



HAL
open science

Pérennité des implants de quatre millimètres ?

Lina Saty

► **To cite this version:**

Lina Saty. Pérennité des implants de quatre millimètres?. Sciences du Vivant [q-bio]. 2017. hal-01932199

HAL Id: hal-01932199

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-01932199>

Submitted on 23 Nov 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-thesesexercice-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>

**ACADÉMIE DE NANCY-METZ
UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ D'ODONTOLOGIE**

ANNÉE 2017

N°9793

THÈSE

Pour le

DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE

Par

Lina SATY

Née le 27/12/1990 à STRASBOURG

Pérennité des implants de quatre millimètres ?

Présentée et soutenue publiquement le 2 Juin 2017

Examineurs de la thèse :

| | | |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Pr. P. AMBROSINI | Professeur des Universités | Président |
| <u>Dr. J. PENAUD</u> | <u>Maître de Conférences</u> | <u>Directeur de thèse</u> |
| Dr. J. SCHOUVER | Maître de Conférences | Juge |
| Dr. N. PAOLI | Assistante Hospitalier Universitaire | Juge |

*Par délibération en date du 11 décembre 1972,
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'elle n'entend leur donner
aucune approbation ni improbation.*

Président : Professeur Pierre MUTZENHARDT

Doyen : Professeur Jean-Marc MARTRETTE

Vice-Doyens : Dr Céline CLEMENT – Dr Rémy BALTHAZARD – Dr Anne-Sophie VAILLANT

Membres Honoraires : Dr L. BABEL – Pr. S. DURIVAUX – Pr A. FONTAINE – Pr G. JACQUART – Pr D. ROZENCWEIG - Pr ARTIS - Pr M. VIVIER *

Doyens Honoraires : Pr J. VADOT, Pr J.P. LOUIS

Maître de conférences CUM MERITO : Dr C. ARCHIEN

| | | | |
|---|--|-------------------------------|---------------------------------|
| Sous-section 56-01 Odontologie pédiatrique | Mme | DROZ Dominique | Maître de Conférences * |
| | Mme | JAGER Stéphanie | Maître de Conférences * |
| | M. | PREVOST Jacques | Maître de Conférences |
| | Mme | HERNANDEZ Magali | Assistante * |
| | M. | LEFAURE Quentin | Assistant |
| | M. | MERCIER Thomas | Assistant * |
| Sous-section 56-02 Orthopédie Dento-Faciale | Mme | FILLEUL Marie Pierryle | Professeur des Universités * |
| | M. | EGLOFF Benoît | Maître de Conférences * |
| | Mme | GREGOIRE Johanne | Assistante |
| Sous-section 56-03 Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie légale | Mme | CLEMENT Céline | Maître de Conférences * |
| | Mme | LACZNY Emily | Assistante |
| | Mme | NASREDDINE Greyce | Assistante |
| | M. | BAUDET Alexandre | Assistant |
| Sous-section 57-01 Parodontologie | M. | AMBROSINI Pascal | Professeur des Universités * |
| | Mme | BISSON Catherine | Maître de Conférences * |
| | M. | JOSEPH David | Maître de Conférences * |
| | M. | PENAUD Jacques | Maître de Conférences |
| | Mme | MAYER-COUPIN Florence | Assistante |
| | Mme | PAOLI Nathalie | Assistante * |
| Sous-section 57-02 Chirurgie Buccale, Pathologie et Thérapeutique, Anesthésiologie et Réanimation | Mme | GUILLET-THIBAUT Julie | Maître de Conférences * |
| | M. | BRAVETTI Pierre | Maître de Conférences |
| | Mme | PHULPIN Bérengère | Maître de Conférences * |
| | M. | DELAITRE Bruno | Assistant |
| | Mme | KICHENBRAND Charlene | Assistante * |
| | Mme | NACHIT Myriam | Assistante |
| Sous-section 57-03 Sciences Biologiques (Biochimie, Immunologie, Histologie, Embryologie, génétique, Anatomie pathologique, Bactériologie, Pharmacologie) | M. | YASUKAWA Kazutoyo | Maître de Conférences * |
| | M. | MARTRETTE Jean-Marc | Professeur des Universités * |
| | Mme | EGLOFF-JURAS Claire | Assistante* |
| Sous-section 58-01 Odontologie Conservatrice, Endodontie | M. | MORTIER Éric | Maître de Conférences * |
| | M. | AMORY Christophe | Maître de Conférences |
| | M. | BALTHAZARD Rémy | Maître de Conférences * |
| | M. | ENGELS-DEUTSCH Marc | Maître de Conférences |
| | M. | GEVREY Alexis | Assistant |
| | Mme | GEBHARD Cécile | Assistante |
| | M. | VINCENT Marin | Maître de Conférences Associé |
| Sous-section 58-02 Prothèses (Prothèse conjointe, Prothèse adjointe partielle, Prothèse complète, Prothèse maxillo-faciale) | M. | DE MARCH Pascal | Maître de Conférences |
| | M. | SCHOUVER Jacques | Maître de Conférences |
| | Mme | VAILLANT Anne-Sophie | Maître de Conférences * |
| | Mme | CORNE Pascale | Maître de Conférences Associé * |
| | M. | GILLET Marc | Assistant |
| | M. | HIRTZ Pierre | Assistant * |
| | M. | KANNENGIESSER François | Assistant |
| | Mme | MOEHREL Bethsabée | Assistante* |
| | M. | VUILLAUME Florian | Assistant |
| | Sous-section 58-03 Sciences Anatomiques et Physiologiques Occlusodontiques, Biomatériaux, Biophysique, Radiologie | Mme | STRAZIELLE Catherine |
| Mme | | MOBY Vanessa (Stutzmann) | Maître de Conférences * |
| M. | | SALOMON Jean-Pierre | Maître de Conférences |
| M. | | KARKABA Alaa | Assistant Associé |

Souligné : responsable de la sous-section

* temps plein

Mis à jour le 21/03/2017

À Notre Président de thèse,

Monsieur le Professeur Pascal AMBROSINI

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Henri Poincaré, Nancy-I

Habilité à diriger des Recherches

Professeur des Universités - Praticien Hospitalier

Responsable de la sous-section : Parodontologie

Nous vous remercions pour avoir accepté la présidence du jury de cette thèse.

Nous vous sommes reconnaissants pour la qualité de votre enseignement, et nous vous remercions pour votre grande disponibilité et votre gentillesse tout au long de nos années d'études.

Veillez trouver ici l'expression de notre plus grande gratitude et de notre plus profond respect.

**À Notre Juge et Directeur de thèse,
Monsieur le Docteur Jacques PENAUD**

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur de l'Université Henri Poincaré, Nancy-I

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

Sous-section : Parodontologie

Nous vous remercions pour nous avoir fait confiance et pour l'immense plaisir d'avoir dirigé ce travail.

Nous vous sommes reconnaissants pour votre aide, vos encouragements, votre bienveillance et votre compassion tout au long de ces années universitaires.

Nous retiendrons votre enseignement et votre bonté humaine et nous vous remercions pour votre encadrement.

Veillez trouver ici le témoignage de notre profonde reconnaissance et l'assurance de nos remerciements les plus respectueux.

À Notre Juge,

Monsieur le Docteur Jacques SCHOUVER

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Sciences Odontologiques

Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier

Sous-section : Prothèses

Nous vous remercions pour l'honneur que vous nous faites de prendre part à ce jury.

Nous avons apprécié votre enseignement de qualité et votre enthousiasme durant nos années d'études.

Veillez trouver dans ce travail l'expression de notre plus grand respect.

À Notre Juge,

Madame le Docteur Nathalie PAOLI

Docteur en Chirurgie Dentaire

Assistante Hospitalier Universitaire

Sous-section : Parodontologie

Diplômée Universitaire de Parodontologie et Implantologie Clinique

*Nous apprécions l'honneur que vous nous faites
en participant à notre jury de thèse.*

*Nous vous remercions pour votre disponibilité et
pour votre sympathie.*

*Veillez trouver ici le témoignage de notre vive
reconnaissance.*

À la mémoire du Docteur Daniel VIENNET

Nous n'oublierons pas votre participation à notre réussite et la qualité de votre enseignement théorique et clinique.

Ce travail vous est dédié **à tous**.

Je vous remercie pour l'investissement (corrections, impressions et conseils) et le soutien physique et moral de ce bébé de quatre millimètres.

Je vous aime.

À ma famille,

Mon père, nous avons tant de mal à nous écouter pourtant nous sommes pareils, trop émotifs avec un grand cœur. Sache que je suis fière d'être ta fille, fière de l'éducation que tu m'as donnée car c'est grâce à toi que j'en suis là. Et je tiens à te remercier pour les sacrifices que tu as faits pour mon frère et moi.

Ma mère, je regrette profondément tout ce temps gâché loin de toi. Je te remercie pour être aujourd'hui une écoute et un soutien, et je te promets de rattraper ce temps.

Mon frère, l'amour que je te porte est indescriptible. Je t'ai souvent comparé à l'homme de ma vie car peu importe la distance ou les problèmes, tu es et tu resteras celui qui ne partira pas et celui pour qui je donnerais ma vie.

Mon neveu Léni, merci d'exister petit *man*, tu es celui qui nous réunit.

À tonton Jeff, tata Sylvie, Oliv et Tom,

Merci pour la bienveillance dont vous avez toujours eu à mon égard, vos conseils avisés et votre présence.

Merci également à la terrasse fleurie et au canapé qui m'ont beaucoup aidé à travailler et me reposer !

À mon Milou, toujours présente après tant d'années. Je pense que tu es celle qui me connaît le mieux et qui m'a le plus soutenu moralement. Je t'en remercie.

À mes amies fidèles : Ana, Bélinda, Donia, Kaouther, Océane, Zoulikha,

Il me faudrait plus que quelques lignes pour retracer nos vécus. Vous avez participé de près ou de loin à ma réussite et je vous remercie d'être toujours à mes côtés depuis tant d'années.

À ma famille universitaire : Amel, Rachid, Yahya, Yala et Yassine,

Vous êtes de loin mon plus beau souvenir universitaire. Présents à mes côtés dans la santé et la maladie, la richesse et la pauvreté, la joie ou la peine, les voyages et surtout les nombreux repas, vous m'avez facilité ces longues années de travail.

Je ne vous oublierai pas.

Amelou, tu es vraiment celle avec qui j'ai envie de partager cette réussite. Tu es bien plus qu'une amie consœur, je n'imagine pas ma vie sans toi !

À Nadia et Linda qui m'ont accompagné dès le début.

À Magali, rencontrée tardivement mais avec qui j'ai bien rattrapé le temps.

À mes binômes. Je remercie particulièrement **Brice**, partenaire de chant, merci pour ta joie de vivre. Grâce à toi je continue à exercer ma voix auprès de mes meilleurs patients. Et **à Aline** qui m'a aidé à aimer les petits enfants.

Il manque bien sûr d'autres rencontres, d'autres amitiés, des enseignants et personnels hospitaliers.

À tous, je vous remercie.

Enfin j'y suis arrivée, **Dieu merci !** Et maintenant, après toutes ces années, le meilleur reste à venir...

Nelson, merci pour ton amour, ton respect et ton assistance. À tes côtés je connais le bonheur, la paix intérieure, la confiance, l'humour et surtout l'Amour. Je remercie Dieu chaque jour de t'avoir dans ma vie. Tu es mon avenir, mon artiste, mon meilleur ami et j'espère de tout cœur l'Homme de ma vie.

Pérennité des implants de quatre millimètres ?

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABRÉVIATIONS

INTRODUCTION

Chapitre 1 : DESCRIPTION DES IMPLANTS ULTRACOURTS

1. Caractéristiques générales de l'implant améliorant l'ostéointégration
 - 1.1. Morphologie implantaire
 - 1.2. Matériaux
 - 1.3. Etat de surface
2. Description de l'implant ultracourt Straumann® Standard Plus
 - 2.1. Généralités
 - 2.2. Conception Standard Plus
 - 2.3. Connexion cône morse interne synOcta®
 - 2.4. Filetage *Bone Level*
 - 2.5. Surface SLActive®
 - 2.6. Titane-zirconium (Roxolid®)
 - 2.7. Manipulation facilitée
3. Description de l'implant ultracourt Twinkon® 4
 - 3.1. Généralités
 - 3.2. Tissue creeping profile®
 - 3.3. Connexion cône à friction externe
 - 3.4. Profil apical rétentif
 - 3.5. Alliage de titane et surface sablée mordancée SA²
 - 3.6. Manipulation facilitée
4. Tableau comparatif des implants de quatre millimètres

Chapitre 2 : INDICATIONS ET AVANTAGES

1. Indications générales des implants ultracourts
 - 1.1. Principales populations concernées
 - 1.2. Déficit osseux
 - 1.3. Proximité avec le canal mandibulaire et le foramen mentonnier
 - 1.4. Proximité avec le sinus maxillaire
2. Traitements des implants ultracourts de quatre millimètres

- 2.1. Prothèse amovible
- 2.2. Prothèse fixe
- 3. Synthèse de l'usage prévu pour les implants de quatre millimètres
- 4. Avantages des implants ultracourts
 - 4.1. Réduction des complications opératoires
 - 4.2. Diminution de la durée de traitement
 - 4.3. Réduction du coût
 - 4.4. Synthèse des avantages de quatre millimètres

Chapitre 3 : TAUX DE RÉUSSITE

- 1. Facteurs de risques
- 2. Limites cliniques des implants ultracourts
 - 2.1. Biomécanique
 - 2.2. Considérations prothétiques
- 3. Résultats et fiabilité
 - 3.1. Critères de réussite
 - 3.2. Etudes utilisant des implants de quatre millimètres
 - 3.3. Synthèse des études utilisant les implants de quatre millimètres

CONCLUSION

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ÉLECTRONIQUES

LISTE DES FIGURES

- Figure 1** : La connexion Straumann® synOcta® (source : © Institut Straumann AG, 2015). 26
- Figure 2** : Les propriétés de SLActive® créent une surface plus grande permettant une meilleure adsorption des protéines sanguines (source : © Institut Straumann AG, 2014c). 29
- Figure 3** : A : Coupes au microscope électronique à balayage après dix minutes, montrant la formation du réseau de fibrine plus marqué sur les surfaces SLActive®.29
B : L'adsorption des protéines et la coagulation sanguine à dix minutes sont significativement supérieures pour les surfaces SLActive® (source : © Institut Straumann AG, 2014c). 29
- Figure 4** : Coupes histologiques montrant plus de vaisseaux sanguins nouvellement formés à 2 semaines avec la surface SLActive® (grossissement x200) (source : © Institut Straumann AG, 2014c). 30
- Figure 5** : COI significativement plus important pour les surfaces SLActive® à 4 semaines (source : Lang et coll., 2011). 30
- Figure 6** : Degré supérieur de minéralisation des cellules osseuses avec la surface SLActive® à 21 jours (source : © Institut Straumann AG, 2014c). 31
- Figure 7** : A : COI plus élevé avec SLActive® dans les défauts de type déhiscence ;
B : Valeurs moyennes du COI (%) supérieures avec SLActive® dans les défauts coronaires circonférentiels (source : © Institut Straumann AG, 2014c). 32
- Figure 8** : COI à 90 jours (en %) plus important pour les surfaces SLActive® chez les animaux diabétiques (source : © Institut Straumann AG, 2014c). 33
- Figure 9** : Taux d'os nouvellement formé à 30 jours (en %) plus élevé pour les surfaces SLActive® chez les animaux atteints d'ostéoporose (source : © Institut Straumann AG, 2014c). 33
- Figure 10** : Résistance au déchirement significativement supérieure de Roxolid®, plus ou moins 75% par rapport au titane recuit et 20% par rapport au titane écroui (source : © Institut Straumann AG, 2013b). 35

| | |
|---|----|
| Figure 11 : Kit chirurgical pour toutes les gammes d'implants du <i>Straumann® Dental Implant System</i> (source : © Institut Straumann AG, 2014a). | 37 |
| Figure 12 : Dimensions détaillées de l'implant Twinkon® 4 (source : © Global D. Twinkon® 4). | 38 |
| Figure 13 : A : <i>Tissue creeping profile®</i> ; B : Épaulement progressif infra-crestal du col permettant le sertissage tissulaire de l'implant (source : © Global D. Twinkon® 4). | 39 |
| Figure 14 : A : L'épaulement de l'implant est placé légèrement en position sous-crestal pour permettre le sertissage osseux ; B : Le dôme muqueux représenté en orange objective une trophicité péri-implantaire accrue (source : © Global D. Twinkon® 4). | 39 |
| Figure 15 : A : Cône externe de 5° ; B : Indexation trilobée (source : © Global D. Twinkon® 4). | 40 |
| Figure 16 : Profil apical rétentif avec un triple événement taraudant (source : © Global D. Twinkon® 4). | 41 |
| Figure 17 : Image par microscopie électronique à balayage montrant la rugosité inférieure à 2µm d'un implant Tekka avec le traitement SA ² (source : © Global D. Twinkon® 4). | 42 |
| Figure 18 : L'implant Twinkon® 4 et son porte-implant pour une manipulation aisée (source : ©Global D. Arsenal thérapeutique). | 42 |
| Figure 19 : Foret à butée intégrée (source : © Global D. Twinkon® 4). | 43 |
| Figure 20 : Schéma représentant les quatre types d'os selon la classification de Lekholm et Zarb de 1985 (d'après : Propdental). | 47 |
| Figure 21 : A : Implant en position 47 faisant effraction dans le canal mandibulaire ; B : Dépose de l'implant trop long et positionnement d'un implant plus court et de plus gros diamètre ; C : Restauration prothétique des implants posés (d'après : Davarpanah et coll., 2012). | 48 |
| Figure 22 : Mise en place de trois implants de 4 mm à proximité du foramen mentonnier (source : Slotte et coll., 2015). | 49 |

| | |
|--|----|
| Figure 23 : A : Radiographie de la molaire à extraire ; B : Mise en place de l'implant Twinkon® 4 ; C : Radiographie un an après la mise en charge ; D : Photo un an après la mise en charge de la prothèse (source : Le fil dentaire, 2015). | 50 |
| Figure 24 : Illustration présentant deux implants Straumann® de 4 mm en postérieur associés à deux implants antérieurs plus longs (source : © Institut Straumann AG, 2014a). | 51 |
| Figure 25 : Illustration d'un implant postérieur Straumann® de 4 mm et un implant plus long antérieur mis en place pour la réhabilitation d'un bridge (source : © Institut Straumann AG, 2014a). | 53 |
| Figure 26 : Illustration de trois implants de 4 mm en position 35, 36 et 37 (source : © Institut Straumann AG, 2014a). | 53 |
| Figure 27 : Illustrations présentant des implants ultracourts de 4 mm réduisant le caractère invasif et la complexité des traitements (d'après : © Institut Straumann AG, 2013b). | 56 |
| Figure 28 : Schéma montrant l'application d'une force sur la couronne qui agit comme bras de levier (source : Davarpanah et coll., 2012). | 60 |
| Figure 29 : Schéma montrant un torque diminué lorsque les pentes cuspidiennes sont plus faibles et l'absence de torque lorsque la force appliquée est dans le même axe implantaire (source : Pruvost, 2011). | 62 |
| Figure 30 : La position du Twinkon® 4 doit se faire dans le couloir prothétique du fait de son col transmuqueux surmonté de sa connexion conique externe (source : Global D). | 63 |
| Figure 31 : Perte osseuse marginale statistiquement plus importante en présence de cantilever (source : Anitua et coll., 2015). | 64 |
| Figure 32 : Quatre implants Straumann® de 4 mm dans la zone postérieure et deux implants antérieurs de 10 mm insérés dans une mandibule édentée (source : Calvo-Guirado et coll., 2015). | 66 |
| Figure 33 : Implants définitifs et temporaires en place le jour de la chirurgie (source : Calvo-Guirado et coll., 2015). | 67 |

