

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

Année 2018

N° 3505

**ALTERNATIVES THERAPEUTIQUES  
IMPLANTAIRES AU COMBLEMENT OSSEUX  
EN CAS DE PROXIMITE SINUSIENNE :  
REVUE DE LA LITTERATURE**

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

*Présentée et soutenue publiquement par*

**Clément PREVAULT**

Né le 09/08/1993

Président : Monsieur le Professeur A. SOUEIDAN

Assesseur : Monsieur le Dr X. BOUCHET

Directeur de thèse : Monsieur le Dr A. HOORNEART

Co-directeur de thèse : Monsieur le Dr Z. BADRAN

UNIVERSITÉ DE NANTES	
Président	Pr LABOUX Olivier
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE	
Doyen	Pr GIUMELLI Bernard
Assesseurs	Dr RENAUDIN Stéphane Pr SOUEIDAN Assem Pr WEISS Pierre
<b>Professeurs des Universités</b> <b>Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.</b>	
Monsieur AMOURIQ Yves	Madame ALLIOT-LICHT Brigitte
Monsieur GIUMELLI Bernard	Madame PEREZ Fabienne
Monsieur LE GUEHENNEC Laurent	Monsieur SOUEIDAN Assem
Monsieur LESCLOUS Philippe	Monsieur WEISS Pierre
<b>Professeurs des Universités</b>	
Monsieur BOULER Jean-Michel	
<b>Professeurs Emérites</b>	
Monsieur BOHNE Wolf	Monsieur JEAN Alain
<b>Praticiens Hospitaliers</b>	
Madame DUPAS Cécile (Praticien hospitalier)	Madame HYON Isabelle (Praticien hospitalier Contractuel)
Madame LEROUXEL Emmanuelle (Praticien hospitalier)	Madame GOEMAERE GALIERE Hélène (Praticien Attaché)
<b>Maîtres de Conférences des Universités</b> <b>Praticiens hospitaliers des C.S.E.R.D.</b>	
Monsieur AMADOR DEL VALLE Gilles	Monsieur ABBAS Amine
Madame ARMENGOL Valérie	Monsieur AUBEUX Davy
Monsieur BADRAN Zahia	Madame BARON Charlotte
Madame BLERY Pauline	Madame BEAURAIN-ASQUIER Mathilde
Monsieur BODIC François	Madame BERNARD Cécile
Madame DAJEAN-TRUTAUD Sylvie	Monsieur BOUCHET Xavier
Madame ENKEL Bénédicte	Madame BRAY Estelle
Monsieur GAUDIN Alexis	Madame CLOUTRE Alexandra
Monsieur HOORNAERT Alain	Madame LE LAUSQUE Julie
Madame HOUCHMAND-CUNY Madline	Madame LEMOINE Sarah
Madame JORDANA Fabienne	Monsieur LOCHON Damien
Monsieur KIMAKHE Said	Madame MERCUSOT Marie-Caroline
Monsieur LE BARS Pierre	Monsieur NEMIROVSKY Hervé
Madame LOPEZ-CAZAUX Serena	Monsieur OUVRARD Pierre
Monsieur NIVET Marc-Henri	Monsieur RÉTHORÉ Gildas
Madame RENARD Emmanuelle	Monsieur SARKISSIAN Louis-Emmanuel
Monsieur RENAUDIN Stéphane	Madame WOJTIUK Fabienne
Madame ROY Elisabeth	
Monsieur STRUILLOU Xavier	
Monsieur VERNER Christian	
<b>Maître de Conférences</b>	
Madame VINATTIER Claire	
<b>Enseignants Associés</b>	
Monsieur KOUADIO Ayepa	Madame MERAMETDJIAN Laure
Madame LOLAH Aoula	Madame RAKIC Mia

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

**A Monsieur le Professeur Assem SOUEIDAN**

Professeur des universités

Praticien Hospitalier des Centres de soins d'enseignement et de Recherche  
Dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Habilité à Diriger des Recherches, PEDR

Chef du Département de Parodontologie

Référent de l'Unité d'Investigation Clinique Odontologie

**- NANTES -**

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

Pour vos enseignements pendant mes années d'étude.

Veuillez trouver ici l'expression de toute mon estime et de ma reconnaissance.

