faible diamètre ont ainsi été créés pour permettre de remplacer des incisives (mandibulaires et latérales maxillaires). Le recours à ces implants a également été proposé par différentes équipes comme une alternative à l'augmentation osseuse et au traitement orthodontique. Cependant, lors de la prise de décision, des questions se posent au sujet de la résistance mécanique et de la survie à long terme de ce type d'implants. Grâce à une analyse de la littérature, ce travail décrit les résultats cliniques (taux de succès et de survie) ainsi que les limites de ces implants dans les différentes situations cliniques.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : implantologie

MOTS CLES MESH :

Implants dentaires – Dental implants

Prothèse dentaire implanto-portée – Dental prosthesis, implant-supported

Overdenture – Denture, overlay

Résultat thérapeutique – Treatment outcome

JURY :

Président : Professeur SOUEIDAN Assem

Assesseur : Docteur STRUILLLOU Xavier

Assesseur : Docteur BERNARD Cécile

Directeur : Docteur HOORNAERT Alain

ADRESSE DE L'AUTEUR :

3 rue Monfoulon 44000 Nantes

fabienne.wojtiuk@orange.fr