Figure 34 : A : Barre vissée CAD/CAM en place 90 jours après l'intervention ; B : Même barre vissée CAD/CAM en place après un an (source : Calvo-Guirado et coll., 2015). 67

Figure 35 : A : Radiographie des quatre implants SPS immédiatement après la pose ; B : Après la mise en charge, 10 à 12 semaines après la première intervention ; C : Suivi postopératoire un an après l'intervention ; D : Deux ans après l'intervention (source : Slotte et coll., 2012). 69

Figure 36 : Perte osseuse marginale en fonction du temps (source : © Institut Straumann AG, 2014a). 70

Figure 37 : A : Radiographie le jour de la mise en place des quatre implants Twinkon®4 montrant la proximité avec le nerf alvéolaire inférieur ; B : Radiographie un an après l'intervention chirurgicale démontrant la survie des implants (source : Pistilli et coll., 2014) 71

Figure 38 : A : Radiographie objectivant deux implants Twinkon® 4 le jour de la mise en charge en position 35 et 36 ; B : Radiographie après 4 mois de mise en charge ; C : Photographie après 4 mois de mise en charge (source : Esposito et coll., 2015). 73

Figure 39 : Radiographie objectivant deux implants Twinkon® 4 le jour de la pose en position 25 et 26 ; B : Radiographie après 4 mois de mise en charge ; C : Radiographie après un an de mise en charge (source : Felice et coll., 2016). 74

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Spires les plus couramment utilisées en implantologie (source : Khayat, 2010). | 22 |
| Tableau 2 : Ensemble des traitements de surface classés par grandes familles de traitement (d'après : Davarpanah et coll., 2012). | 24 |
| Tableau 3 : Les différents implants SPS (d'après : © Institut Straumann AG, 2014a). | 26 |
| Tableau 4 : Similitude du pas de vis des implants SPS et BL (<i>bone level</i>) (source : © Institut Straumann AG, 2015). | 27 |
| Tableau 5 : Caractéristiques et avantages du porte-implant Loxim™ (d'après : © Institut Straumann AG, 2014d). | 36 |
| Tableau 6 : Description des deux implants de quatre millimètres. | 44 |
| Tableau 7 : Récapitulatif des avantages des implants de 4 mm par rapport aux procédures invasives (d'après : © Institut Straumann AG, 2013b). | 58 |
| Tableau 8 : Moyennes RFA un an après la chirurgie (d'après : Calvo-Guirado et coll., 2015). | 68 |
| Tableau 9 : Valeurs médianes de la perte osseuse marginale autour des implants (d'après : Calvo-Guirado et coll., 2015). | 68 |
| Tableau 10 : Répartition du nombre d'implants et de patients (d'après : Esposito et coll., 2015 et Felice et coll., 2016). | 72 |
| Tableau 11 : Valeurs moyennes de la perte osseuse marginale autour des implants (d'après : Esposito et coll., 2015 ; Felice et coll., 2016). | 73 |
| Tableau 12 : Comparaison des études utilisant les implants de quatre millimètres. | 75 |

LISTE DES ABRÉVIATIONS

| | |
|-----------------------|---|
| Ø | Diamètre |
| BL | <i>Bone Level</i> (niveau osseux) |
| CAD/CAM | <i>Computer Aided Design, Computer Aided Manufacturing</i> (conception et fabrication assistées par ordinateur). |
| CBCT | <i>Cone Beam Computed Tomography</i> (tomographie assistée par faisceau conique) |
| COI | Contact os-implant |
| Coll. | Collaborateurs |
| HA | Hydroxyapatite |
| INSEE | Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques |
| NaCl | Chlorure de sodium |
| OMS | Organisation Mondiale de la Santé |
| ORL | Oto-Rhino-Laryngologie |
| RFA | Analyse de fréquence de résonance |
| RN | <i>Regular Neck</i> (col régulier) |
| SA² | <i>Sandblasted, double Acid-etched</i> (sablage et double mordançage) |
| SLA | <i>Sand blasted, Large grit, Acid etched</i> (sablage à gros grains et mordançage) |
| SPS | L'implant Straumann® <i>Standard Plus Short</i> |
| TCP | Phosphate tricalcique |
| Ti | Titane |
| Ti-6Al-4V | Titane avec 6% d'aluminium et 4% de vanadium (alliage de titane de grade 5) |
| WN | <i>Wide Neck</i> (col large) |
| TiZr | Titane-zirconium, commercialisé sous le nom de Roxolid® par Straumann |

INTRODUCTION

Depuis les travaux des Pr. Brånemark et Schroeder, l'implantologie basée sur les données scientifiques offre une option thérapeutique fiable à long terme.

La difficulté réside dans des situations critiques où le volume osseux est insuffisant.

La réhabilitation des secteurs postérieurs maxillaires et mandibulaires résorbés présente un vrai défi lorsque le plan de traitement souhaité implique la pose d'implants.

Très souvent, en cas d'insuffisance de volume osseux résiduel, le placement des implants nécessite une intervention d'augmentation osseuse. Cela fait appel à un certain nombre de techniques de chirurgies avancées comme les greffes de sinus, les greffes d'apposition ou la régénération osseuse guidée.

Malgré la bonne prévisibilité et le taux de réussite associés à certaines de ces techniques, les patients peuvent être réticents face à la complexité de l'intervention chirurgicale, la durée et le coût du traitement.

De nombreuses publications ont décrit la mise en place d'implants courts dans des volumes osseux réduits comme étant une alternative chirurgicale apportant de bons résultats. De ce fait, le recours à de tels implants s'impose comme une solution thérapeutique à considérer avec le plus grand intérêt avant de recourir à une procédure chirurgicale spécifique, souvent lourde et techniquement plus difficile.

Nous présenterons dans un premier temps les caractéristiques nécessaires à l'ostéointégration des deux implants de quatre millimètres, dans un deuxième temps leurs usages précis et avantages. Pour finir, nous nous intéresserons à leurs taux de réussite en décrivant leurs limites cliniques et les résultats des études actuelles.

Chapitre 1 : DESCRIPTION DES IMPLANTS ULTRACOURTS

1. Caractéristiques générales de l'implant améliorant l'ostéointégration

L'ostéointégration se définit par le contact direct entre le tissu osseux et un biomatériau (le titane) sans interposition fibreuse.

Pour rappel, l'ostéointégration est dépendante de facteurs influençant la réponse osseuse : la qualité de l'os, le matériau implantaire, la forme implantaire, l'état de surface et le temps de cicatrisation.

1.1. Morphologie implantaire

1.1.1. Forme générale

Au cours des différentes phases du développement de l'implantologie dentaire, diverses formes d'implants, telles que lames, cylindres ou vis ont été préconisés. Aujourd'hui, l'implant en forme de vis s'est imposé comme le plus pertinent.

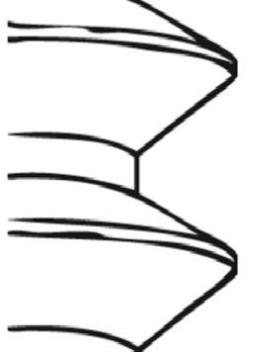
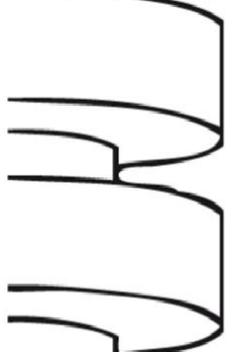
Cependant de nombreuses variantes existent. Chaque particularité est censée aboutir à un avantage technique ou biologique.

Pourtant l'intérêt réel de tel ou tel choix morphologique n'est pas toujours clairement démontré. Il devient alors difficile de faire la part entre l'avancée scientifique et le besoin constant de nouveauté qui caractérisent notre temps.

1.1.2. Spires

Elles assurent non seulement une stabilité primaire mais elles constituent également un lieu de dispersion des forces (Lee et coll., 2015). Les implants vis répartissent mieux les contraintes dans l'os que les implants cylindriques (Valente et coll., 2015).

Tableau 1 : Spires les plus couramment utilisées en implantologie (source : Khayat, 2010).

| | | | |
|-----------------|---|--|---|
| Dessin de spire |  |  |  |
| Section | triangulaire symétrique. | section carrée | triangulaire asymétrique. |

La géométrie des vis peut grandement varier :

- dans la forme, symétrique ou asymétrique
- dans la taille, plus ou moins large par rapport au diamètre intérieur, variant entre 0,3 et 0,5 mm ou même davantage en se rapprochant de l'apex.

1.1.3. Longueur et diamètre

Il semble logique que plus un implant est long plus on augmente la surface de contact os-implant. Ainsi dans le cas d'insuffisance de volume osseux résiduel où les implants courts semblent être la seule solution, l'augmentation du diamètre implantaire a été envisagée pour compenser leur faible longueur.

Cependant la littérature scientifique récente ne montre pas de différences significatives entre les divers diamètres.

En 2012, une revue systématique a observé l'influence du diamètre sur le taux de survie implantaire. Parmi les 33 études incluses, 700 implants courts ($\leq 8,5$ mm) avec un diamètre inférieur à 4,8 mm et 887 avec un diamètre supérieur ou égal à 4,8, aucune différence significative n'a été observée avec des taux de survie à 5 ans de 98,9% et 98,6% respectivement (Atieh et coll., 2012b).

1.2. Matériaux

La différence de matériaux utilisés va donner une différence de propriétés chimique et physique entre les implants et va influencer leur performance clinique (Wen et coll., 2014).

Les caractéristiques recherchées sont une excellente biocompatibilité, une résistance à la corrosion et de bonnes propriétés mécaniques, telles que la flexion et la résistance à la fatigue.

Le titane reste actuellement le matériau par excellence utilisé en implantologie : le titane commercialement pur de grade 4 ou l'alliage de titane de grade 5 (Ti-6Al-4V).

1.3. Etat de surface

1.3.1. Rugosité de surface

La rugosité de surface peut se présenter selon des échelles différentes en fonction de son traitement mécanique. Une micro-rugosité (1 à 10 μ) améliore davantage les qualificatifs de l'ostéointégration. Une surface nano-structurée (0,01 à 0,1 μ) additionnée améliore l'adsorption des protéines, l'adhésion des ostéoblastes et la vitesse de cicatrisation osseuse (Trevoux et Behlouli, 2010).

Les avantages de la rugosité montrent donc un ancrage micromécanique qui améliore l'ostéointégration. Une apposition osseuse directe se met en place au contact de la surface rugueuse avec une participation commune de l'os cortical et spongieux (Davaranah et coll., 2012).

1.3.2. Traitement mécanique

De nombreux traitements de surface (tableau 2) permettant la rugosité recherchée sont disponibles sur le marché. Il s'agit de modifier la surface obtenue au terme de l'usinage.

Tableau 2 : Ensemble des traitements de surface classés par grandes familles de traitement (d'après : Davarpanah et coll., 2012).

| | | |
|---|------------------------------|--|
| Traitement par addition | Projetât par torche à plasma | De Ti sous vide De Ti sous atmosphère De HA sous vide De HA sous atmosphère |
| | Electrochimie | Oxydation anodique Dépôt de Brushite |
| Traitement par soustraction physique | Sablage | Oxyde de titane Alumine TCP (phosphate tricalcique) |
| Traitement par soustraction chimique | Mordançage | Avec ou sans sablage préalable |

La réponse osseuse est différente en fonction de l'état de surface. Chaque traitement engendre des propriétés ostéo-conductrices différentes.

L'existence d'une rugosité optimale menant à un ancrage maximal reste encore à démontrer, et l'ancrage le plus élevé ne présente pas forcément un avantage clinique.

Par contre, la rugosité de surface a permis d'utiliser les implants dans plus de situations cliniques. Ainsi, ils ont pu être placés en site de faible densité osseuse, et l'utilisation d'implants courts inférieurs à 10 mm a pu être validée (Davarpanah et coll., 2012).

Les surfaces ayant un haut pouvoir de mouillabilité sont préférables aux surfaces hydrophobes. En effet, l'hydrophilie de surface augmente le potentiel d'action des fluides biologiques, et agit sur l'adhésion des cellules et des tissus environnants (figure 2). La composition de l'implant influence donc l'énergie de surface et sa mouillabilité (Trevoux et Behloui, 2010).

Nous développerons les caractéristiques des traitements de surface des implants ultracourts de 4 mm.

2. Description de l'implant ultracourt Straumann® Standard Plus

2.1. Généralités

L'implant Straumann® *Standard Plus Short* (SPS) d'une longueur de 4 mm, présente deux diamètres disponibles (4,1 mm ou 4,8 mm) et deux plateformes prothétiques de taille *regular neck* (RN) ou *wide neck* (WN) (tableau 3).

La gamme d'implant SPS se base sur un vaste programme de recherche préclinique et clinique (© Institut Straumann AG, 2012).

2.2. Conception Standard Plus

Les implants SPS sont des implants *Soft Tissue Level*, conçus pour une préservation optimale de la crête osseuse et une stabilité des tissus mous.

Ces implants sont dotés du col Standard Plus qui présente un épaulement de 45° au niveau coronaire pour une répartition optimale des forces, et une adaptation entre l'implant et la prothèse qui minimise le *micro gap*.

La section de col lisse est de 1,8 mm (tableau 3), ce qui offre des options supplémentaires de pose de l'implant tenant compte de la distance biologique. Ainsi, le chirurgien peut choisir de laisser l'implant cicatriser selon une approche non-enfouie, enfouie ou semi-enfouie. Une insertion corono-apicale flexible de l'implant et une cicatrisation trans- ou sousgingivale est donc permise.

Cette conception optimise l'esthétique et le profil d'émergence, et facilite une hygiène buccale dans les régions postérieures (© Institut Straumann AG, 2015).

Tableau 3 : Les différents implants SPS (d'après : © Institut Straumann AG, 2014a).

| Implants SPS | RN | RN | WN |
|--|---|--|---|
|  1,8mm |  Ø 4,8mm Ø 4,1mm |  Ø 4,8mm Ø 4,8mm |  Ø 6,5mm Ø 4,8mm |
| Roxolid SLActive® | SP Ø 4.1WN | SP Ø 4.8RN | SP Ø 4.8WN |
| 4.0 mm | 033.0435 | 033.0445 | 033.0455 |

2.3. Connexion cône morse interne synOcta®

Le concept Straumann® synOcta®, qui exploite la conception cône morse bien connue pour son verrouillage par friction mécanique, a été lancé dans le monde entier en 1999.

La liaison conique dispose d'un cône de 8° et d'un octogone (figure 1), pour un repositionnement sécurisé et flexible des différentes parties secondaires de l'implant. Elle offre une protection anti-desserrage et un repositionnement précis (© Institut Straumann AG, 2015).

Cette liaison conique auto-fixante permet une augmentation de la surface de contact pilier/implant améliorant la stabilité, diminue les sollicitations sur la vis de transfixation et permet de répartir les forces sur toute la surface implantaire (Marcelat, 2015).



Figure 1 : La connexion Straumann® synOcta® (source : © Institut Straumann AG, 2015).

2.4. Filetage *Bone Level*

Le filetage de l'implant SPS est identique à l'implant Straumann® *Bone Level* avec un pas de vis de 0,8 mm (tableau 4). Ainsi, une amélioration de la surface de contact os-implant est permise. Ce qui optimise un parfait ancrage dans l'os augmentant la stabilité primaire (© Institut Straumann AG, 2015).

Tableau 4 : Similitude du pas de vis des implants SPS et BL (*bone level*) (source : © Institut Straumann AG, 2015).



2.5. Surface SLActive®

SLActive®, dernière génération de technologie de surface, est lancée en 2006 par Straumann. C'est le nom commercial de « *mod SLA* » ou « *SLA® modifiée* » qui sont parfois utilisés dans les publications scientifiques.

SLActive® repose sur la topographie SLA® scientifiquement prouvée.

SLA® (pour *Sand blasted, Large grit, Acid etched*) a été commercialisée pour la première fois en 1998 et figure parmi les surfaces rugueuses les plus documentées de l'implantologie. Elle est produite au moyen d'une technique de sablage mordantage. Un sablage à gros grains crée une macro-rugosité sur la surface en

titane. Cette dernière est ensuite attaquée à l'acide. Des pores irréguliers sont créés, propices à la croissance osseuse et à l'ancrage micromécanique.

SLActive®, améliorée par une chimie de surface, est le résultat d'un processus de production sous gaz protecteur, suivi d'une conservation dans une solution liquide NaCl. Ainsi, la contamination atmosphérique est réduite et l'énergie libre de surface et les propriétés hydrophiles sont améliorées.

L'objectif du développement de SLActive® consiste à atteindre une qualité et une rapidité supérieure d'ostéointégration. En conséquence, on cherche à obtenir une meilleure bio-fonctionnalité des implants dentaires pour une plus grande sécurité et une prédictibilité dans la pratique quotidienne des soins (© Institut Straumann AG, 2012).

2.5.1. Caractère hydrophile

SLActive® est hautement hydrophile avec des angles initiaux de contact avec l'eau de 0° contre 139,9° pour la surface SLA®, selon la méthode de Wilhelmy (Rupp et coll., 2006).

Une étude immunohistochimique, comparant des implants SLA® et SLActive® sur des chiens, a montré que l'intégration des tissus mous et durs est principalement influencée par les propriétés hydrophiles de la surface plutôt que par la microtopographie (Schwarz et coll., 2007).

Les propriétés de la surface SLActive® sont préservées pendant au moins 15 minutes après avoir retiré l'implant de son emballage rempli de liquide. L'implant doit être inséré pendant cette période (© Institut Straumann AG, 2014b).

2.5.2. Traitement plus sûr et plus rapide

- Amélioration de la stabilisation du caillot sanguin

Les propriétés hydrophiles et chimiquement actives de SLActive® créent une surface disponible plus large. Ceci améliore l'adsorption des protéines sanguines et la formation du réseau de fibrine permettant le développement du caillot sanguin (figures 2 et 3).

La stabilisation du caillot sanguin est indispensable à l'initiation du processus de cicatrisation (© Institut Straumann AG, 2014c).

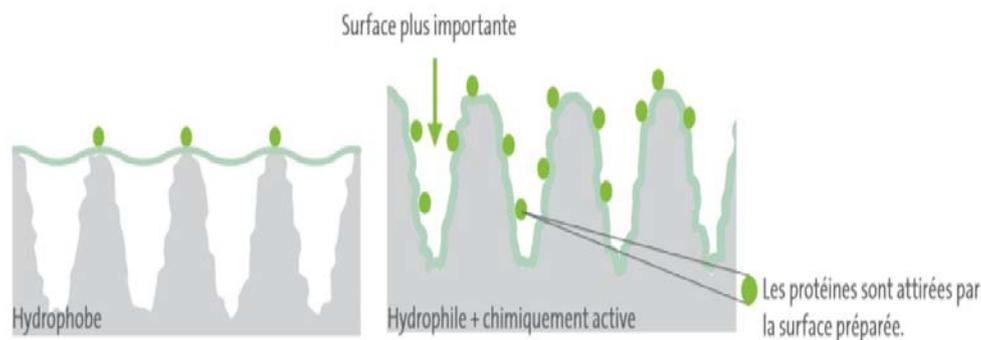


Figure 2 : Les propriétés de SLActive® créent une surface plus grande permettant une meilleure adsorption des protéines sanguines (source : © Institut Straumann AG, 2014c).