**A Monsieur le Docteur Alain HOORNAERT,**  
Maitre de conférences des universités  
Praticien hospitalier des Centres de soins d'enseignement et de recherche  
dentaires  
Docteur de l'Université d'Orsay  
Département des Sciences anatomiques et physiologiques, occlusodontiques,  
biomatériaux, biophysique, radiologie  
Chef du département d'Implantologie

**- NANTES -**

Pour avoir accepté de diriger cette thèse.  
Pour votre enseignement et vos conseils en implantologie lors de mes vacations  
d'optionnel lors de la 5<sup>ème</sup> et ma 6<sup>ème</sup> année  
Veuillez trouver ici l'expression sincère de ma gratitude et de mon admiration.

**A Monsieur le Docteur Zahi BADRAN**

Maitre de conférences des universités

Praticien hospitalier des centres de soins d'enseignements et de recherches dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Habilité à diriger des recherches

Département de Parodontologie

- NANTES -

Pour avoir accepté de co-diriger ce travail.

Pour votre soutien, vos encouragements et votre disponibilité dans la réalisation de cette thèse.

Veuillez trouver ici l'expression de mes sentiments respectueux et de ma profonde considération.

**A Monsieur le Docteur Xavier BOUCHET**

Assistant hospitalier universitaire des centres de soins d'enseignement et de recherche dentaires

Département d'odontologie Conservatrice et Pédiatrique

**- NANTES -**

Pour avoir accepté d'être membre de ce jury et pour m'avoir fait l'honneur de contribuer à ce travail.

Pour vos nombreux conseils lors de mes vacations en secteur H.

Pour ces échanges autant professionnels que personnels.

Pour ces grands moments du Vendredi soir ou au Voyage de promo

Veuillez trouver ici l'expression de ma gratitude et de mon profond respect.

# Table des matières

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>10</b>
<b>RAPPELS ANATOMIQUES.....</b>	<b>11</b>
1)    L'os maxillaire .....	11
2)    Le Sinus maxillaire.....	12
3)    Région ptérygo-palato-tubérositaire .....	14
4)    Région Molaire et Prémolaire .....	15
5)    Densité osseuse .....	16
6)    Le phénomène de Résorption .....	17
A.    Résorption osseuse post-extractionnelle.....	17
B.    Phénomène de Pneumatisation du SM .....	19
7)    Le Sinus Lift .....	19
A.    Voie crestale.....	20
B.    Voie latérale .....	21
<b>IMPLANTS COURTS .....</b>	<b>25</b>
1)    Définition.....	25
2)    Modification de l'état de surface .....	26
3)    Modification du diamètre implantaire .....	27
4)    Modification du design implantaire .....	28
5)    Avantages et limites des implants courts .....	30
6)    Protocole chirurgical.....	30
<b>IMPLANTS PTERYGOIDIENS .....</b>	<b>32</b>
1)    Définition.....	32
2)    Avantages et limites .....	33
3)    Protocole chirurgical.....	34
<b>IMPLANTS ZYGOMATIQUES.....</b>	<b>37</b>
1)    Définition.....	37
2)    Protocole chirurgical.....	38

3) Avantages et limites .....	43
<b>IMPLANTS ANGULES .....</b>	<b>44</b>
1) Définition.....	44
2) Avantages et limites .....	45
3) Protocole chirurgical.....	46
4) Concept du All-on 4 .....	47
5) Concept du All-on 6 .....	49
<b>REVUE DE LA LITTERATURE .....</b>	<b>51</b>
1) Stratégie de recherche des articles scientifiques.....	51
2) Revue de la littérature des implants courts .....	53
3) Revue de la littérature des implants ptérygoïdiens.....	65
4) Revue de la littérature des implants zygomatiques.....	74
5) Revue de la littérature des implants angulés .....	83
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>93</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>94</b>
<b>TABLE DES FIGURES.....</b>	<b>103</b>

## **INTRODUCTION**

La réhabilitation des secteurs postérieurs des maxillaires par solution implantaire est un challenge complexe du au double phénomène de résorption du maxillaire.

En effet, les phénomènes de pneumatisation et de résorption alvéolaire post-extractionnelle entraînent souvent des hauteurs osseuses sous sinusienne faibles ne permettant pas la mise en place d'implants standards.

Les procédures d'élévation par sinus lift ont fait leurs preuves mais certains patients refusent cette chirurgie pour diverses raisons (couts financier, temps de cicatrisation, morbidité per et post-opératoire...).

De nouvelles approches ont vu le jour ces dernières années afin de contourner la procédure de greffe osseuse et ainsi permettre au patient le positionnement d'implants dans les secteurs postérieurs du maxillaire. Ces techniques, développées dans le but de simplifier les procédures chirurgicales, de diminuer les temps de traitements et les morbidités opératoires vont permettre d'utiliser des volumes osseux zygomatiques ou pterygoidiens ou encore d'utiliser des implants courts et angulés.

Le succès des implants standards n'est plus à démontrer, mais nous verrons que ces techniques implantaires récentes ne possèdent pas toutes des études ayant des niveaux de preuves élevés.

Une première partie sera consacrée aux rappels anatomiques de la région postérieure du maxillaire afin de mieux appréhender l'environnement anatomique.

Nous détaillerons ensuite les différentes alternatives au sinus lift ainsi que leur revue de littérature jusqu'à aujourd'hui. Dans chaque partie seront détaillés les indications, les avantages, les inconvénients de chaque technique.

## **RAPPELS ANATOMIQUES**

### **1) L'os maxillaire**

Il constitue le squelette de la mâchoire supérieure. C'est un os qui s'articule avec tous les autres os de la face et est creusé par une vaste cavité aérique, le sinus maxillaire.

La formation des maxillaires commence dès la 4<sup>ème</sup> semaine in-utéro à partir des bourgeons maxillaires. Il possède une origine membraneuse issue du viscéro-crâne.

Cet os limite :

- Les fosses nasales en dehors
- Le plancher orbitaire en bas
- La cavité orale en haut

De plus, cet os en forme de pyramide triangulaire possède 3 faces :

- Face antérolatérale, face où se situe l'émergence du nerf infra-orbitaire. Cette face est également la voie chirurgicale d'accès de Caldwell-Luc pour accéder au sinus.
- Face Postérolatérale, face qui constitue la tubérosité maxillaire, c'est dans cette face que se trouve le foramen d'où sort le nerf alvéolaire pour se diviser en 3 (supéro-post, supéro-moyen et supéro-antérieur)
- Face supérieure qui constitue le plancher de l'orbite

Il possède également une base interne qui constitue la paroi latérale des fosses nasales.

De plus, 3 processus sont en lien avec cet os :

- Processus frontal, qui limite la partie antérieure de la cavité nasale
- Processus alvéolaire qui porte les dents maxillaires
- Processus palatin, qui constitue la partie antérieure du palais osseux.