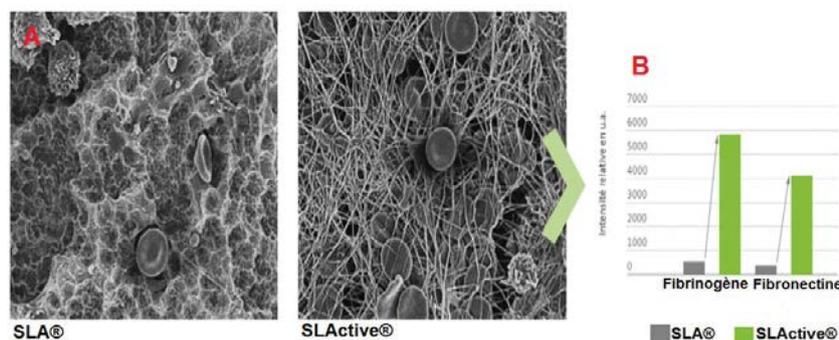


Figure 3 : A : Coupes au microscope électronique à balayage après dix minutes, montrant la formation du réseau de fibrine plus marqué sur les surfaces SLActive®. B : L'adsorption des protéines et la coagulation sanguine à dix minutes sont significativement supérieures pour les surfaces SLActive® (source : © Institut Straumann AG, 2014c).

- Stimulation de la vascularisation osseuse

Une stimulation précoce de la vascularisation osseuse a été démontrée avec la surface SLActive® par rapport à une surface hydrophobe (figure 4). Ainsi, un système vasculaire fonctionnel avec une formation continue des vaisseaux sanguins permet une réussite de l'ostéointégration (© Institut Straumann AG, 2014c).

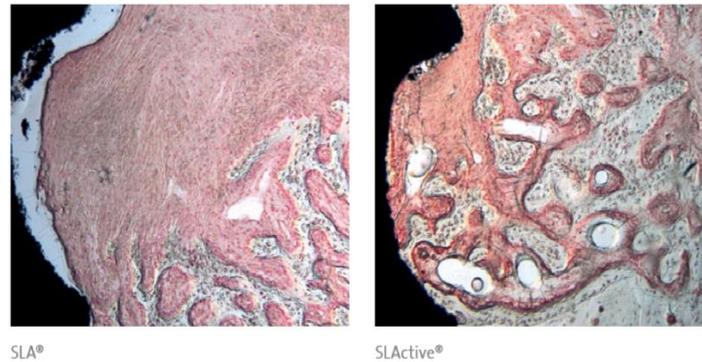


Figure 4 : Coupes histologiques montrant plus de vaisseaux sanguins nouvellement formés à 2 semaines avec la surface SLActive® (grossissement x200). Cette surface stimule davantage la croissance vasculaire qu'une surface hydrophobe (source : © Institut Straumann AG, 2014c).

- Ostéoformation supérieure et plus rapide

Le processus de cicatrisation avec SLActive® est plus rapide, justifié en histologie humaine, comme le prouve le contact os-implant (COI), supérieur à 2 semaines et significativement supérieur à 4 semaines (Lang et coll., 2011).

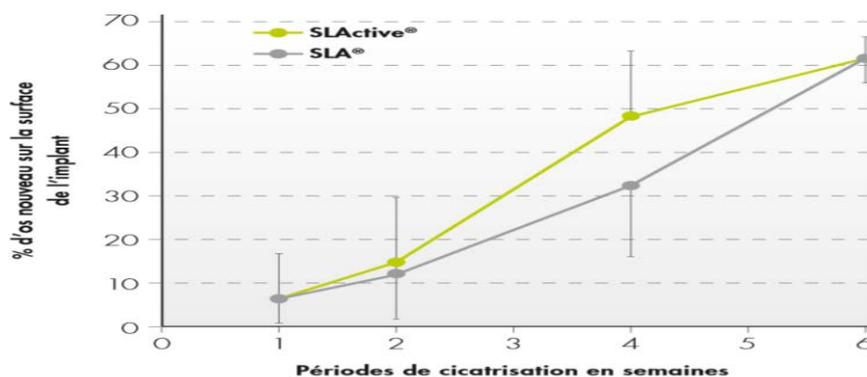


Figure 5 : COI significativement plus important pour les surfaces SLActive® à 4 semaines (source : Lang et coll., 2011).

La surface SLActive® améliore les interactions ostéoblastes-surface et cellules-surface, et favorise la maturation osseuse (© Institut Straumann AG, 2014c).



Figure 6 : Degré supérieur de minéralisation des cellules osseuses avec la surface SLActive® à 21 jours (source : © Institut Straumann AG, 2014c).

- Cicatrisation optimisée

Le délai de cicatrisation recommandé pour un implant SPS avant une mise en charge est de 10 à 12 semaines (© Institut Straumann AG, 2014b).

2.5.3. Prédicibilité augmentée

Les défauts osseux tels que les déhiscences osseuses, les fenestrations ou les défauts coronaires circonférentiels peuvent perturber la réussite de l'ostéointégration.

En favorisant la formation d'os significativement plus mature et en quantité élevée, SLActive® induit une augmentation de la hauteur d'os nouveau, une augmentation de l'obturation osseuse et un contact os-implant plus élevé (figure 7).

La stimulation de la régénération osseuse dans les défauts osseux assure une prédicibilité supérieure au traitement implantaire (© Institut Straumann AG, 2014c).

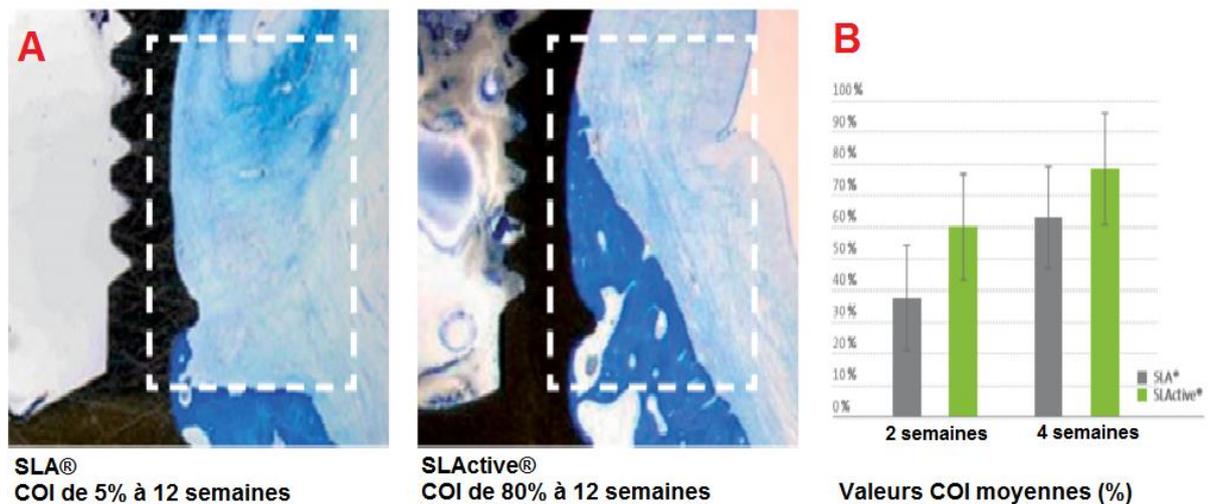


Figure 7 : A : COI plus élevé avec SLActive® dans les défauts de type déhiscence ; B : Valeurs moyennes du COI (%) supérieures avec SLActive® dans les défauts coronaires circonférentiels (source : © Institut Straumann AG, 2014c).

SLActive® favorise l'effet ostéogénique et empêche aussi la résorption osseuse en inhibant la différenciation des ostéoclastes. Cette surface contribue à réduire la perte osseuse marginale au cours de la phase de maintenance (Bang et coll., 2014).

2.5.4. Traitement de patients à la santé fragile

La santé générale influence le succès du traitement implantaire. SLActive® est conçue pour offrir d'autres options thérapeutiques même aux patients dont la santé est plus fragile.

- Diabète

Selon l'OMS, plus de 347 millions de personnes sont diabétiques dans le monde (OMS, 2016a). Des études ont montré que le diabète non traité a des effets négatifs sur l'ostéointégration. Cette dernière étant accélérée par la surface SLActive®, un meilleur pronostic pour le traitement implantaire est possible en présence d'un diabète traité. En effet, nous avons vu que les implants SLActive® ont montré un contact os-implant plus important et une densité osseuse péri-implantaire plus élevée

par rapport aux implants hydrophobes. Ainsi, en cas de diabète, cette surface offre une meilleure prédictibilité (© Institut Straumann AG, 2014c).

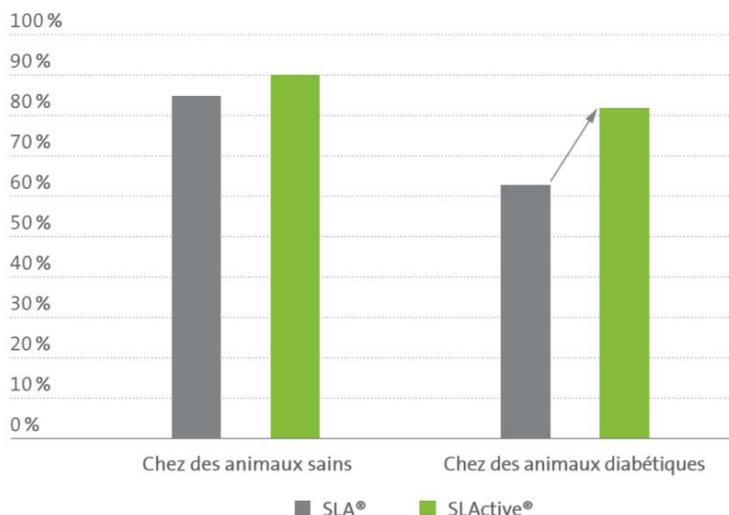


Figure 8 : COI à 90 jours (en %) plus important pour les surfaces SLActive® chez les animaux diabétiques (source : © Institut Straumann AG, 2014c).

- Ostéoporose

Plus de 200 millions de personnes dans le monde souffrent d'ostéoporose. Leur densité minérale osseuse est significativement réduite et compromet la mise en place implantaire. Des études cliniques justifient de plus larges possibilités de traitement avec un os nouveau formé en quantité plus élevée pour les implants traités par une surface SLActive® (© Institut Straumann AG, 2014c).

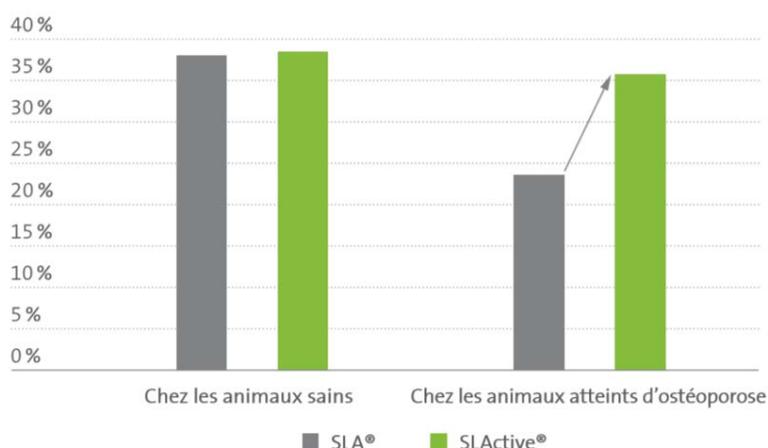


Figure 9 : Taux d'os nouvellement formé à 30 jours (en %) plus élevé pour les surfaces SLActive® chez les animaux atteints d'ostéoporose (source : © Institut Straumann AG, 2014c).

La surface SLActive® a donc naturellement été choisie pour l'implant SPS de 4 mm pour répondre à des situations cliniques difficiles comportant de mauvaises qualités et quantités osseuses.

Cependant, les taux de succès et de survie restent moins bons pour des patients atteints de diabète, d'ostéoporose ou d'os de mauvaise qualité. Il est donc nécessaire que le chirurgien évalue attentivement la situation clinique et informe le patient avant de prendre une décision de traitement (© Institut Straumann AG, 2014b).

2.6. Titane-zirconium (Roxolid®)

Les propriétés biocompatibles de l'alliage Ti6Al4V sont potentiellement moins bonnes pour devenir une sélection en vigueur pour toutes les situations cliniques. Des études ont montré une plus grande difficulté pour obtenir une rugosité de surface optimale avec ce matériau (Anchieta et coll., 2014 ; Kämmerer et coll., 2014). Un alliage alternatif a donc été développé avec 13-17% de zirconium et 83-87% de titane.

Ce biomatériau commercialisé sous le nom de Roxolid® par Straumann présente des propriétés mécaniques comparables à ceux du Ti6Al4V, et présente une réponse biologique au moins aussi biocompatible que le titane pur et, dans certains cas, semblent avoir une biocompatibilité supérieure (Anchieta et coll., 2014).

Roxolid® est un matériau conçu spécifiquement pour l'utilisation en implantologie dentaire. Il a d'abord été introduit pour les implants de faible diamètre en montrant une résistance au stress plus élevée que les implants en titane pur.

Les alliages contenant du zirconium présentent une meilleure résistance à la corrosion. Une plus grande stabilité mécanique et une résistance à la fatigue supérieure par rapport au titane pur ont également été démontrées pour les implants en Roxolid®. Ce matériau peut convenir aux implants exposés à des contraintes mécaniques élevées (Gottlow et coll., 2012).

Grandin et coll. en 2012 révèlent une résistance des implants TiZr jusqu'à 40% de plus que celle du titane écroui de grade 4.

Les tests mécaniques effectués par Straumann prouvent également une résistance au déchirement significativement supérieure par rapport au titane recuit ou écroui (figure 10), et une meilleure résistance à la fatigue dynamique.

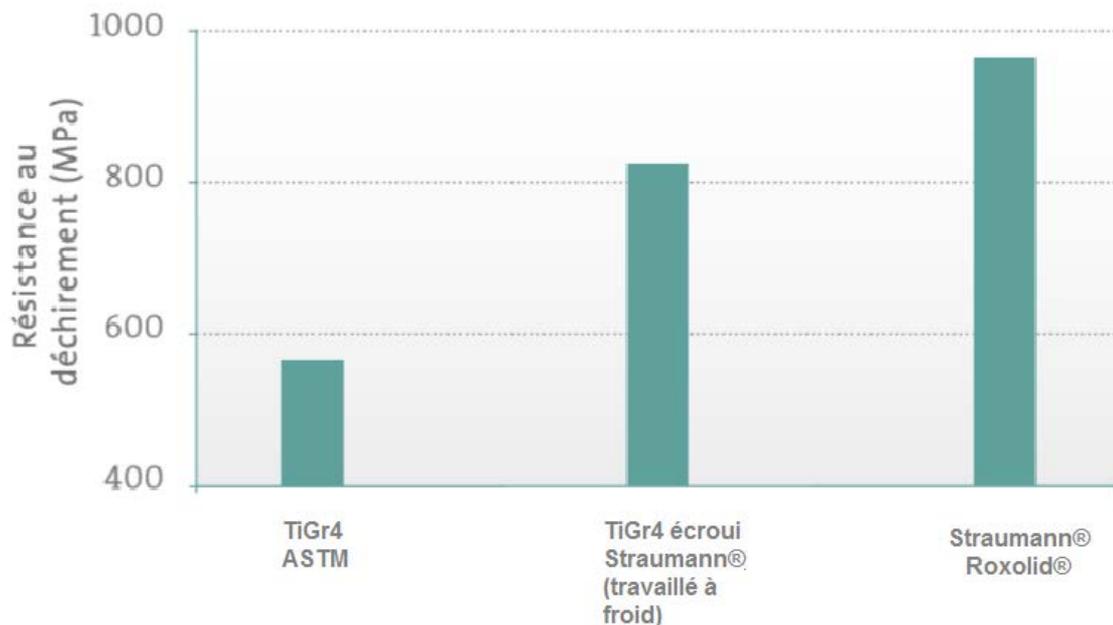


Figure 10 : Résistance au déchirement significativement supérieure de Roxolid®, plus ou moins 75% par rapport au titane recuit et 20% par rapport au titane écroui (source : © Institut Straumann AG, 2013b).

La solidité étant améliorée, une plus grande « marge de sécurité » concernant la déformation ou la fracture des implants est permise (© Institut Straumann AG, 2013b).

Roxolid®, matériau de choix pour les implants de petit diamètre peut également s'imposer pour les autres implants à surface réduite.

L'alliage de titane utilisé et le traitement de surface sont étroitement liés dans la réussite du traitement implantaire.

Pour les implants en Roxolid® avec une surface SLActive®, les valeurs de couple de retrait plus élevées montrent de meilleures capacités d'ostéointégration. Cela peut traduire une meilleure qualité osseuse autour des implants en Roxolid® (Gottlow et coll. en 2012 ; Wen et coll. en 2013 ; © Institut Straumann AG, 2013a).

Les implants en Roxolid® SLActive® peuvent potentiellement compenser la défaillance du système de cicatrisation osseuse. Ce qui est essentiel dans les sites de mise en place des implants de 4 mm (© Institut Straumann AG, 2013a ; Wen et coll., 2014).

L'association Roxolid® SLActive® réunit à la fois une résistance mécanique élevée et des propriétés d'ostéo-conductivité.

2.7. Manipulation facilitée

2.7.1. Porte-implant Loxim™

Tableau 5 : Caractéristiques et avantages du porte-implant Loxim™ (d'après : © Institut Straumann AG, 2014d).

CARACTÉRISTIQUES

Système clipsé ...

Couleur bleue ...

Dimensions compactes ...

Repères de hauteur ...

Point de rupture prédéterminé ...



AVANTAGES

... pour une dépose aisée sans contre-manceuvre

... pour une grande visibilité

... pour faciliter l'accès

... pour positionner l'implant correctement

... pour protéger la configuration interne de l'implant

Les implants Straumann® Roxolid® sont livrés avec le porte-implant Loxim™ qui se clipse à l'implant. Sa conception permet une manipulation facile sans contre-manœuvre et une protection contre un couple excessif.

La pièce de transfert Loxim™ est pré-montée pour une utilisation simple qui garantit la sécurité du transport dans la bouche (© Institut Straumann AG, 2014d).

2.7.2. Kit chirurgical



Figure 11 : Straumann a conçu un kit chirurgical pour toutes les gammes d'implants du *Straumann® Dental Implant System*. Les forets, tarauds et guides de parallélisme ont été adaptés aux implants SPS avec des repères de profondeur (source : © Institut Straumann AG, 2014a).

3. Description de l'implant ultracourt Twinkon® 4

(© Global D. Twinkon® 4)

3.1. Généralités

L'implant Twinkon® 4 est un implant ultracourt d'une longueur de 4 mm disponible en deux diamètres : 4 mm ou 4,5 mm.

La mise sur le marché faite par Global D à la fin de l'année 2013 a été scientifiquement validée par plusieurs études cliniques menées en partenariat avec des universités italiennes (Charbonnier, 2013).



Figure 12 : Dimensions détaillées de l'implant Twinkon® 4 (source : © Global D. Twinkon® 4).

3.2. Tissue creeping profile®

La conception de l'implant est faite pour assurer la formation d'un joint muqueux. Pour cela, un col concave, solidaire de l'implant est en contact avec la muqueuse : Le *Tissue creeping profile*® (figure 13).

Cette partie a un diamètre de 2,7 mm et une hauteur de 1,5 mm (figure 12).

Le col concave est situé juste au-dessus de la table osseuse et favorise la formation d'un joint conjonctif protecteur épais pour l'obtention d'une trophicité péri-implantaire

accrue (figure 14) : La table osseuse est plus large, le volume périphérique de tissus conjonctifs plus épais et la gestion du profil d'émergence plus harmonieuse.