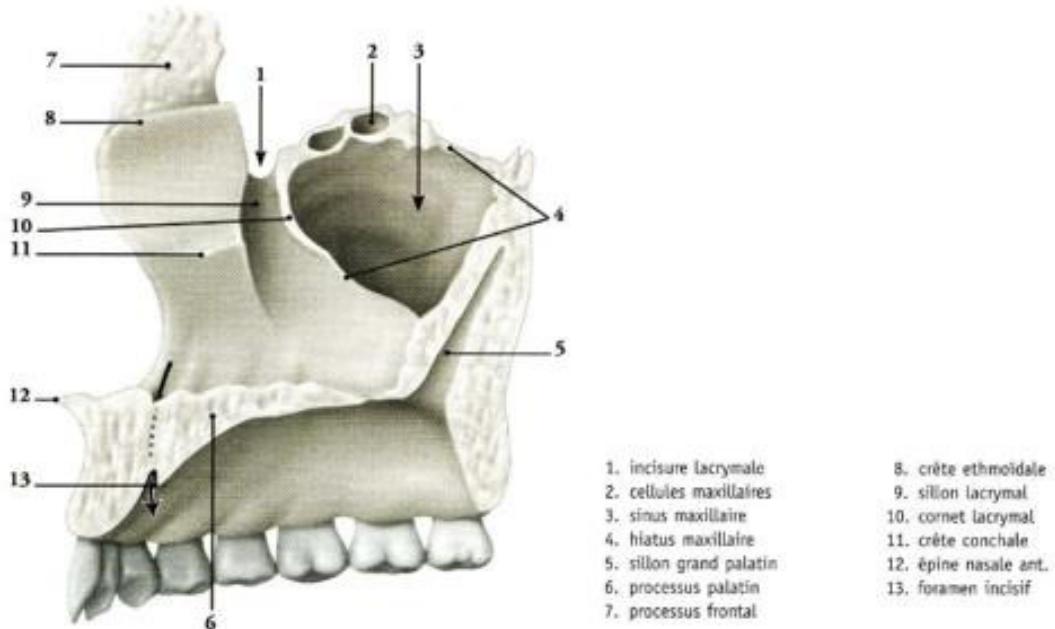


Figure 1: Vue médiale du maxillaire droit

## 2) Le Sinus maxillaire

Le sinus maxillaire est une cavité pneumatique creusée dans l'os maxillaire et qui communique avec les fosses nasales par l'ostium maxillaire. Son développement se déroule de la 10<sup>ème</sup> semaine vie fœtale jusqu'à l'éruption des 3<sup>ème</sup>s molaires. Sa croissance est lente et de taille variable et possède une capacité moyenne de 14,08cm<sup>3</sup> (1)

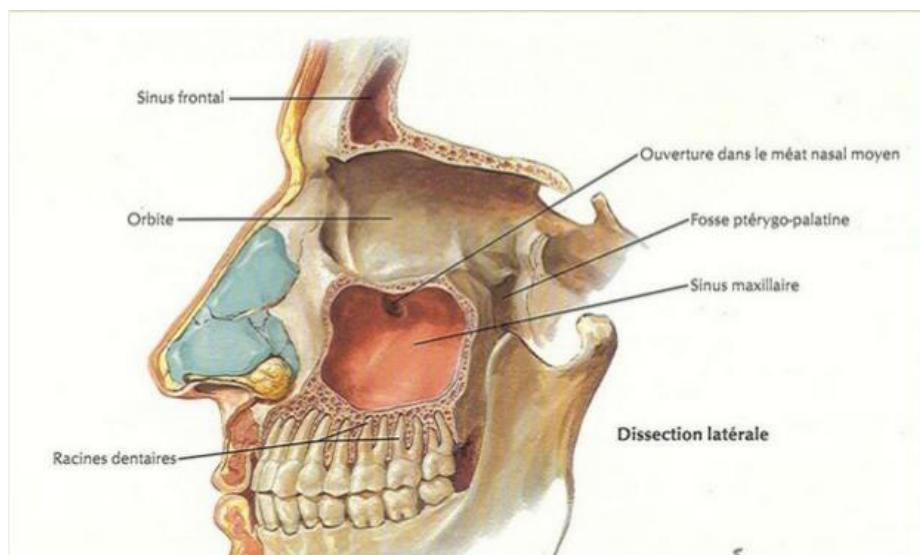


Figure 2: Anatomie du sinus maxillaire sur vue latérale

Le sinus maxillaire possède également une forme pyramidale à base inférieure ainsi que 3 faces :

- Face supérieure ou orbitaire
- Face antérieure ou jugale
- Face postérieure ou pterygo-maxillaire
- Face inférieure ou plancher qui entretient des rapports étroits avec les PM et les M maxillaires
- Une base qui est la paroi interne

Il est constitué de parois osseuses et possède un conduit de drainage situé au sommet de la paroi interne sinusoïde aboutissant au méat moyen, sous le cornet moyen.

Le sinus maxillaire peut présenter des variations anatomiques comme des cloisons de Refend qui sont des septas osseux intra-sinusien qui peuvent compliquer de futurs actes chirurgicaux. Ils peuvent être : orbitaires, zygomatiques, palatins ou alvéolaires.

Toutes les parois du sinus sont tapissées par une muqueuse très fine (0,45 à 1,4mm), la membrane de Schneider. Cette membrane est composée d'un épithélium respiratoire formé de cellules ciliées, de cellules muqueuses et d'un tissu conjonctif sous-jacent. (2)

Le sinus maxillaire possède plusieurs rôles :

- Sécrétion de mucus jouant un rôle antibactérien
- Activité ciliaire permettant l'évacuation des débris
- Réchauffement de l'air inspiré
- Alléger le crâne
- Participation à la croissance fœtale
- Protection lors des chocs de la face par absorption d'énergie

La vascularisation du sinus maxillaire est double, il y a une double boucle entre l'artère alvéolaire postéro supérieure et l'artère infra orbitaire et grande palatine qui vont venir encercler le sinus et réaliser des anastomoses.