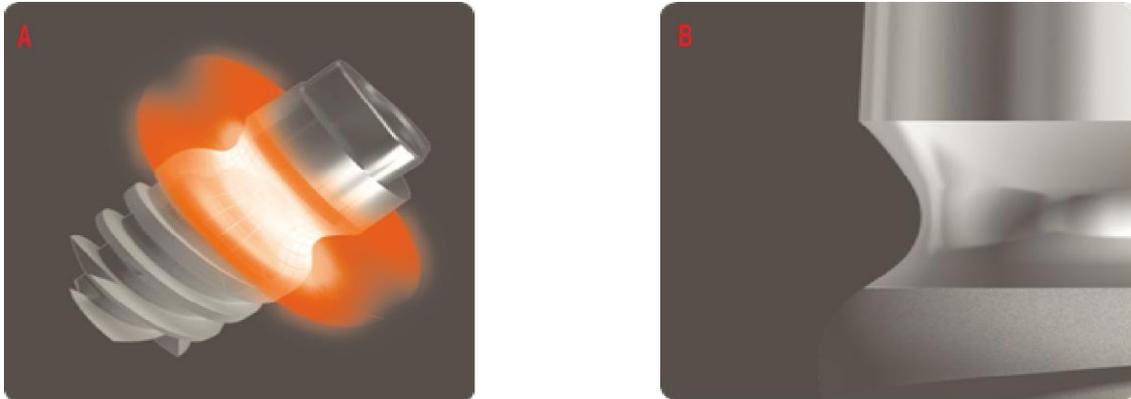


Figure 13 : A : *Tissue creeping profile*® ; B : Épaulement progressif infra-crestal du col permettant le sertissage tissulaire de l'implant (source : © Global D. Twinkon® 4).

Cette conception est destinée à préserver le capital osseux résiduel.

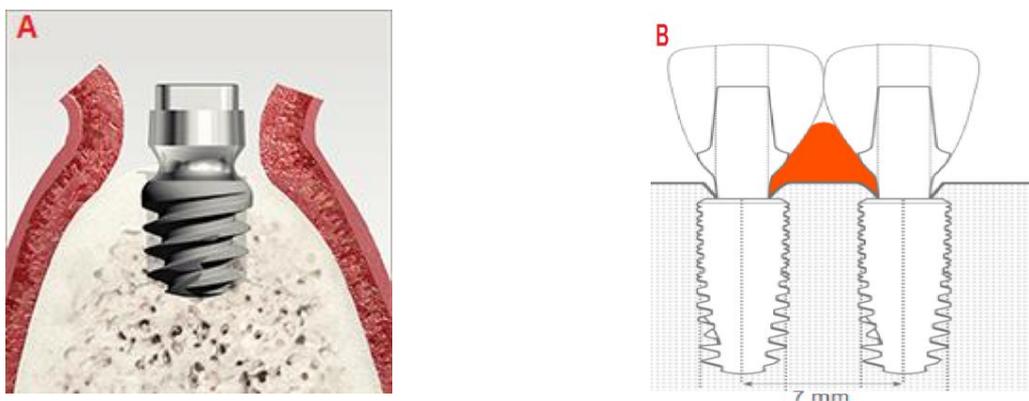


Figure 14 : A : L'épaulement de l'implant est placé légèrement en position sous-crestal pour permettre le sertissage osseux ; B : Le dôme muqueux représenté en orange objective une trophicité péri-implantaire accrue (source : © Global D. Twinkon® 4).

3.3. Connexion cône à friction externe

Le Twinkon® 4 est muni d'une connexion de type cône à friction externe surmontée d'une indexation trilobée (figure 15). Ceci permet de faciliter le repositionnement des composants prothétiques angulés ou modifiés par le laboratoire de prothèse.

Cette connexion est efficace sur le plan mécanique et parodontal.

Le pilier prothétique est enchâssé sur le cône externe de 5° qui assure une distribution uniforme des forces occlusales sur l'interface prothétique.

La réduction de micromouvements délétères contribue à l'herméticité antibactérienne et à la résistance de l'assemblage à la fatigue.

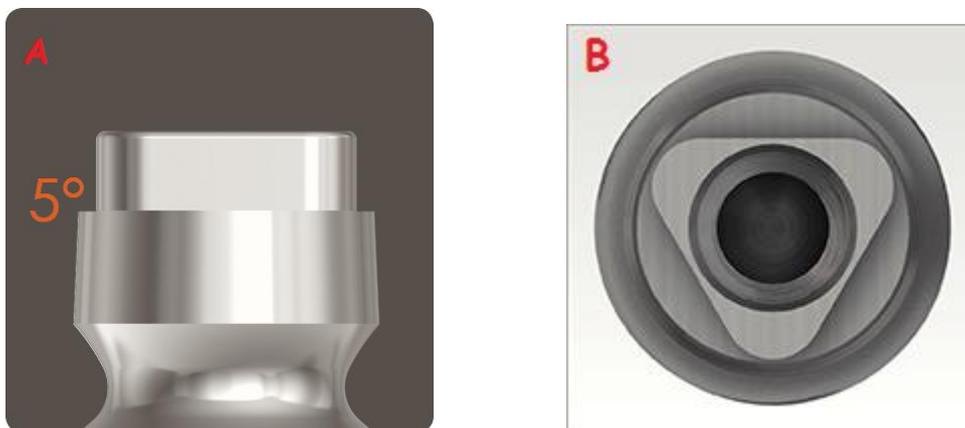


Figure 15 : A : Cône externe de 5° ; B : Indexation trilobée (source : © Global D. Twinkon® 4).

3.4. Profil apical rétentif

L'apex du Twinkon® 4 est travaillé avec un triple évent taraudant. Le filetage profond est pénétrant pour garantir une surface d'appui optimisée. Ainsi un ancrage primaire est immédiat.



Figure 16 : Profil apical rétentif avec un triple événement taraudant (source : © Global D. Twinkon® 4).

3.5. Alliage de titane et surface sablée mordancée SA²

Le titane allié grade 5 ou TiAl6V4 offre d'excellentes propriétés mécaniques et un module d'élasticité intéressant. Il est reconnu pour être biocompatible et reste un matériau de choix pour le secteur médical. Sa résistance à la traction est 50% supérieure au titane de grade 4. Ce matériau a donc été choisi pour un assemblage mécanique fiable avec des composants biocompatibles qui favorisent la trophicité péri-implantaire (© Global D, « Arsenal thérapeutique »).

Le traitement SA² (pour *Sandblasted, double Acid-etched*) donne une surface sablée et mordancée par une double attaque acide.

La topographie de surface obtenue est proche de la surface SLA (figure 17).

Le double niveau de rugosité et la mouillabilité accrue permettent une ostéogénèse de contact à 3 semaines. Mais le délai de cicatrisation recommandé pour un implant Twinkon® 4 avant une mise en charge est de 4 mois.

Les mesures de rugosité confirment que le traitement SA² est favorable à une réponse cellulaire pour l'ostéointégration de l'implant.

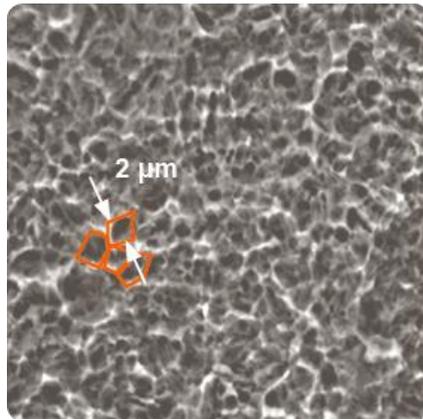


Figure 17 : Image par microscopie électronique à balayage montrant la rugosité inférieure à 2 μ m d'un implant Tekka avec le traitement SA² (source : © Global D. Twinkon® 4).

3.6. Manipulation facilitée

3.6.1. Porte-implant



Figure 18 : L'implant Twinkon® 4 est livré avec son porte-implant pour une manipulation aisée.

L'intégrité de la connexion lors du vissage de l'implant dans l'os est préservée.

Le porte-implant permet également de valider l'adéquation de l'axe d'émergence avec le couloir prothétique de la future restauration (source : ©Global D. Arsenal thérapeutique).

3.6.2. Kit chirurgical

Une trousse chirurgicale a été spécialement conçue pour l'implant Twinkon® 4.

La pose implantaire est facilitée par des forets à butée intégrée (figure 19). Ainsi le travail est sécurisé et le geste chirurgical maîtrisé. Cela permet d'éviter d'endommager les éléments anatomiques, comme le risque de lésion du nerf alvéolaire inférieur.

De plus, à l'aide de ces butées, le protocole chirurgical est parfaitement reproductible.



Figure 19 : Foret à butée intégrée
(source : © Global D. Twinkon® 4).

4. Tableau comparatif des implants de quatre millimètres

Les implants de 4 mm sont les implants vissés les plus courts sur le marché.

Deux sociétés, Straumann et Global D, ont mis au point deux implants transmuqueux d'une longueur de 4 mm, différents sur leur conception mais pour obtenir un même résultat : leur pérennité.

Tableau 6 : Description des deux implants de quatre millimètres.

| | SPS | Twinkon® 4 |
|---|-----------------------------------|---|
| Morphologie | | |
| Col | Lisse de 1,8 mm Épaulement 45° | Concave de 1,5 mm Épaulement infra-crestal |
| Apex | Passif/Arrondi | Travaillant/Sécant |
| Connexion | Interne | Externe |
| Spires | Filetage BL 0,8 mm | Triple évent taraudant |
| Diamètres existants | RN 4,1 mm ; 4,8 mm WN 4,8 mm | 4 mm 4,5 mm |
| Matériau | TiZr | TiAl6V4 |
| Traitement de surface | SLActive® | SA ² |
| Délai cicatrisation avant mise en charge | 10-12 semaines | 16 semaines |

Chapitre 2 : INDICATIONS ET AVANTAGES

1. Indications générales des implants ultracourts

1.1. Principales populations concernées

1.1.1. Population vieillissante

L'espérance de vie continue d'augmenter en partie grâce à l'avancée des sciences. Selon l'INSEE, elle représente en moyenne en France 80 ans pour les hommes et 85,6 ans pour les femmes. Ces données sont issues de la projection faite pour la période de 2015 à 2020.

La population mondiale vieillit donc fortement. Entre 2000 et 2050, la proportion de la population mondiale de plus de 60 ans aura doublée pour passer d'environ 11% à 22%. Le nombre absolu de personnes âgées de 60 ans et plus devrait s'amplifier, passant de 65 millions à deux milliards au cours de la même période (OMS, 2016b). Ces données nous confrontent à avoir de plus en plus de patients présentant des mandibules fortement résorbées avec de l'os en quantité limitée et en mauvaise qualité (© Institut Straumann AG, 2014a).

La population vieillissante est la principale population concernée par l'usage des implants de quatre millimètres.

1.1.2. Cancers de la sphère ORL

Les patients atteints de cancer de la sphère ORL pourraient être des candidats potentiels aux implants ultracourts. En effet, ceux soignés par chirurgie d'exérèse se retrouvent avec de sévères pertes de substances. Mais la prudence est de rigueur pour ceux traités par radiothérapie. La décision est le fruit d'une concertation pluridisciplinaire.

1.2. Déficit osseux

1.2.1. Quantité/Volume osseux

La perte du volume osseux est principalement liée aux résorptions post-extractionnelles, notamment à l'édentement prolongée, mais aussi aux contraintes prothétiques ou à la maladie parodontale.

Dans le sens transversal, la résorption est centripète au maxillaire et centrifuge à la mandibule.

Au maxillaire la perte de hauteur est en moyenne de 3 mm sur une période de 25 ans. À la mandibule elle peut aller jusqu'à 10 mm.

La perte moyenne est de 0,1 mm par an au maxillaire et de 0,4 mm à la mandibule. Cela dépend de chaque individu, de ses facteurs hormonaux, nutritionnels et de l'état de santé général de chacun (Sadoul, 2013).

Pour limiter la résorption osseuse, l'acte chirurgical doit être atraumatique et le port de prothèses transitoires adaptées réduit ce phénomène physiologique.

Le volume osseux vertical disponible détermine la longueur maximale de l'implant, et la largeur de la crête osseuse détermine le diamètre maximal de l'implant pouvant être placé.

La planification préopératoire est obligatoire. Les examens radiographiques en trois dimensions (CBCT) permettent d'analyser le déficit osseux et vont aider dans le choix du type d'implant, du diamètre et de la longueur adéquats (d'après : © Institut Straumann AG, 2015).

Si le volume osseux n'est pas suffisant, l'alternative aux thérapeutiques d'augmentation osseuse est l'utilisation d'implants plus courts.

L'emploi des implants de quatre millimètres se fait pour toutes les situations avec atrophie osseuse sévère où les implants plus longs ne peuvent pas être placés.

1.2.2. Qualité/Densité osseuse

La qualité de l'os est évaluée en fonction de la densité osseuse existante.

La classification osseuse de Lekholm et Zarb de 1985 est toujours en vigueur pour distinguer quatre types de qualités osseuses (Berdougo et coll., 2010) :

Classe I : Constituée presque exclusivement d'os cortical très dense, retrouvé principalement au niveau de la région symphysaire mandibulaire.

Classe II : Os cortical épais entourant un noyau d'os spongieux à trabéculations denses, retrouvé principalement dans la région des prémolaires maxillaires.

Classe III : Fine corticale osseuse entourant un os spongieux à trabéculations denses, retrouvée principalement dans le secteur postérieur mandibulaire et antérieur maxillaire.

Classe IV : Fine corticale osseuse entourant un os spongieux peu dense, retrouvée dans la région postérieure maxillaire.

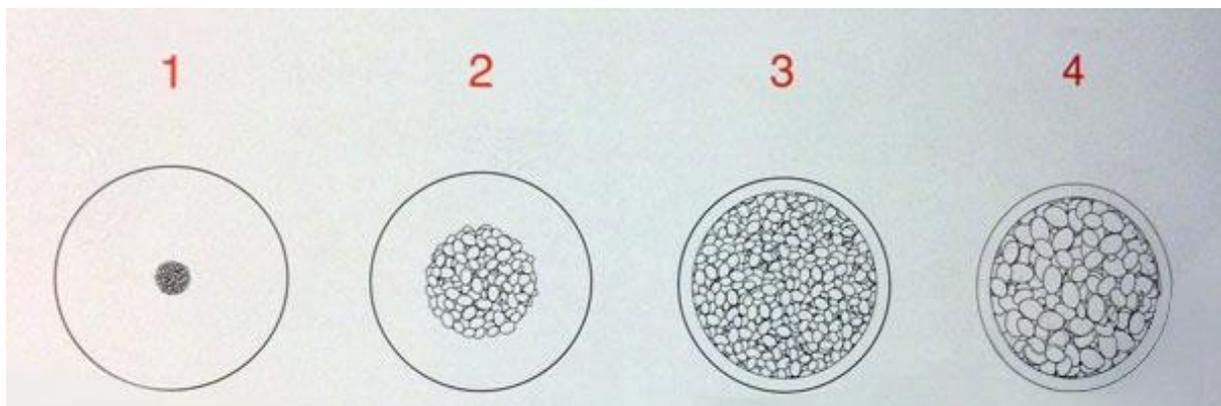


Figure 20 : Schéma représentant les quatre types d'os selon la classification de Lekholm et Zarb de 1985 (d'après : Propdental).

En présence d'os très dense, un taraudage est essentiel avant la pose implantaire, afin de conserver le couple d'insertion dans la fourchette recommandée.

Les taux de succès et de réussite à long terme sont moins bons dans un os de mauvaise qualité osseuse.

La densité osseuse rencontrée dans les zones postérieures maxillaires est la moins favorable à la chirurgie implantaire.

1.3. Proximité avec le canal mandibulaire et le foramen mentonnier

Pour rappel, le nerf alvéolaire inférieur se dirige en avant dans le canal mandibulaire, en position inférieure sous les racines des dents mandibulaires. Il se divise en deux rameaux terminaux pour donner le nerf incisif et le nerf mentonnier.

Le nerf mentonnier sort de la mandibule par le foramen mentonnier. Ce dernier se trouve sur le côté extérieur du corps de la mandibule, dans la zone des prémolaires. Dans le sens vertical, le trou mentonnier se positionne environ à mi-hauteur de la mandibule chez l'adulte denté, dans le tiers inférieur chez l'enfant, et dans le tiers supérieur chez l'adulte édenté. Son émergence peut être double. Chez le patient édenté depuis de nombreuses années, le trou mentonnier peut se situer directement sur le corps de la mandibule, suite à la résorption complète en hauteur du processus alvéolaire. Par conséquent, dans les cas présentant une perte osseuse verticale dans la région prémolaire de la mandibule, la prudence est de rigueur pour ne pas léser le nerf (Arx, 2013).

Une marge de sécurité est à respecter pour ne pas léser les zones anatomiques. Il faut donc se placer 2 mm au-dessus du canal mandibulaire. En fonction de sa localisation, il faut également respecter une distance de sécurité avec l'émergence du trou mentonnier.

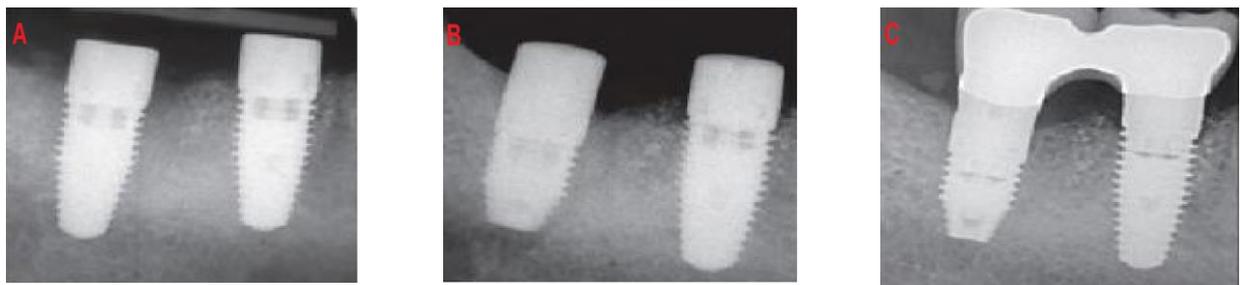


Figure 21 : A : Implant en position 47 faisant effraction dans le canal mandibulaire ; B : Dépose de l'implant trop long et positionnement d'un implant plus court et de plus gros diamètre ; C : Restauration prothétique des implants posés. L'effraction n'a montré aucune suite pathologique (d'après : Davarpanah et coll., 2012).

Dans les cas où la surface osseuse est compromise, la transposition piézochirurgicale du nerf alvéolaire inférieur n'est pas la seule alternative aux procédures d'augmentation osseuse.

Les implants de quatre millimètres vont pouvoir être indiqués en évitant des procédures complexes sans léser les structures anatomiques.

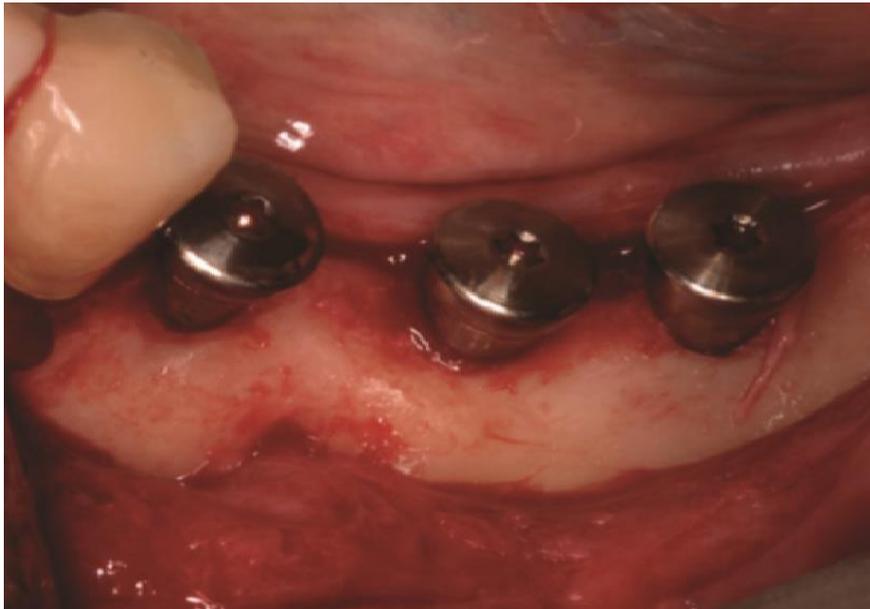


Figure 22 : Mise en place de trois implants de 4 mm à proximité du foramen mentonnier (source : Slotte et coll., 2015).

1.4. Proximité avec le sinus maxillaire

L'os maxillaire est creusé d'une cavité pneumatique, le sinus maxillaire, qui occupe sa majeure partie.

La zone postérieure maxillaire édentée présente souvent un os peu abondant et de très faible densité dont la proximité avec le sinus compromet la pose d'implants (Berdougo et coll., 2010).

La mise en place d'implants courts est indiquée comme une bonne alternative aux techniques de greffe sinusienne qui impliquent plus de complications (Marcelat, 2015 ; Nisand et coll., 2015).

Néanmoins, les fabricants des implants SPS et Twinkon® 4 ne recommandent pas leur usage pour une implantation sous-sinusienne car la moins bonne qualité osseuse compromet leur réussite.

Pourtant, l'étude du Dr Felice et ses collaborateurs démontre la réussite des implants Twinkon® 4 dans les zones sous-sinusiennes sur une période d'un an (figure 23) (Esposito et coll., 2015 ; Felice et coll., 2016).

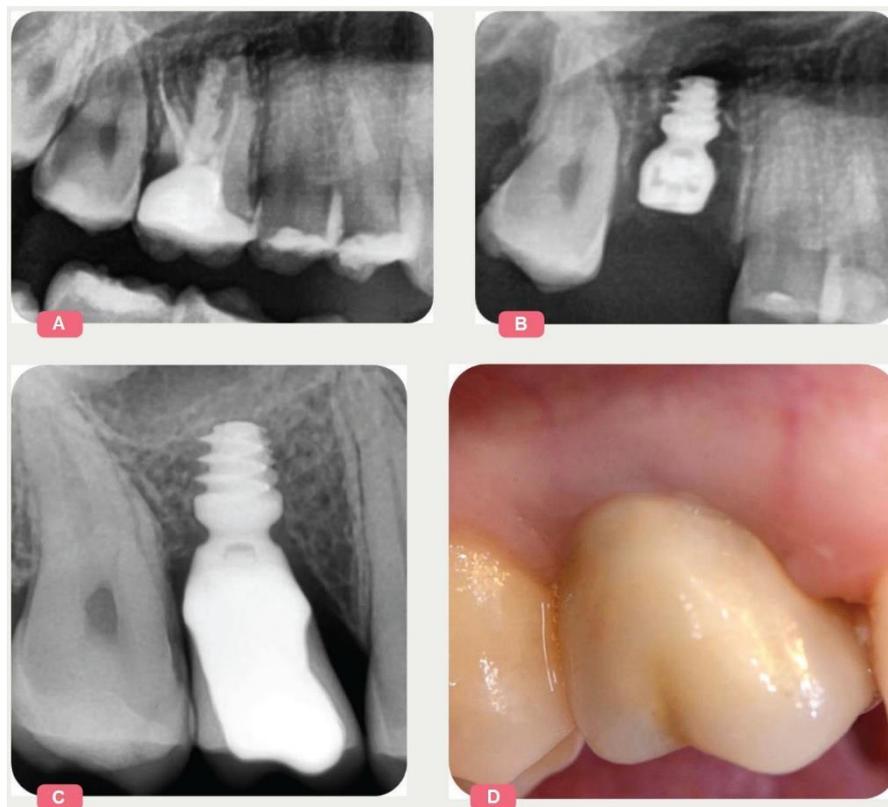


Figure 23 : A : Radiographie de la molaire à extraire ; B : Mise en place de l'implant Twinkon® 4 ; C : Radiographie un an après la mise en charge ; D : Photo un an après la mise en charge de la prothèse (source : Le fil dentaire, 2015).

Cette étude est décrite au 3^e chapitre et représente encore actuellement un essai multicentrique contrôlé et randomisé.

Des implants de 5 mm de long ont déjà été placés dans la zone postérieure maxillaire (Nisand et coll., 2015) et les implants ultracourts les plus couramment utilisés sont de 6 mm (Rossi et coll., 2010).

La nouvelle optique thérapeutique moins invasive laisse prévoir le placement des implants de 4 mm dans cette zone, mais des essais plus importants sont nécessaires pour établir des recommandations fiables (Calvo-Guirado et coll., 2015 ; Esposito et coll., 2015 ; Felice et coll., 2016).

2. Traitements des implants ultracourts de quatre millimètres

2.1. Prothèse amovible

2.1.1. Édentement complet

L'utilisation des implants ultracourts SPS pour la stabilisation d'une prothèse complète doit en comprendre au moins deux.



Figure 24 : Illustration présentant deux implants Straumann® de 4 mm en postérieur associés à deux implants antérieurs plus longs (source : © Institut Straumann AG, 2014a).

2.1.2. Édentement partiel

Peu d'informations ont été publiées sur le domaine de la prothèse amovible partielle supra-implantaire du fait de paramètres biomécaniques plus complexes et de l'absence de consensus quant au positionnement des implants. Cependant, elle peut être une solution thérapeutique quand une prothèse fixée n'est pas envisageable et lorsque les conditions ne permettent pas d'incorporer des implants en nombre et répartition adéquats (Gherson, 2014).

Aucune étude à ce jour n'a été retrouvée utilisant les implants de 4 mm pour stabiliser une prothèse amovible partielle et aucune recommandation n'est faite par les fabricants, car, pour tous les avantages que nous connaissons la prothèse fixe reste privilégiée.

2.2. Prothèse fixe

2.2.1. Unitaire

Plusieurs publications rapportent que le taux de survie des implants ultracourts de 6 ou 8 mm supportant une couronne unitaire est favorable et comparable avec des implants plus longs (Calvo-Guirado et coll., 2015 ; Lai et coll., 2013).

Mais dans les instructions des fabricants, il n'y a pas de recommandations de mise en place d'un implant de 4 mm pour la restauration d'une prothèse unitaire (© Global D. Twinkon® 4 ; © Institut Straumann AG, 2014b).

Le cas du Dr. Felice et ses collaborateurs (figure 23) utilisant un implant Twinkon® 4 pour compenser un édentement unique chez 32 patients constitue encore un essai. Cette étude, décrite au 3^e chapitre, doit avoir un suivi plus long pour valider la pérennité de l'implant et il faut un plus grand nombre de cas statistiquement significatif pour en faire une recommandation fiable.

2.2.2. Plurale

Un implant SPS peut supporter un bridge s'il est associé à au moins un implant plus long antérieur.



Figure 25 : Illustration d'un implant postérieur Straumann® de 4 mm et un implant plus long antérieur mis en place pour la réhabilitation d'un bridge (source : © Institut Straumann AG, 2014a).

La stabilisation d'une prothèse plurale avec un implant par unité est possible avec des implants SPS ou Twinkon® 4 en solidarissant chaque unité par l'armature prothétique.



Figure 26 : Illustration de trois implants de 4 mm en position 35, 36 et 37 (source : © Institut Straumann AG, 2014a).

3. Synthèse de l'usage prévu pour les implants de quatre millimètres

Les indications cliniques des implants de 4 mm recommandées par les fabricants se limitent à des reconstructions fixes ou amovibles dans les mâchoires sévèrement atrophiées et de bonnes qualités osseuses (© Institut Straumann AG, 2014b).

Les recommandations spécifiques de l'usage des implants SPS (© Institut Straumann AG, 2014b) sont :

- Prothèse fixe plurale où les éléments prothétiques sont solidarisés (un implant par élément) ;
- Bridge en association avec au moins un implant plus long ;
- Prothèse amovible complète avec au minimum deux implants de 4 mm associés à deux implants plus longs antérieurs.

Pour les implants Twinkon® 4, le fabricant préconise leur usage pour les implantations fixes plurales sur le secteur rétro-mandibulaire (© Global D. Twinkon®4).

4. Avantages des implants ultracourts

Les avantages sont liés à l'absence de procédures invasives.

4.1. Réduction des complications opératoires

4.1.1. Absence de techniques complexes

- Absence de procédures d'augmentation osseuse

Les greffes de comblement des secteurs sinusiens maxillaires, les greffes d'apposition latérales et/ou verticales, la régénération osseuse guidée et l'ostéogénèse par distraction progressive sont des procédures d'augmentation osseuse permettant la mise en place d'implants plus longs.

Pour la plupart, ces chirurgies additionnelles fonctionnent et leur bien-fondé n'est pas contestable. Seulement, ce sont des techniques plus exigeantes non pratiquées par tous. Elles sont plus invasives et peuvent être associées à une morbidité postopératoire importante (Calvo-Guirado et coll., 2015 ; Slotte et coll., 2012 et 2015).

Le taux de complications dans certaines procédures d'augmentation osseuse est encore trop élevé pour en recommander l'utilisation généralisée (Pistilli et coll., 2014).

Avec les implants de 4 mm, un plus grand nombre de candidats au traitement implantaire permet d'éviter d'adresser les patients pour des chirurgies plus difficiles. De plus, les interventions d'augmentations osseuses dans ces zones peuvent parfois échouer, entraînant un retour à la situation initiale de l'atrophie voire pire, et peuvent conduire à la perte de la coopération du patient (Pistilli et coll., 2014).

Les implants de 4 mm sont donc une alternative fiable aux reconstructions osseuses verticales peu prédictibles pour les secteurs des mandibules atrophiées (figure 27) (Global D. Twinkon® 4).

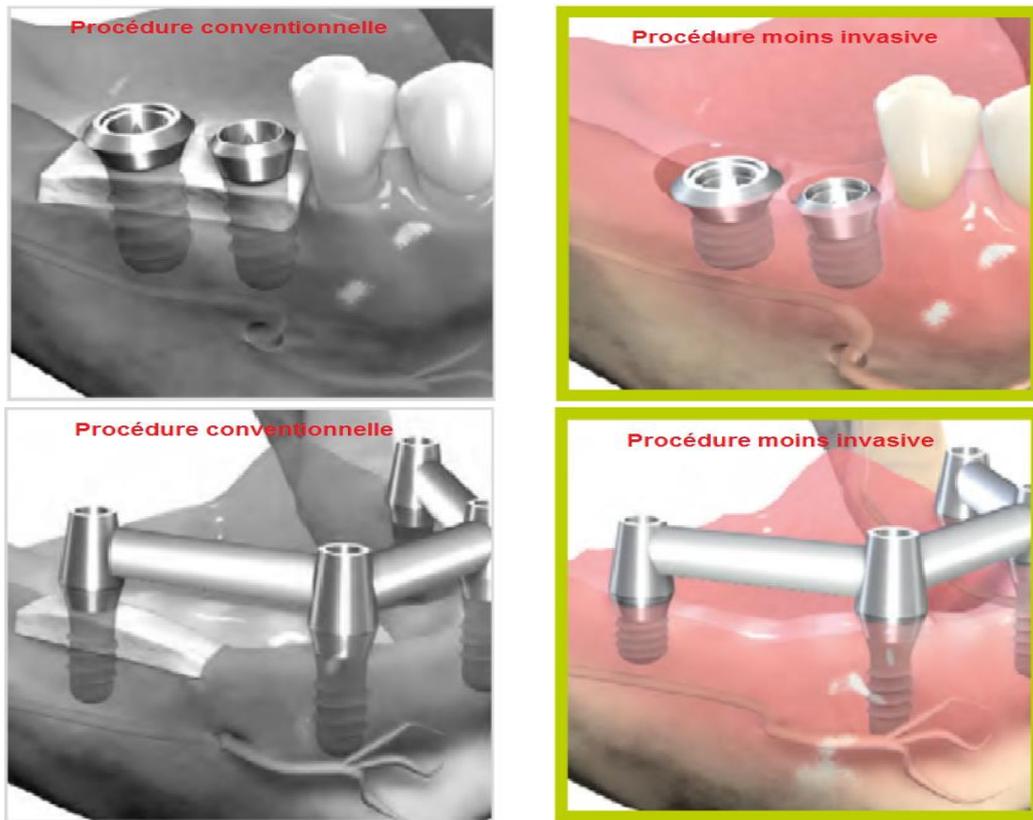


Figure 27 : Illustrations présentant des implants ultracourts de 4 mm réduisant le caractère invasif et la complexité des traitements (d'après : © Institut Straumann AG, 2013b).

- Absence de repositionnement du nerf alvéolaire inférieur

La transposition piézochirurgicale du nerf alvéolaire inférieur est une procédure complexe avec un risque élevé de perturbations sensorielles (Burghard, 2012).

- Absence d'utilisation d'implants non conventionnels : implants angulés, zygomatique, ptérygoïde

4.1.2. Réduction des risques opératoires

Lorsque les recommandations sont respectées, l'usage d'implants ultracourts permet de réduire :

- Le risque de perforation de la membrane de Schneider du sinus maxillaire ;
- Le risque de lésion du nerf alvéolaire inférieur ;
- Le dégagement de chaleur durant l'ostéotomie.

La préparation du site osseux pour des longueurs plus courtes permet d'éviter des dommages au tissu osseux induits par la chaleur (Slotte et coll., 2015).

4.2. Diminution de la durée de traitement

Les interventions préparatoires permettant la pose d'implants plus longs nécessitent des séances opératoires supplémentaires et augmentent la durée globale du traitement.

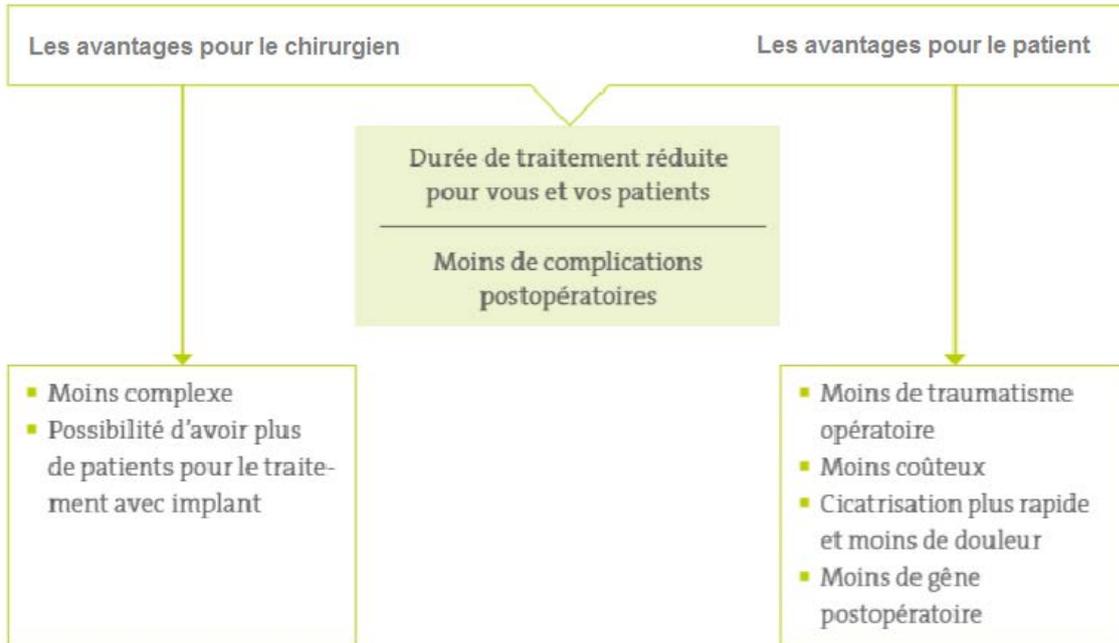
Une diminution générale de temps est plus acceptée par les patients, et permet de réduire les complications post-opératoires et de préserver les structures implantaires et avoisinantes vitales. La cicatrisation est plus rapide et le patient a moins de gênes et de douleurs postopératoires (Calvo-Guirado et coll., 2015 ; Slotte et coll., 2012 et 2015).

4.3. Réduction du coût

L'absence de procédures préalables fait bénéficier un moindre coût au patient (Calvo-Guirado et coll., 2015 ; Slotte et coll., 2012 et 2015).

4.4. Synthèse des avantages de quatre millimètres

Tableau 7 : Récapitulatif des avantages des implants de 4 mm par rapport aux procédures invasives (d'après : © Institut Straumann AG, 2013b).



Chapitre 3 : TAUX DE RÉUSSITE

1. Facteurs de risque

Hors tout critère général ou local habituellement contre-indiqué à la pose d'un implant, des facteurs de risque peuvent influencer négativement leur taux de succès. La mauvaise qualité osseuse peut altérer la stabilité primaire et risquer une mobilité et une perte implantaire.

Des paramètres individuels tel que le diabète non contrôlé, le bruxisme sévère, l'abus de tabac, les troubles métaboliques osseux comme l'ostéoporose, les antécédents d'irradiation de la sphère ORL et la grossesse peuvent altérer la pérennité des implants.

Le chirurgien doit évaluer attentivement la situation clinique et éclairer le patient avant de prendre une décision de traitement (© Institut Straumann AG, 2014b).

2. Limites cliniques des implants ultracourts

2.1. Biomécanique

Pour rappel, la partie crestale du corps de l'implant est la plus impliquée dans le soutien de la charge. Moins de stress est transmis à la partie apicale. C'est la base biomécanique pour l'utilisation d'implants courts. La contrainte maximale de l'os est pratiquement indépendante de la longueur de l'implant contrairement à la largeur (Anitua et coll., 2015 ; Calvo-Guirado et coll., 2015).

2.1.1. Bras de levier important entre couronne et crête alvéolaire

Après avoir appliqué une force occlusale, la couronne de l'implant agit comme bras de levier. Ce qui provoque un stress sur l'os crestal menant éventuellement à une perte osseuse marginale (figure 28) (Anitua et coll., 2015).

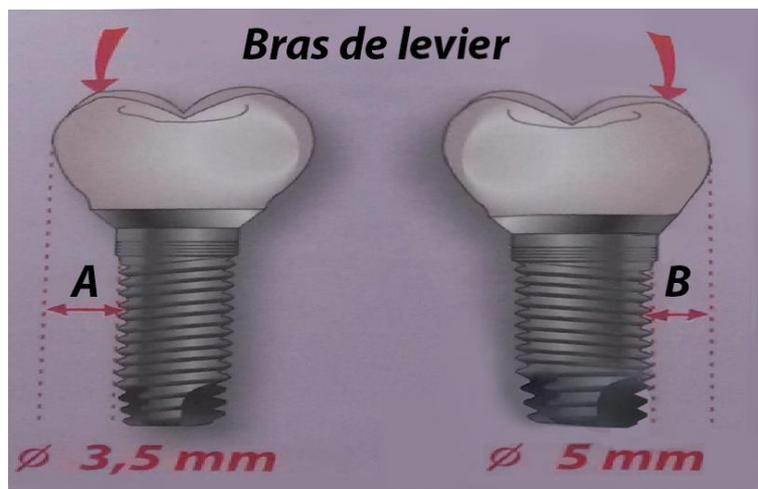


Figure 28 : Schéma montrant l'application d'une force sur la couronne qui agit comme bras de levier. La distance A étant supérieure à la distance B, le moment des forces exercées sur l'implant de diamètre 3,5 mm est supérieur. Un risque de fracture en fatigue est plus élevé par rapport à l'implant de plus gros diamètre (source : Davarpanah et coll., 2012).