La vascularisation artérielle du sinus maxillaire provient de 3 branches collatérales de l'artère maxillaire :

- Artère infra-orbitaire pour la partie supérieur et antérolatérale
- Artère palatine descendante pour la partie postérieure et médiane
- Artère alvéolaire postéro-supérieure pour la partie postérieure

Quelques rameaux ethmoïdaux issus de l'artère ophtalmique complètent sa vascularisation.

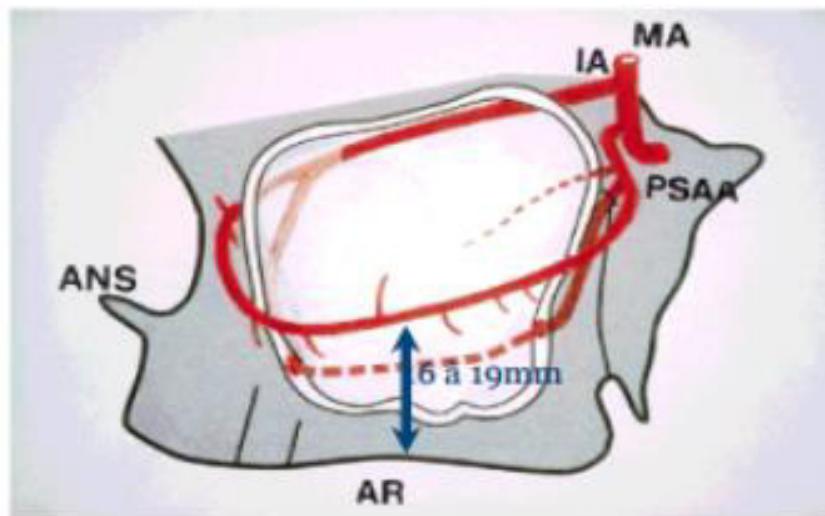


Figure 3: Vascularisation du sinus maxillaire

IA : Artère infra-orbitaire

PSAA : Artère alvéolaire postéro-supérieure

MA : Artère Maxillaire

### 3) Région ptérygo-palato-tubérositaire

Cette région est définie par la réunion de 3 os, à savoir :

- Le processus pyramidal de l'os palatin au centre
- Les processus ptérygoïdes du sphénoïde en arrière
- La tubérosité de l'os maxillaire en avant

C'est une région qui peut permettre la pose d'implants mais où il faut prendre beaucoup de précautions car des paquets vasculo-nerveux volumineux traversent cette région (nerf

maxillaire et artère maxillaire qui après avoir traversé le foramen rond arrivent dans cette région).

Cet assemblage de pièces osseuses constitue un ensemble assez solide pour obtenir une stabilité implantaire. La tubérosité de l'os maxillaire étant constituée en grande partie d'os de faible densité osseuse, elle ne permet pas un ancrage solide des implants à elle seule.

Le principal risque lors des chirurgies implantaire de cette région est le risque hémorragique du à la présence de l'artère palatine descendante qui chemine entre les 2 faisceaux du muscle ptérygoïdien latéral.

#### 4) Région Molaire et Prémolaire

C'est une région où l'os maxillaire est formé de 2 os :

- L'os basal
- L'os alvéolaire qui existe grâce à la présence des dents et surtout du ligament desmodontal.

Une perte de ce ligament entraînera une résorption centripète et donc, un couloir osseux qui sortira du couloir prothétique. Le risque vasculaire est très limité tant qu'on reste en avant de la tubérosité. C'est dans cette région que se réalise la technique de Caldwell-Luc qui consiste à ouvrir une voie de passage vers le sinus maxillaire par voie crestale. La hauteur osseuse dans cette région est souvent limitée en postérieur due à la proximité sinusienne. Dans cette région, la forme et la hauteur des racines dictent la forme du plancher sinusien.