La surface de la couronne ne doit pas être trop large pour le col de l'implant afin d'éviter des contraintes trop élevées. Il faut donc augmenter le diamètre des implants pour diminuer les tensions et diminuer le risque de fracture en fatigue (figure 28) (Davarpanah et coll., 2012).

Les rapports couronne/implant étant perturbés lors d'utilisation d'implants courts ($\leq 8,5$ mm), les auteurs préconisent d'augmenter la surface d'ostéointégration autant que possible en utilisant des implants plus larges avec un diamètre d'au moins 4 mm (Schneck et Chapotat, 2013).

2.1.2. Forces occlusales plus lourdes

Les sites postérieurs où sont placés les implants de 4 mm présentent des contraintes occlusales importantes. Le risque de complications mécaniques est supérieur car la concentration des forces est plus grande.

Le respect de l'équilibre occlusal est donc primordial pour éviter les surcharges fonctionnelles. Une surcharge occlusale peut entraîner un stress au-delà du seuil physiologique de l'os et provoquer une nécrose et une perte tissulaire (Slotte et coll., 2015).

2.1.3. Qualité osseuse moins favorable en postérieur

Dans l'os mou, des micromouvements de l'implant supérieurs au seuil de risque ont été démontrés qui pourraient conduire à l'échec de l'ostéointégration. Dans ce type d'os, le faible nombre de trabécules offre une résistance rare au vissage, perdant ainsi une stabilité initiale (Trisi et coll., 2009).

Les implants courts placés dans l'os de type 4 ont donné plus d'échecs. Lai et coll. en 2013 ont fait une étude sur 5-10 ans et ont rapporté un taux de survie de 94,0% pour des implants d'une longueur inférieure à 8 mm, contre 98,3% dans un os de type 1 à 3.

L'insertion d'implants dans un os de moins bonne qualité doit être considérée avec prudence.

D'après les fabricants, il n'est pas recommandé de placer des implants de 4 mm dans un os de type 4 (© Global D. Twinkon® 4 ; © Institut Straumann AG, 2014b).

2.2. Considérations prothétiques

2.2.1. Absence de forces latérales

La prothèse doit être construite de telle sorte que le point d'application de la force soit le plus près possible de l'axe implantaire. Il faut également réduire l'inclinaison des pentes cuspidiennes pour réduire le moment de flexion (figure 29). Ce moment de flexion aussi appelé torque est connu depuis 1983 par les études de Richard Skalak (Pruvost, 2011).

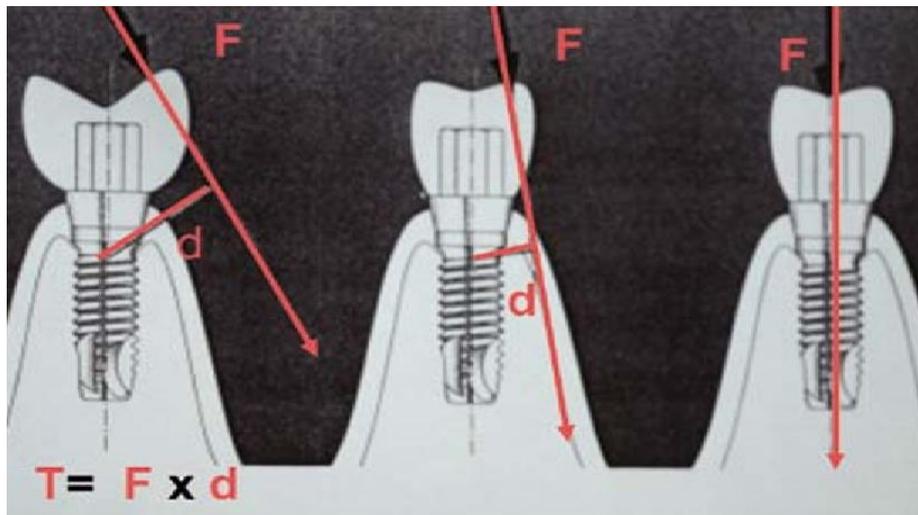


Figure 29 : T = torque en newton.cm ; F = force en newton ; d = distance entre la direction de la force et le centre de gravité de l'implant.

Ce schéma montre un torque diminué lorsque les pentes cuspidiennes sont plus faibles et l'absence de torque lorsque la force appliquée est dans le même axe implantaire (source : Pruvost, 2011).

Une planification minutieuse de la conception prothétique est obligatoire pour éviter une occlusion défavorable et des forces de cisaillement nuisibles.

Le stress sur les implants est réduit en éliminant ou en minimisant les forces latérales sur l'ensemble de la prothèse, et en particulier pour les implants courts (Anitua et coll., 2015).

Pour minimiser les forces latérales, il est recommandé de restaurer les implants de 4mm avec une partie secondaire droite. Il est déconseillé d'utiliser des piliers

angulés, de manière à ne pas créer un moment de flexion. Cela permet d'éviter des inclinaisons de pentes cuspidiennes et des contacts latéraux trop importants (© Institut Straumann AG, 2014b ; Pruvost, 2011).

Les implants de 4 mm exigent un positionnement en parfaite adéquation avec le couloir prothétique (Global D).



Figure 30 : La position du Twinkon® 4 doit se faire dans le couloir prothétique du fait de son col transmuqueux surmonté de sa connexion conique externe (source : Global D).

Le respect des considérations prothétiques est la clé du succès de ces implants. Le schéma occlusal doit être adapté avec une protection en latéralité et une liberté en occlusion centrée (Slotte et coll., 2012).

2.2.2. Absence de cantilever

L'utilisation de cantilever pour les réhabilitations prothétiques a montré une influence négative sur l'os crestal péri-implantaire (Anitua et coll., 2015).

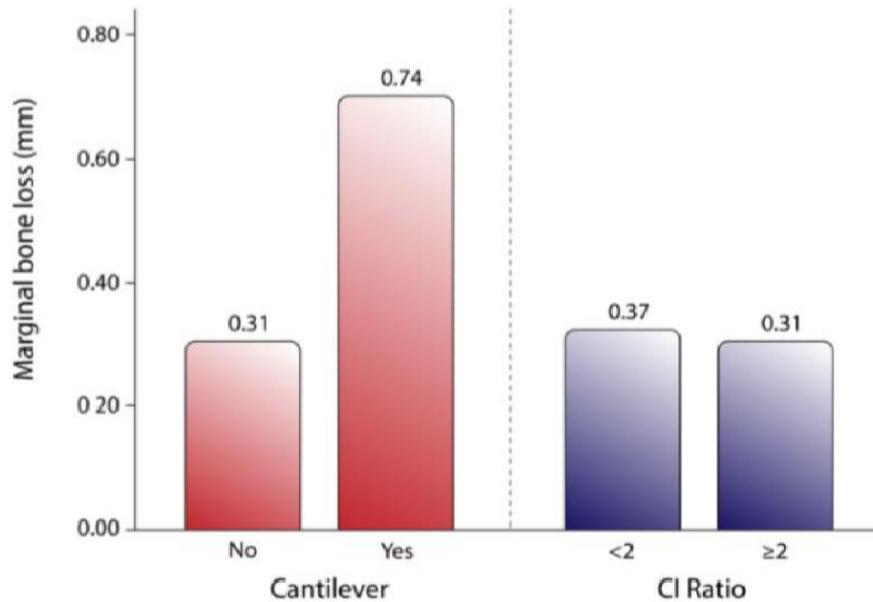


Figure 31 : Perte osseuse marginale statistiquement plus importante en présence de cantilever. L'étude confirme également l'absence de différence significative concernant les variantes de ratio couronne-implant. Ces données sont rapportées un an après la mise en charge d'implants courts compris entre 5,5 et 8,5 mm de long (source : Anitua et coll., 2015).

2.2.3. Solidarisation rigide et passive des implants par l'armature prothétique

L'armature de solidarisation joue un rôle important dans la baisse du stress sur les implants, et notamment pour les implants courts. Une solidarisation rigide et passive améliore la distribution des forces, et réduit les contraintes exercées sur les implants courts (Anitua et coll., 2015 et 2014).

Une étude de Rodrigo et ses collaborateurs de 2013 prouve que le taux de survie est légèrement plus bas lorsque les implants ne sont pas solidarisés (92,9% contre 99,5% pour des implants de 6mm).

2.2.4. La hauteur de la couronne

Une hauteur de couronne (distance entre le sommet de la couronne et le contact os-implant le plus coronaire) supérieure à 15 mm a été rapportée comme défavorable, car elle entraîne des contraintes plus élevées à l'interface os-implant. Cette distance est donc liée de manière significative à la perte de l'os marginal (Anitua et coll., 2014).

Dans l'étude de Slotte et ses collaborateurs rapportée en 2012, la moyenne de la longueur des couronnes des implants de 4 mm est de 9,9 mm.

3. Résultats et fiabilité

3.1. Critères de réussite

Les critères d'Albrektsson et ses collaborateurs de 1986 sont toujours d'actualité pour évaluer le taux de réussite des implants, selon (Le toux et coll., 2003) :

- L'absence de mobilité ;
- L'absence d'une zone radioclaire continue autour de l'implant ;
- La perte osseuse marginale inférieure à 0,2 mm entre deux examens radiographiques espacés d'un an. La première année, la perte est plus importante et peut aller jusqu'à 1,5 mm après la mise en charge prothétique ;
- L'absence de signes cliniques subjectifs et objectifs persistants et/ou irréversibles comme la douleur, la dysesthésie ou l'infection.

3.2. Etudes utilisant des implants de quatre millimètres

3.2.1. Etudes utilisant les implants SPS

- Article du Pr. Calvo-Guirado et ses collaborateurs en 2015

Dix patients présentant une résorption sévère ont été sélectionnés pour une réhabilitation globale à l'aide d'une prothèse amovible complète supra-implantaire. Chaque patient a reçu six implants à la mandibule : Deux implants antérieurs de longueur standard de 10 mm et quatre implants postérieurs SPS.

Le suivi de l'étude se fait à 3, 6 et 12 mois.



Figure 32 : Quatre implants Straumann® de 4 mm dans la zone postérieure et deux implants antérieurs de 10 mm insérés dans une mandibule édentée (source : Calvo-Guirado et coll., 2015).

Seul un implant ultracourt SPS a été perdu avant la mise en charge 2 mois après la pose de l'implant et a été remplacé 2 semaines après.

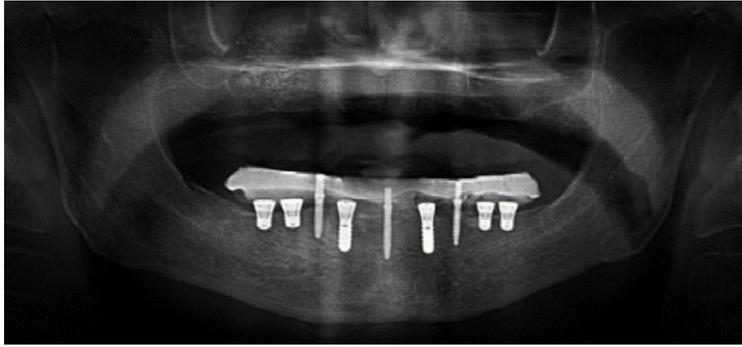


Figure 33 : Implants définitifs et temporaires en place le jour de la chirurgie. Trois implants temporaires (10 mm de long et 2,8 mm de diamètre) servent de support pour la prothèse temporaire pour éviter une charge et un stress sur les implants durant l'ostéointégration (source : Calvo-Guirado et coll., 2015).

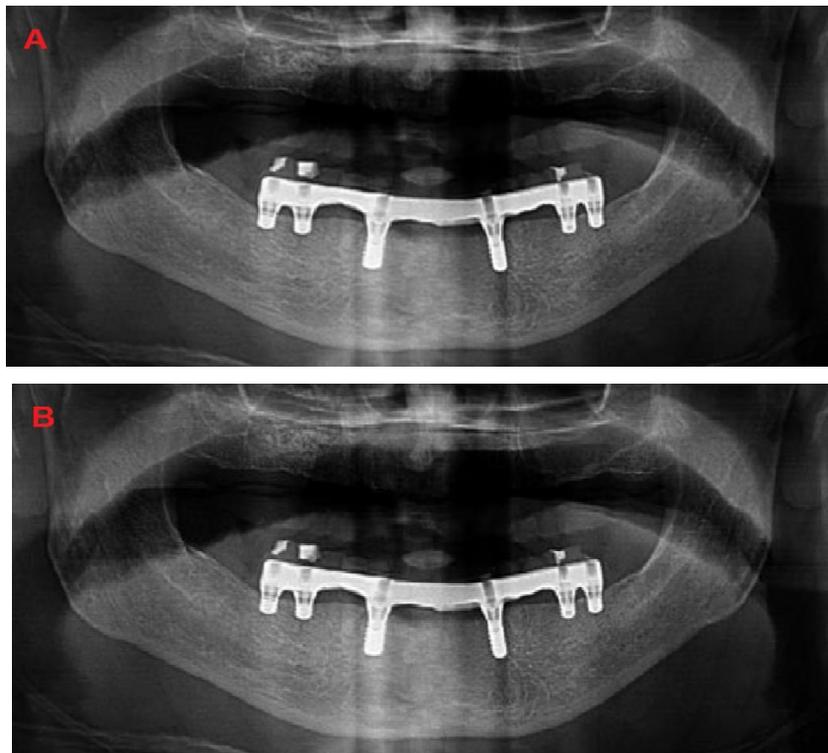


Figure 34 : A : Barre vissée CAD/CAM en place 90 jours après l'intervention ; B : Même barre vissée CAD/CAM en place après un an (source : Calvo-Guirado et coll., 2015).

L'analyse de fréquence de résonance (RFA) montre des résultats légèrement plus faibles pour les implants SPS mais sans différence statistiquement significative avec les implants de 10 mm. Cette analyse est mesurée à l'aide du système Osstell Mentor® et est représentée par un coefficient de stabilité (tableau 8).

Tableau 8 : Moyennes RFA un an après la chirurgie (d'après : Calvo-Guirado et coll., 2015).

| Longueur implantaire | Moyenne du coefficient de stabilité à 12 mois |
|-----------------------------|--|
| 4 mm | 80,20 +/- 0,44 |
| 10 mm | 82,34 +/- 0,67 |

La perte osseuse marginale est similaire pour les deux groupes pour toutes les périodes, avec une légère plus grande perte concernant les implants conventionnels (tableau 9).

Tableau 9 : Valeurs médianes de la perte osseuse marginale autour des implants (d'après : Calvo-Guirado et coll., 2015).

| Date après mise en charge | 3 mois | | 6 mois | | 12 mois | |
|-------------------------------------|---------------|--------------|---------------|--------------|----------------|--------------|
| | 4 mm | 10 mm | 4 mm | 10 mm | 4 mm | 10 mm |
| Perte osseuse marginale (mm) | 0,5 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | 0,8 |

D'après les critères de réussite, les taux de survie un an après la pose des implants sont de 97,5% pour les 40 implants SPS et 100% pour les 20 implants standards. Malgré un taux légèrement inférieur, le succès des implants ultracourts reste comparable à celui des implants plus longs.

- Article du Dr. Slotte et ses collaborateurs en 2012 et 2015

Dans cette étude 3 à 4 implants SPS (Ø 4,1 mm RN) ont été placés dans la zone postérieure de mandibules sévèrement résorbées pour supporter une prothèse partielle fixe dont les unités sont solidarisées.

L'article de 2012 rapporte les résultats après 2 ans, et celui de 2015 après 5 ans d'une étude prospective multicentrique.

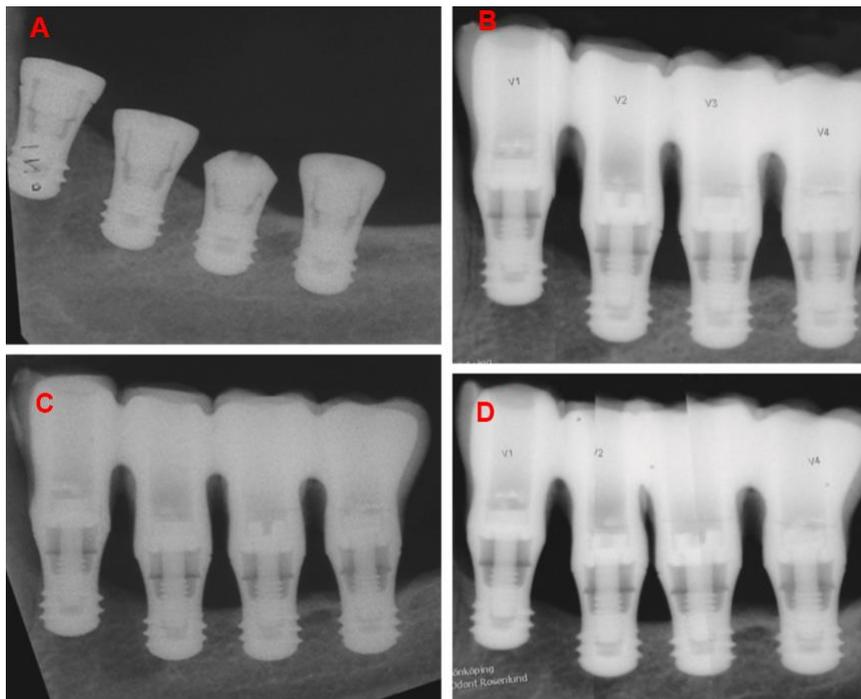


Figure 35 : A : Radiographie des quatre implants SPS immédiatement après la pose ; B : Après la mise en charge, 10 à 12 semaines après la première intervention ; C : Suivi postopératoire un an après l'intervention ; D : Deux ans après l'intervention (source : Slotte et coll., 2012).

Trente patients ont reçu 93 implants. Trois implants ont échoué durant la chirurgie et quatre ont été perdus avant la mise en charge.

Les 86 implants des 28 patients suivis pendant un an ont été jugés stables.

Après un an de suivi, la valeur moyenne de la perte osseuse marginale est de 0,43 mm et de 0,10 mm entre la première et la cinquième année (figure 36).

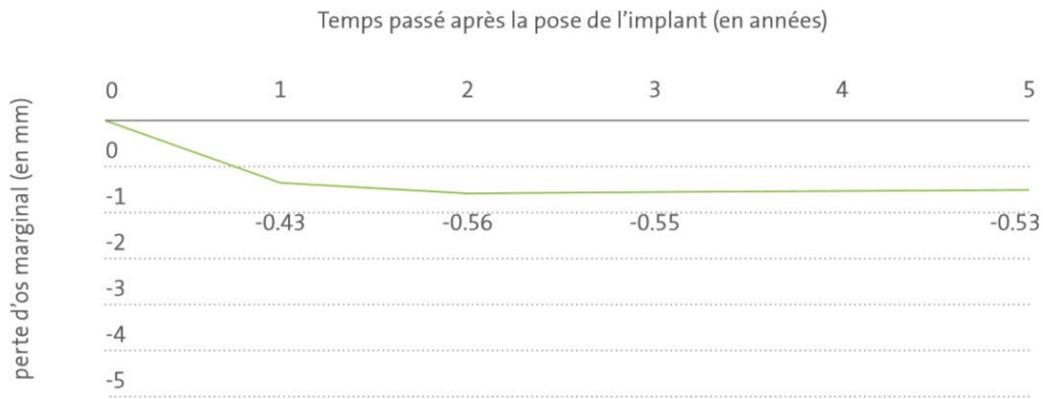


Figure 36 : La perte osseuse marginale est plus marquée la première année puis on remarque l'absence de différence significative pour les années qui suivent (source : © Institut Straumann AG, 2014a).

Un patient compris dans l'étude jusqu'à un an a insisté pour le retrait de ses trois implants sans raison valable d'après les auteurs. Une cause mentale a été évoquée. Les implants sont considérés comme un succès de traitement jusqu'à leur retrait. Deux patients sont décédés pour raison de santé générale non liée à la pose implantaire, à 22 et 55 mois respectivement.