Figure 4: Anatomie du plancher sinusien déformé par les racines dentaires

## 5) Densité osseuse

La densité osseuse est un critère important en implantologie car ce critère va avoir un rôle primordial sur la stabilité primaire et secondaire du futur implant ainsi que son ostéointégration à court et long terme. Un os de densité osseuse satisfaisante assurera une bonne stabilité primaire.

Plusieurs classifications ont été mises au point. Celle qui nous sert de référence aujourd’hui est la classification de Lekholm et Zarb en 1985. Elle classe le type osseux en 4 catégories en prenant en considération la densité de l’os corticale et de l’os trabéculaire. (3)

- **Type 1** : Pas de délimitation nette entre la partie corticale et médullaire, densité importante sur toute la longueur.
- **Type 2** : Nette différence entre partie corticale et médullaire (épaisseur de corticale importante)
- **Type 3** : Nette différence entre partie corticale et médullaire (épaisseur de médullaire importante)
- **Type 4** : La corticale et la partie spongieuse offrent peu de résistance.

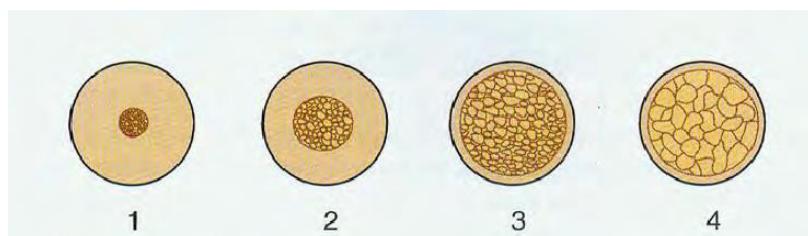


Figure 5 : classification de la densité osseuse selon Lekholm et Zarb

Il est cependant difficile sur une radio en 2D de définir le type d’os du patient. Cependant, avec l’imagerie 3D du cône beam, l’informatique nous permet maintenant de mesurer la densité osseuse qui se mesure en Unité Hounsfield. Cette mesure peut-être directement lue sur les coupes.

Ainsi il a été permis de classer les types d’os de la classification de Lekholm et Zarb en corrélation avec une mesure en unité Hounsfield.

- Type 1 :  $> 850$  UH (Mandibule antérieure)
- Type 2 :  $500-850$  UH (Maxillaire antérieur / Mandibule postérieure)
- Type 3 :  $0$  à  $500$  UH (Maxillaire postérieur)
- Type 4 :  $<0$  UH (Tubérosité Maxillaire)

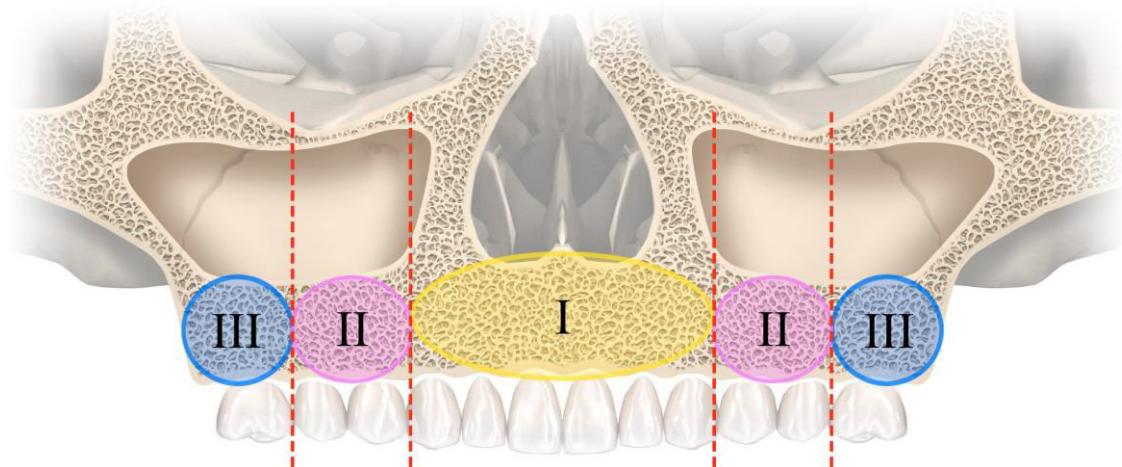


Figure 6 : type d'os généralement rencontré dans la région du maxillaire supérieur

## 6) Le phénomène de Résorption

La taille et la forme des crêtes osseuses sont importantes en implantologie car elles constituent le lieu d'ancrage des futurs implants. Ainsi, plus le volume osseux sera important et plus il sera possible de poser des implants. Cependant, avec le temps le volume osseux diminue et un double phénomène de résorption se met en place dans la région postérieure des maxillaires.