Sur 77 implants suivis pendant 5 ans, cinq ont été perdus chez trois patients pour cause de surcharge occlusale et un implant a été exclu de l'étude car le sujet avait perdu les autres.

Le bruxisme est un critère d'exclusion dès le recrutement des sujets. Pourtant, un des patients qui a perdu ses quatre implants a développé une parafonction entraînant des forces excessives sur ses mâchoires. L'analyse préliminaire des candidats est donc très importante car une parafonction influence négativement le résultat de l'étude.

Les données à 5 ans de cette étude clinique multicentrique montrent un taux de survie des implants de 4 mm de 92,2 % avec une perte minimale d'os marginal (figure 36) et des conditions péri-implantaires saines.

Les patients ont rapporté la satisfaction générale et une excellente mastication.

En parallèle Slotte et ses collaborateurs ont également suivi 11 sujets ayant reçu 18 implants SPS sans inclure les résultats car ils ne remplissaient pas les critères d'inclusion de l'étude. Les auteurs rapportent uniquement qu'après 5 ans les 18 implants et leurs prothèses sont stables.

3.2.2. Etudes utilisant les implants Twinkon® 4

- Article du Dr. Pistilli et ses collaborateurs en 2014

Dans cette étude, l'os disponible jusqu'au nerf alvéolaire inférieur est de 5 mm chez un homme de 62 ans en bonne santé qui ne souhaite pas subir une intervention chirurgicale d'augmentation osseuse. Comme il désire une réhabilitation fixe, ce patient reçoit quatre implants Twinkon® 4 (Ø 4 mm) dans la zone postérieure mandibulaire droite. La mise en charge provisoire s'effectue quatre mois après l'intervention chirurgicale et quatre mois supplémentaires sont nécessaires à celle définitive.

L'article rapporte un suivi pendant un an. Trois auteurs de cette étude ont poursuivi l'analyse de ce cas et ont constaté les mêmes résultats après trois ans de mise en charge (Barausse, Pistilli et Felice, 2015).

Aucun problème clinique ou radiologique n'est détecté, ni aucune perturbation neurosensorielle malgré la proximité du nerf alvéolaire inférieur.

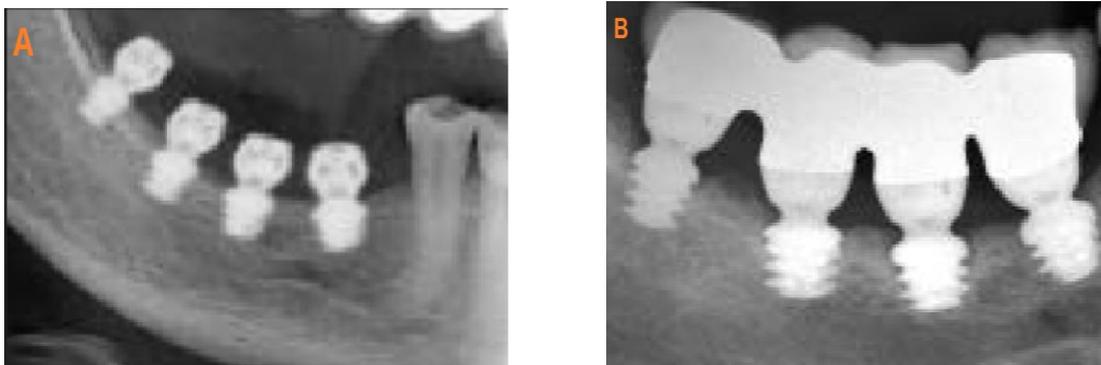


Figure 37 : A : Radiographie le jour de la mise en place des quatre implants Twinkon®4 montrant la proximité avec le nerf alvéolaire inférieur ; B : Radiographie un an après l'intervention chirurgicale démontrant la survie des implants (source : Pistilli et coll., 2014)

- Article du Dr. Esposito et ses collaborateurs en 2015 et du Dr. Felice et ses collaborateurs en 2016

Ces auteurs ont voulu tester des implants de 4 mm et des implants plus longs supportant une prothèse partielle fixe dans des volumes osseux adéquats, pour savoir si le risque d'échec est plus élevé pour les implants ultracourts.

Ces articles posent donc des questions cliniques plus récentes : Peut-on utiliser des implants courts dans une situation où des implants plus longs auraient pu être utilisés ? Et comment un implant court pourrait être en mesure de fournir un bon résultat à long terme ?

L'article de 2015 rapporte les résultats après quatre mois, et celui de 2016 après un an d'un essai multicentrique contrôlé et randomisé.

Cent cinquante patients ayant au moins 12,5 mm de hauteur au-dessus du canal mandibulaire inférieur et 11,5 mm en-dessous du sinus maxillaire ont été divisés en deux groupes de 75, pour recevoir 1 à 3 implants dans les zones postérieures. Un groupe a reçu des implants Twinkon® 4 et un autre des implants d'au moins 8,5 mm de long (8,5 ; 10 ; 11,5 et 13 mm). Tous les implants insérés ont 4 mm de diamètre. Au total 124 implants ultracourts ont été placés et 116 plus longs, principalement dans les zones postérieures mandibulaires mais également quelques-uns au maxillaire.

Tableau 10 : Répartition du nombre d'implants et de patients (d'après : Esposito et coll., 2015 et Felice et coll., 2016).

| | Implants Twinkon®4 (75 patients) | Implants de longueur 8,5 mm et plus (75 patients) |
|--|-------------------------------------|--|
| Nombre d'implants | 124 | 116 |
| Nombre d'implants au maxillaire | 46 | 69 |
| Nombre de patients recevant 1 implant | 32 | 38 |
| Nombre de patients recevant 2 implants | 37 | 33 |
| Nombre de patients recevant 3 implants | 6 | 4 |

Avant la mise en charge, trois implants de 4 mm et deux plus longs sont considérés comme un échec car ils sont retrouvés mobiles et sensibles à la percussion, dont un au maxillaire pour les deux catégories.

D'autres patients ont également eu des complications. En effet, deux implants de 4 mm et deux plus longs étaient douloureux, mobiles et ont été remplacés.

La mise en charge s'est effectuée au bout de 4 mois avec des prothèses vissées définitives.

Aucune différence significative n'a été démontrée concernant la perte osseuse péri-implantaire (tableau 11) et concernant les échecs entre les deux groupes, ni à 4 mois de suivi, ni à 12 mois.

Tableau 11 : Valeurs moyennes de la perte osseuse marginale autour des implants (d'après : Esposito et coll., 2015 ; Felice et coll., 2016).

| Suivi après la mise en charge | 4 mois | | 12 mois | |
|-------------------------------|--------|----------------|---------|----------------|
| | 4 mm | 8,5 mm et plus | 4 mm | 8,5 mm et plus |
| Longueur implantaire | | | | |
| Perte osseuse marginale (mm) | 0,38 | 0,42 | 0,53 | 0,57 |



Figure 38 : A : Radiographie objectivant deux implants Twinkon® 4 le jour de la mise en charge en position 35 et 36 ; B : Radiographie après 4 mois de mise en charge ; C : Photographie après 4 mois de mise en charge (source : Esposito et coll., 2015).



Figure 39 : Radiographie objectivant deux implants Twinkon® 4 le jour de la pose en position 25 et 26 ; B : Radiographie après 4 mois de mise en charge ; C : Radiographie après un an de mise en charge (source : Felice et coll., 2016).

Les données indiquent que les implants de 4 mm ont obtenu des résultats similaires aux implants de 8,5 mm en présence de volume osseux adéquat après 4 et 12 mois de mise en charge.

Cependant, le délai de ces analyses est trop court pour recommander de manière fiable les implants de 4 mm dans une situation où des implants plus longs pourraient être placés. Le suivi de l'étude se poursuit jusqu'à trois ans de mise en fonction.

3.3. Synthèse des études utilisant les implants de quatre millimètres

Tableau 12 : Comparaison des études utilisant les implants de quatre millimètres.

| | Calvo-Guirado et coll. (2015) | Slotte et coll. (2012 et 2015) | Pistilli et coll. (2014) | Esposito et coll. (2015 et 2016) |
|---|---|---|---|---|
| Implants | 40 SPS | 93 SPS | 4 Twinkon®4 | 124 Twinkon®4 |
| Participant(s) | 10 | 30 | 1 | 75 |
| Indication | Prothèse amovible complète avec des implants plus longs | Prothèse fixe plurale dont les unités sont solidarisées | Prothèse fixe plurale dont les unités sont solidarisées | Prothèse fixe dont les unités sont solidarisées |
| Perte osseuse marginale (mm) | 0,71 +/- 0,11 à 1 an | 0,43 à 1 an 0,53 à 5 ans | — | 0,38 à 4 mois 0,53 à 12 mois |
| Nombre d'échec(s) des implants avant la mise en charge | 1 | 4 +3 durant la chirurgie | 0 | 5 |
| Nombre d'échec(s) des implants après la mise en charge | 0 à 1 an | 0 à 1 an 5 entre 1 et 5 ans | 0 à 3 ans | 0 à 1 an |
| Taux de survie | 97,5% à 1 an | 92,2% à 5 ans | 100% à 3 ans | 95,9 % à 1 an |

(—) : Non renseigné.

CONCLUSION

Les variantes de morphologies et de matériaux utilisés dans la conception des implants de 4 mm ne permettent pas de distinguer le meilleur des deux.

Une caractéristique reste essentielle à la réussite du traitement implantaire : La micro-rugosité de l'implant. L'architecture améliore donc le succès de l'implant par rapport à une surface usinée (Schneck et Chapotat, 2013).

Le succès des implants est supérieur dans les zones rétro-mandibulaires du fait d'une meilleure qualité osseuse par rapport au maxillaire (Schneck et Chapotat, 2013). C'est pourquoi les fabricants recommandent de placer les implants de 4 mm dans ce secteur. De bons résultats de survie des implants ultracourts sont effectivement liés à une grande stabilité initiale avec un contact primaire os-implant élevé. Ils sont placés dans l'os cortical et peuvent réduire la résorption de l'os crestal par une nouvelle surface et des micromouvements diminués (Calvo-Guirado, 2015).

Évaluer la stabilité implantaire est l'objectif des cliniciens pour estimer le délai d'ostéointégration et anticiper le résultat du traitement implantaire. L'analyse de fréquence de résonance en est un moyen, mais la technologie ne peut pas fournir une valeur critique capable de déterminer le pronostic à long terme d'un implant (Atsumi et coll., 2007). Les mesures RFA faites au moment de la pose de l'implant avec une mise en charge immédiate ne sont d'ailleurs pas de bons prédicteurs du risque de non-réussite (Atieh et coll., 2012a et b).

La cicatrisation est plus longue pour la pose des implants ultracourts. Il faut attendre au moins 10 à 12 semaines avant la mise en place des prothèses, au moins 8 semaines pour les implants de 6 mm. Alors que pour les implants d'une longueur supérieure ou égale à 8 mm, 3 semaines peuvent suffire lorsque la quantité et la qualité osseuse sont adéquates (© Institut Straumann AG, 2015).

La plupart des échecs des implants de 4 mm se sont produits avant la mise en charge avec pour principale cause la non ostéointégration. L'étude d'Atieh et ses collaborateurs en 2012 montre que 70% des implants courts perdus arrivent avant la

mise en charge prothétique. Ceci suggère que l'impact de la prothèse et les notions d'infériorité biomécanique de l'interface os-implant plus courte ne sont pas les principaux facteurs de la défaillance des implants courts (Atieh et coll., 2012b).

On retrouve malgré tout un nombre faible d'implants de 4 mm perdus après un an de mise en charge pour cause de surcharges occlusales, dans la seule étude recueillant des données supérieures à ce laps de temps (Slotte et coll., 2015).

Dans l'étude d'Urdaneta et ses collaborateurs en 2012, les taux de survie des implants de 5 et 6 mm (97,6%) sont comparables à ceux de 8 mm (95,2%) pendant une durée moyenne de 20 mois. Il n'y a également pas de différence significative entre les implants de 8 mm et ceux de 10 mm (Schneck et Chapotat, 2013).

La publication de Kotsovilis et ses collaborateurs en 2009, faite à partir de 14 417 articles dont 300 ont été retenus et 22 cohortes d'implants analysés, démontre que le succès des implants supérieurs à 10 mm et inférieurs à 8 mm est comparable.

La pérennité est donc similaire entre les implants courts et longs.

De nombreuses études évaluent la performance clinique d'implants de longueurs différentes. Les comparaisons les plus retrouvées opposent des implants courts placés dans un os réduit et des implants plus longs avec augmentation osseuse. Les résultats semblent identiques mais la prédictibilité reste controversée par le manque de suivi à plus long terme, car les délais souvent rapportés sont d'un à trois ans après la mise en charge prothétique (Esposito et coll., 2011 ; Guljé et coll., 2013 ; Pistilli et coll., 2013a et b).

À ce jour, les implants ultracourts de 6 mm sont les plus utilisés et confirment la pérennité similaire avec les implants conventionnels, en particulier dans les mandibules postérieures (Romeo et coll., 2014).

Les implants de 4 mm semblent suivre le même pronostic malgré un taux de survie, après 5 ans de mise en charge, légèrement inférieur à celui des études avec des implants de plus de 6 mm (Slotte et coll., 2015).

En conclusion, la conception des implants ultracourts permet d'inclure un plus grand nombre de personnes à l'implantologie et leur permet ainsi une solution stable même dans des cas de fortes résorptions osseuses.

L'utilisation des implants de 4 mm est recommandée dans les cas d'atrophie osseuse sévère et est plus stable dans le secteur mandibulaire postérieur.

C'est une alternative raisonnable aux procédures d'augmentation osseuse peu prédictibles dans ce secteur, permettant un gain de temps, un moindre coût et une réduction de l'inconfort du patient per- et postopératoire.

Cependant, des données à long terme de 5 à 10 ans avec des effectifs plus importants sont nécessaires pour confirmer leur pérennité et faire des recommandations fiables.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ANCHIETA RB, BALDASSARRI M, GUASTALDI F, TOVAR N, JANAL MN, GOTTLOW J, DARD M, JIMBO R, COELHO PG. Mechanical property assessment of bone healing around a titanium-zirconium alloy dental implant. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2014; 16(6): 913-919.
2. ANITUA E, PINAS L, ORIVE G. Retrospective study of short and extra-short implants placed in posterior regions: influence of crown-to implant ratio on marginal bone loss. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015; 17(1): 102-110.
3. ANITUA E, ALKHRAIST MH, PINAS L, BEGONA L, ORIVE G. Implant survival and crestal bone loss around extra-short implants supporting a fixed denture: The effect of crown height space, crown-to-implant ratio, and offset placement of the prosthesis. *Int J Oral Maxillofacial Implants.* 2014; 29(3): 682-689.
4. ARX T. Le foramen mentonnier, « carrefour de la mandibule ». Une observation anatomo-clinique. *Rev Mens Suisse Odontostomatol.* 2013 ; 123(3) : 216-225.
5. ATIEH MA, ALSABEEHA NH, PAYNE AG. Can resonance frequency analysis predict failure risk of immediately loaded implants? *Int J Prosthodont.* 2012a; 25(4): 326-339.
6. ATIEH MA, ZADEH H, STANFORD CM, COOPER LF. Survival of short dental implants for treatment of posterior partial edentulism: A systematic review. *Int J Oral Maxillofacial Implants.* 2012b; 27(6): 1323-1331.
7. ATSUMI M, PARK SH, WANG HL. Methods used to assess implant stability: current status. *Int J Oral Maxillofacial Implants.* 2007; 22(5): 743-754.
8. BANG SM, MOON HJ, KWON YD, YOO JY, PAE A, KWON IK. Osteoblastic and osteoclastic differentiation on SLA and hydrophilic modified SLA titanium surfaces. *Clin Oral Implants Res.* 2014; 25(7): 831-837.

9. BERDOUGO M, VALBRAY R, FORTIN T. Les protocoles de forage. Le fil dentaire. 2010 févr ; (50) : 10-12.
10. BURGHARD P. Repositionnement piézoélectrique du nerf alvéolaire inférieur. Examen et deux rapports de cas. Implants. 2012 ; 1 : 10-13.
11. CALVO-GUIRADO JL, LOPEZ TORRES JA, DARD M, JAVED F, PERZ-ALBACETE MARTINEZ C, MATÉ SANCHEZ DE VAL JE. Evaluation of extrashort 4-mm implants in mandibular edentulous patients with reduced bone height in comparison with standard implants: A 12-month results. Clin Oral Implants Res. 2015; 00: 1-8.
12. DAVARPANAH M, SZMUKLER-MONCLER S, RAJZBAUM PH, DAVARPANAH K, DEMURASHVILI G. Manuel d'implantologie clinique. Concepts, intégration des protocoles et esquisse de nouveaux paradigmes. 3^e édition. Rueil-Malmaison : Éditions CdP ; 2012. 656 p.
13. ESPOSITO M, BARAUSSE C, PISTILLI R, CHECCHI V, DIAZZI M, GATTO MR, FELICE P. Posterior jaws rehabilitated with partial prostheses supported by 4.0 x 4.0 mm or by longer implants: Four-month post-loading data from a randomised controlled trial. Eur J Oral Implantol. 2015; 8(3): 221-330.
14. ESPOSITO M, CANNIZARRO G, SOARDI E, PELLEGRINO G, PISTILLI R, FELICE P. A 3-year post-loading report of a randomised controlled trial on the rehabilitation of posterior atrophic mandibles: short implants or longer implants in vertically augmented bone? Eur J Oral Implantol. 2011; 4(4):301–311.
15. FELICE P, CHECCHI L, BARAUSSE C, PISTILLI R, SAMMARTINO G, MASI I, IPPOLITO DR, ESPOSITO M. Posterior jaws rehabilitated with partial prostheses supported by 4.0 x 4.0 mm or by longer implants: One-year post-loading results from a multicenter randomised controlled trial. Eur J Oral Implantol. 2016; 9(1): 35-45.

16. GHERSON R. La prothèse amovible partielle stabilisée sur implants [Thèse de docteur en chirurgie dentaire]. [Nice] : Université de Nice Sophia Antipolis. Faculté d'odontologie ; 2014. 43 p.
17. 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; 14(4): 538-545.
18. GRANDIN HM, BERNER S, DARD M. A review of titanium zirconium (TiZr) alloys for use in endosseous dental implants. *Materials.* 2012; 5: 1348-1360.
19. GULJÉ F, ABRAHAMSSON I, CHEN S, STANFORD C, ZADEH H, PALMER R. Implants of 6 mm vs. 11 mm lengths in the posterior maxilla and mandible: A 1-year multicenter randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res.* 2013; 24(12): 1325-1331.
20. KAMMERER PW, PALARIE V, SCHIEGNITZ E, HAGMANN S, ALSHIHRI A, AL-NAWAS B. Vertical osteoconductivity and early bone formation of titanium-zirconium and titanium implants in a subperiosteal rabbit animal model. *Clin Oral Implants Res.* 2014; 25(7): 774-780.
21. KHAYAT H. Les implants courts [mémoire pour le DU d'implantologie chirurgicale orale et maxillo-faciale]. [Toulouse] : Université Paul Sabatier. Faculté de médecine ; 2010. 36 p.
22. KOTSOVILIS S, FOURMOUSIS I, KAROUSSIS IK, BAMIA C. A systematic review and meta-analysis on the effect of implant length on the survival of rough-surface dental implants. *J Periodontol.* 2009; 80(11): 1700-1718.
23. LAI HC, SI MS, ZHUANG LF, SHEN H, LIU YI, WISMEIJER D. Long-term outcomes of short dental implants supporting single crowns in posterior region: A clinical retrospective study of 5 - 10 years. *Clin Oral Impl Res.* 2013; 24(2): 230-237.