### A. Résorption osseuse post-extractionnelle

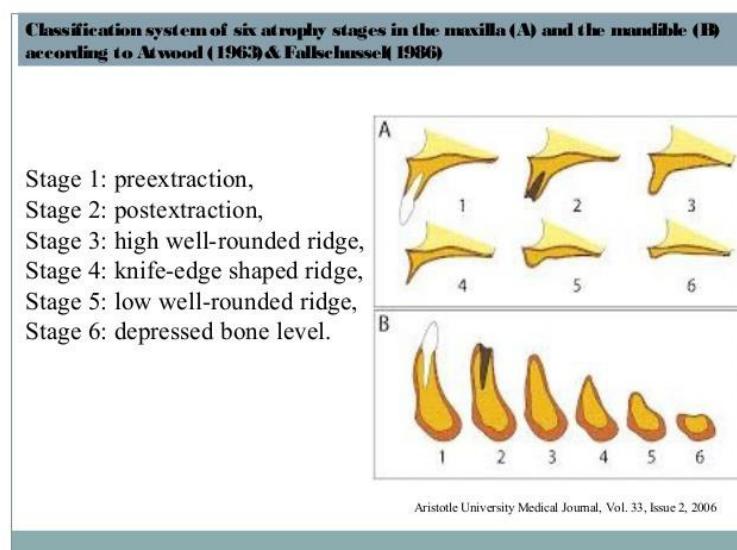
Un remodelage alvéolaire intervient systématiquement après une avulsion dentaire. Cela associe une résorption ostéoclastique de l'os alvéolaire avec une apposition osseuse dans l'alvéole d'extraction.

Le phénomène de résorption est très actif durant les premiers mois de cicatrisation osseuse. Cette résorption concerne la portion alvéolaire de l'os maxillaire (et non sa portion basale). Dans la région postérieure du maxillaire, la résorption s'effectue de façon verticale et horizontale de façon centripète.

La résorption de l'os alvéolaire post-extractionnelle a été étudiée par de nombreux auteurs, notamment selon Atwood (1971). Atwood a décrit cette perte osseuse comme tridimensionnelle, irréversible, progressive et cumulative et d'origine multifactorielle. (4)

Il répertorie la résorption en 6 stades différents :

- Pré-extraction
- Post-extraction
- Bombée
- Lame de couteau
- Arrondie mal affaissée
- Déprimée



*Figure 7 : Classification des stades de résorptions selon ATWOOD*

D'autres auteurs comme Cawood et Howell (1988) ont proposé une classification des différents stades de résorptions alvéolaire. (5)

- Classe I : denté
- Classe II : post- extraction

- Classe III : crête arrondie, hauteur et largeur suffisantes
- Classe IV : crête en lame de couteau, hauteur suffisante, largeur insuffisante
- Classe V : crête plate, hauteur et largeur insuffisantes
- Classe VI : crête concave avec perte de l'os basal

## B. Phénomène de Pneumatisation du SM

La pneumatisation correspond à la formation de cavités remplies d'air dans un tissu osseux. Au niveau du sinus, ce processus commence in-utero pour se terminer au début de l'âge adulte. Ce phénomène physiologique de résorption centrifuge des sinus se fait par action ostéoclastique de la membrane de Schneider sur la corticale du plancher du sinus. Ce double phénomène de résorption explique en grande partie la problématique implantaire dans la région postérieure des maxillaires. (6,7)

Ainsi, dans de nombreux cas, la quantité osseuse sous sinusoïde présente dans les secteurs postérieurs du maxillaire est insuffisante pour permettre la réalisation d'un projet implantaire. Dans ces cas-là, une chirurgie d'élévation du plancher sinusoïde est nécessaire pour retrouver un volume osseux compatible avec la mise en place d'implants.