24. LANG NP, SALVI GE, HUYNH-BA G, IVANOVSKI S, DONOS N, BOSSHARDT DD. Early osseointegration to hydrophilic and hydrophobic implant surfaces in humans. *Clin Oral Implants Res.* 2011; 22(4): 349-356.
25. MARCELAT R. Les implants courts au maxillaire postérieur : une alternative fiable et peu invasive. *Stratégie protétique.* 2015 nov-déc ; 15(5) : 305-310.
26. NISAND D, PICARD N, ROCCHIETTA I. Short implants compared to implants in vertically augmented bone : A systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2015; 26(11): 170-179.
27. PISTILLI R, BARAUSSE C, CHECCHI L, FELICE P. Rehabilitation of the atrophic posterior mandible with short (4-mm) implants: a case report. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2014; 34(5): 713-718.
28. PISTILLI R, FELICE P, CANNIZZARO G, PIATELLI M, CORVINO V, BARAUSSE C, BUTI J, SOARDI E, ESPOSITO M. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 6 mm long 4 mm wide implants or by longer implants in augmented bone. One-year post-loading results from a pilot randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* 2013a; 6(4): 359-372.
29. PISTILLI R, FELICE P, PIATELLI M, GESSAROLI M, SOARDI E, BARAUSSE C, BUTI J, CORVINO V. Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 5 x 5 mm implants with a novel nanostructured calcium-incorporated titanium surface or by longer implants in augmented bone. One-year results from a randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* 2013b; 6(4): 343-357.
30. PRUVOST G. Les implants courts au maxillaire postérieur : une alternative stratégique, fiable et peu invasive en respectant les règles de biomécanique. *Le fil dentaire.* 2011 ; (65) : 14-16.

31. RODRIGO D, CABELLO G, HERRERO M, GONZALEZ D, HERRERO F, ARACIL L, MORANTE S, REBELO H, VILLAVERDE G, GARCIA A, ALONSO A, BARRACHINA M, BLANCO J, ALMEIDA RF. Retrospective multicenter study of 230 6-mm SLA-surfaced implants with 1- to 6-year follow-up. *Int J Oral Maxillofacial Implants*. 2013; 28(5): 1331-1337.
32. ROMEO E, STORELLI S, CASANO G, SCANFERLA M, BOTTICELLI D. Six-mm versus 10-mm long implants in the rehabilitation of posterior edentulous jaws: A 5-year follow-up of a randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol*. 2014; 7(4): 371-381.
33. ROSSI F, RICCI E, MARCHETTI C, LANG NP, BOTTICELLI D. Early loading of single crowns supported by 6-mm-long implants with a moderately rough surface: a prospective 2-year follow-up cohort study. *Clin Oral Impl Res*. 2010; 21(9): 937-943.
34. RUPP F, SCHEIDELER L, OLSHANSKA N, DE WILD M, WIELAND M, GEISGERSTORFER J. Enhancing surface free energy and hydrophilicity through chemical modification of microstructured titanium implant surfaces. *J Biomed Mater Res A*. 2006 févr; 76(2): 323-334.
35. SADOUL A. Résorptions osseuses importantes des régions postérieures maxillaires : implants courts ou thérapeutiques d'aménagement de la zone sous-sinusienne ? Comparaison suivi et résultats [Thèse de docteur en chirurgie dentaire]. [Nice] : Université de Nice Sophia Antipolis. Faculté d'odontologie ; 2013. 124 p.
36. SCHNECK E, CHAPOTAT B. Place croissante des implants courts et ultracourts dans la thérapeutique implantaire. *Implant*. 2013 ; 19 : 171-179.
37. SCHWARZ F, FERRARI D, HERTEN M, MIHATOVIC I, WIELAND M, SAGER M, BECKER J. Effects of surface hydrophilicity and microtopography on early stages of soft and hard tissue integration at non-submerged titanium implants: An immunohistochemical study in dogs. *J Periodontol*. 2007; 78(11): 2171-2184.

38. SLOTTE C, GRONNINGSAETER A, HALMOY AM, ÖHRNELL LO, STROH G, ISAKSSON S, JOHANSSON LA, MORDENFELD A, EKLUND J, EMBRING J. Four-millimeter implants supporting fixed partial dental prostheses in the severely resorbed posterior mandible : Two-year results. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012; 14: 46-58.
39. SLOTTE C, GRONNINGSAETER A, HALMOY AM, ÖHRNELL LO, MORDENFELD A, ISAKSSON S, JOHANSSON LA. Four-millimeter-long posterior-mandible implants: 5-year outcomes of a prospective multicenter study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2015; 17: 385-95.
40. LEE SY, KIM SJ, AN HW, KIM HS, HA DG, RYO KH, PARK KB. The effect of the thread depth on the mechanical properties of the dental implant. *J Adv Prosthodont.* 2015; 7(2): 115-121.
41. TREVOUX M, BEHLOULI A. De la biofonctionnalité des implants dentaires. Analyse métallurgique : micrographies des structures, examen de la géométrie et des surfaces au microscope électronique à balayage, microduretés,... Et viabilité cellulaire. *Implantologie revue trimestrielle.* 2010 nov ; 8(4) : 141-149.
42. TRISI P, PERFETTI G, BALDONI E, BERARDI D, COLAGIOVANNI M, SCOGNA G. Implant micromotion is related to peak insertion torque and bone density. *Clin Oral Impl Res.* 2009; 20(5): 467-471.
43. URDANETA RA, DAHER S, LEARY J, EMANUEL KM, CHUANG SK. The survival of ultrashort locking-taper implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2012; 27(3): 644-654.
44. VALENTE ML, CASTRO DT, SHIMANO AC, LEPRI CP, REIS AC. Analysis of the influence of implant shape on primary stability using the correlation of multiple methods. *Clin Oral Investig.* 2015; 19(8): 1861-1866.
45. WEN B, ZHU F, LI Z, ZHANG P, LIN X, DARD M. The osseointegration behavior of titanium–zirconium implants in ovariectomized rabbits. *Clin Oral Implants Res.* 2014; 25(7): 819-825.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ÉLECTRONIQUES

46. BARAUSSE C, PISTILLI R, FELICE P. Rehabilitation of an atrophic posterior mandible with 4-mm short implants: A 3-year post-loading case report [Internet]. 2015 [consulté le 25 septembre 2016]. Disponible sur :

<http://www.globald.com/wp-content/uploads/2015/09/Poster-EuroPerio2015-Barausse-Carlo.pdf>

47. CHARBONNIER V. Le lyonnais Global D innove dans les implants dentaires [Internet]. 2013 [consulté le 31 octobre 2016]. Disponible sur :

http://www.lesechos.fr/06/11/2013/LesEchos/21558-109-ECH_le-lyonnais-global-d-innove-dans-les-implants-dentaires.htm

48. © GLOBAL D. Twinkon® 4 [Internet]. [consulté le 26 mai 2016]. Disponible sur :

<http://www.globald.com/implantologie-orthodontie-maxillo-faciale/implantologie/twinkon/caracteristiques-7/>

49. © GLOBAL D. Arsenal thérapeutique [Internet]. [consulté le 2 juin 2016]. Disponible sur :

<http://www.globald.com/wp-content/uploads/2015/11/00DC-AIC-CH-FR-Ed1-15-BV.pdf>

50. INSEE. Espérance de vie, taux de mortalité et taux de mortalité infantile dans le monde en moyenne de 2015 à 2020 [Internet]. 2015 [consulté le 6 avril 2016]. Disponible sur :

http://www.insee.fr/fr/themes/tableau.asp?reg_id=98&ref_id=CMPTEF02216

51. © INSTITUT STRAUMANN AG. SLActive® preuves scientifiques cinquième édition [Internet]. 2012 [consulté le 24 février 2016]. Disponible sur :

http://www.straumann.ca/content/dam/internet/xy/resources/brochurecatalogue/brochures/fr/153.911_low.pdf

52. © INSTITUT STRAUMANN AG. De nouvelles normes en matière de qualité de l'ostéointégration – Les implants titane-zirconium [Internet]. 2013a [consulté le 9 mars 2016]. Disponible sur :

http://www.straumann.fr/content/dam/internet/straumann_fr/ressources/whitepaper/fr/WP_ROXOLID_De%20nouvelles%20normes%20en%20mati%C3%A8re%20de%20qualit%C3%A9%20de%20l%E2%80%99ost%C3%A9oint%C3%A9gration%20%E2%80%93%20Les%20implants%20titane-zirconium.pdf

53. © INSTITUT STRAUMANN AG. Une avancée majeure dans le domaine de l'implantologie. Roxolid® SLActive® - Moins invasif pour de nouveaux standards [Internet]. 2013b [consulté le 2 avril 2016]. Disponible sur :

http://www.straumann.be/content/dam/internet/straumann_be/ressources/brochurecatalogue/brochures/fr/BEBI750F%20ROXOLID%20SLActive_fr_low.pdf

54. © INSTITUT STRAUMANN AG. Implant court Straumann® Standard Plus. Plus qu'un implant court. Un nouveau monde de possibilités [Internet]. 2014a [consulté le 2 avril 2016]. Disponible sur :

http://www.straumann.fr/content/dam/internet/straumann_fr/ressources/brochurecatalogue/brochures/fr/490.032%20FR_BD.pdf

55. © INSTITUT STRAUMANN AG. Mode d'emploi : Implants dentaires Straumann® : Roxolid® Standard Plus implant court de 4mm [Internet]. 2014b [consulté le 29 février 2016]. Disponible sur :

http://ifu.straumann.com/content/internet/straumann_ifu/data/701561.eifu.bin/701561_B01.pdf%20

56. © INSTITUT STRAUMANN AG. Plus qu'une surface d'implant unique. L'optimisation du succès et de la prédictibilité du traitement [Internet]. 2014c [consulté le 24 février 2016]. Disponible sur :

http://www.straumann.fr/content/dam/internet/straumann_fr/ressources/brochurecatalogue/brochures/fr/152.917.FR_BD.pdf

57. © INSTITUT STRAUMANN AG. Plus que résistant – Roxolid® [Internet]. 2014d [consulté le 9 mars 2016]. Disponible sur :

http://www.straumann.fr/content/dam/internet/straumann_fr/resources/brochurecatalogo/bro/brochures/fr/490.006-fr_low.pdf

58. © INSTITUT STRAUMANN AG. Informations de base sur les procédures chirurgicales [Internet]. 2015 [consulté le 29 févr 2016]. Disponible sur :

http://www.straumann.fr/content/dam/internet/straumann_fr/resources/guidemanual/handling-instructions/fr/153.754_low.pdf

59. LE FIL DENTAIRE. L'arsenal thérapeutique Global D [Internet]. 2015 [consulté le 26 mai 2016]. Disponible sur :

<http://www.lefildentaire.com/articles/clinique/implantologie/l-arsenal-therapeutique-global-d/>

60. LE TOUX G, PERRIN M, ABJEAN J, MICHEL JF. Résultats à long terme des implants [Internet]. 2003 [consulté le 15 septembre 2016]. Disponible sur :

http://ancien.odonto.univ-rennes1.fr/old_site/qip143.htm#1

61. OMS. 10 faits sur le diabète [Internet]. 2016a [consulté le 24 février 2016]. Disponible sur :

<http://www.who.int/features/factfiles/diabetes/fr/>

62. OMS. Vieillesse et qualité de la vie [Internet]. 2016b [consulté le 24 février 2016]. Disponible sur : <http://www.who.int/ageing/about/facts/fr/>

63. PROPONTAL. Types d'os pour implants dentaires [Internet]. [Consulté le 6 avril 2016]. Disponible sur : <https://www.propontal.es/fr/implants-dentaires/types-dos-pour-implants-dentaires/>

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|----|
| SOMMAIRE | 12 |
| LISTE DES FIGURES | 14 |
| LISTE DES TABLEAUX..... | 18 |
| LISTE DES ABRÉVIATIONS..... | 19 |
| INTRODUCTION | 20 |
| Chapitre 1 : DESCRIPTION DES IMPLANTS ULTRACOURTS..... | 21 |
| 1. Caractéristiques générales de l'implant améliorant l'ostéointégration..... | 21 |
| 1.1. Morphologie implantaire | 21 |
| 1.1.1. Forme générale..... | 21 |
| 1.1.2. Spires..... | 21 |
| 1.2. Matériaux..... | 23 |
| 1.3. Etat de surface | 23 |
| 1.3.1. Rugosité de surface | 23 |
| 1.3.2. Traitement mécanique | 23 |
| 2. Description de l'implant ultracourt Straumann® Standard Plus..... | 25 |
| 2.1. Généralités | 25 |
| 2.2. Conception Standard Plus..... | 25 |
| 2.3. Connexion cône morse interne synOcta®..... | 26 |
| 2.4. Filetage <i>Bone Level</i> | 27 |
| 2.5. Surface SLActive® | 27 |
| 2.5.1. Caractère hydrophile..... | 28 |
| 2.5.2. Traitement plus sûr et plus rapide..... | 29 |
| 2.5.3. Prédicibilité augmentée..... | 31 |
| 2.5.4. Traitement de patients à la santé fragile | 32 |
| 2.6. Titane-zirconium (Roxolid®)..... | 34 |
| 2.7. Manipulation facilitée | 36 |
| 2.7.1. Porte-implant Loxim™ | 36 |
| 2.7.2. Kit chirurgical | 37 |
| 3. Description de l'implant ultracourt Twinkon® 4 | 38 |
| 3.1. Généralités | 38 |
| 3.2. Tissue creeping profile®..... | 38 |
| 3.3. Connexion cône à friction externe | 40 |
| 3.4. Profil apical rétentif | 40 |
| 3.5. Alliage de titane et surface sablée mordancée SA ² | 41 |

| | |
|---|----|
| 3.6. Manipulation facilitée | 42 |
| 3.6.1. Porte-implant..... | 42 |
| 3.6.2. Kit chirurgical | 43 |
| 4. Tableau comparatif des implants de quatre millimètres | 44 |
| Chapitre 2 : INDICATIONS ET AVANTAGES..... | 45 |
| 1. Indications générales des implants ultracourts | 45 |
| 1.1. Principales populations concernées | 45 |
| 1.1.1. Population vieillissante..... | 45 |
| 1.1.2. Cancers de la sphère ORL..... | 45 |
| 1.2. Déficit osseux | 46 |
| 1.2.1. Quantité/Volume osseux..... | 46 |
| 1.2.2. Qualité/Densité osseuse | 47 |
| 1.3. Proximité avec le canal mandibulaire et le foramen mentonnier | 48 |
| 1.4. Proximité avec le sinus maxillaire..... | 49 |
| 2. Traitements des implants ultracourts de quatre millimètres | 51 |
| 2.1. Prothèse amovible..... | 51 |
| 2.1.1. Édentement complet..... | 51 |
| 2.1.2. Édentement partiel..... | 52 |
| 2.2. Prothèse fixe..... | 52 |
| 2.2.1. Unitaire | 52 |
| 2.2.2. Plurale..... | 53 |
| 3. Synthèse de l'usage prévu pour les implants de quatre millimètres..... | 54 |
| 4. Avantages des implants ultracourts | 55 |
| 4.1. Réduction des complications opératoires | 55 |
| 4.1.1. Absence de techniques complexes..... | 55 |
| 4.1.2. Réduction des risques opératoires..... | 57 |
| 4.2. Diminution de la durée de traitement..... | 57 |
| 4.3. Réduction du coût..... | 57 |
| 4.4. Synthèse des avantages de quatre millimètres | 58 |
| Chapitre 3 : TAUX DE RÉUSSITE..... | 59 |
| 1. Facteurs de risques..... | 59 |
| 2. Limites cliniques des implants ultracourts | 59 |
| 2.1. Biomécanique..... | 59 |
| 2.1.1. Bras de levier important entre couronne et crête alvéolaire | 60 |
| 2.1.2. Forces occlusales plus lourdes | 61 |

| | |
|--|----|
| 2.1.3. Qualité osseuse moins favorable en postérieur | 61 |
| 2.2. Considérations prothétiques..... | 62 |
| 2.2.1. Absence de forces latérales..... | 62 |
| 2.2.2. Absence de cantilever..... | 63 |
| 2.2.3. Solidarisation rigide et passive des implants par l'armature prothétique | 64 |
| 2.2.4. La hauteur de la couronne | 65 |
| 3. Résultats et fiabilité | 65 |
| 3.1. Critères de réussite | 65 |
| 3.2. Etudes utilisant des implants de quatre millimètres | 66 |
| 3.2.1. Etudes utilisant les implants SPS..... | 66 |
| 3.2.2. Etudes utilisant les implants Twinkon® 4 | 71 |
| 3.3. Synthèse des études utilisant les implants de quatre millimètres | 75 |
| CONCLUSION..... | 75 |
| RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES..... | 79 |
| RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ÉLECTRONIQUES | 85 |

SATY Lina – Pérennité des implants de quatre millimètres ?

Nancy 2017 : 90 pages. 39 figures ; 12 tableaux.

Th. : Chir.- Dent. : Nancy 2017

Mots-clefs :

- Implant ultracourt
- Quatre millimètres
- Atrophie osseuse
- Pérennité

Résumé :

L'avancée de l'implantologie vise à simplifier les procédures opératoires. Un implant ultracourt contribue à ce progrès : L'implant de quatre millimètres. Une nouvelle population peut bénéficier d'un traitement prothétique stable grâce à cette alternative aux procédures complexes. Pour cela les caractéristiques de l'implant doivent être étudiées pour en connaître ses indications et ses limites cliniques. Des études à cinq ans ont montré un succès de 92,2% avec une perte minimale d'os marginal et des conditions péri-implantaires saines pour les implants Straumann® courts Standard Plus de quatre millimètres. Ce qui signifie que l'augmentation osseuse n'est plus la seule solution dans des cas de forte résorption osseuse. Cette thèse rapporte les données actuelles concernant les implants de quatre millimètres qui tendent vers une fiabilité sur le long terme.

Membres du jury :

| | | |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------|
| Pr. P. AMBROSINI | Professeur des Universités | Président |
| <u>Dr. J. PENAUD</u> | <u>Maître de Conférences</u> | <u>Directeur de thèse</u> |
| Dr. J. SCHOUVER | Maître de Conférences | Juge |
| Dr. N. PAOLI | Assistante Hospitalier Universitaire | Juge |

Adresse de l'auteur :

Lina SATY
3 rue de la liberté
57300 HAGONDANGE

Jury : Président : P. AMBROSINI – Professeur des Universités
Juges : J. PENAUD – Maître de Conférences des Universités
J. SCHOUVER – Maître de Conférences des Universités
N. PAOLI – Assistante Hospitalier Universitaire

Thèse pour obtenir le diplôme D'Etat de Docteur en Chirurgie Dentaire

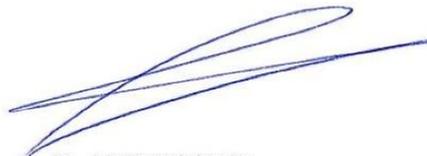
Présentée par: **Mademoiselle SATY Lina**

né(e) à: **STRASBOURG (Bas-Rhin)**

le **27 décembre 1990**

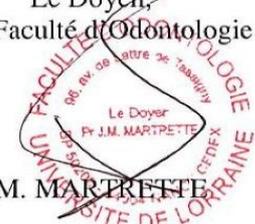
et ayant pour titre : « **Pérennité des implants de quatre millimètres ?** »

Le Président du jury



P. AMBROSINI

Le Doyen,
de la Faculté d'Odontologie



J.M. MARTRETTE

Autorise à soutenir et imprimer la thèse **9783**

NANCY, le **3 AVR. 2017**

Le Président de l'Université de Lorraine



P. MUTZENHARDT