## 7) Le Sinus Lift

Depuis les années 70, un protocole de comblement osseux sous-sinusien a été mis en place par Tatum permettant un apport d'os autogène tout en conservant l'intégralité de la muqueuse sinusoïde, technique chirurgicale connue sous le nom de « sinus lift ».

Deux approches ont été envisagées :

- Voie crestale ou voie de Caldwell-Luc
- Voie latérale (la plus utilisée)

## A. Voie crestale

Cette technique a été développée pour la première fois par Summers en 1994 (8) qui met au point une méthode d'élévation de sinus à l'aide d'ostéotomes permettant ainsi de condenser l'os. Le principe de cette technique est d'introduire un ostéotome dans le puit de forage implantaire, ce qui entraînera un soulèvement du plancher du sinus avec formation d'une petite cavité sous la membrane. C'est dans cette cavité que sera introduit le biomatériau que l'on va refouler dans le bas fond sinusien.

L'élévation de membrane se réalise uniquement avec des ostéotomes sans ajout de biomatériau si la hauteur d'os à gagner est inférieur à 2mm. Au-delà, elle se réalise progressivement en poussant le matériau de comblement à l'intérieur du puit de forage. Le matériau est d'abord déposé délicatement sur le site puis poussé délicatement sous la membrane grâce aux ostéotomes. L'utilisation d'un maillet permet de sécuriser cette opération.

Avantages de la technique par voie crestale :

- Intervention peu invasive avec des suites opératoires minimales
- Pose de l'implant simultanée
- Peut se transformer en abord latéral en cas de complications

Limitation de la technique par voie crestale :

- Technique à l'aveugle, l'opérateur n'a aucune visibilité de la membrane de Schneider et ne pourra donc pas vérifier l'état de cette membrane durant l'opération
- Technique qui ne permet pas de traiter des défauts de grande étendue
- Inconvénients dues aux chocs des ostéotomes pendant l'intervention
- Si os résiduel > à 6mm

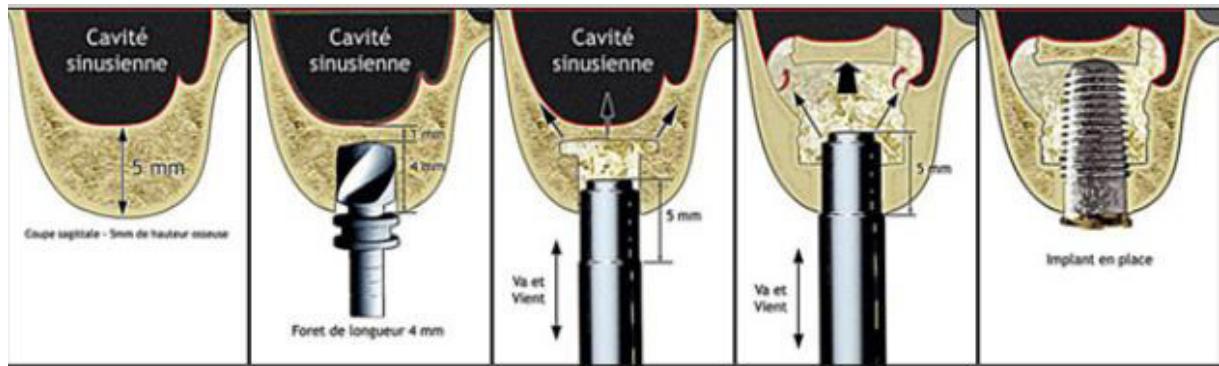


Figure 8 : Technique de comblement sinusien par abord crestal

## B. Voie latérale

La technique par abord latéral a été mise au point afin de permettre la reconstruction de gros volume osseux et d'avoir un meilleur accès visuel sur la membrane. A la suite de cette technique, la mise en place d'un implant pourra se faire dans le même temps (approche en 1 temps) ou différée après la prise du greffon (2 temps).

Cette technique nécessite une incision crestale ainsi qu'un décollement de pleine épaisseur du lambeau. Puis, avec des inserts diamantés de piezochirurgie, on va venir réaliser une petite fenêtre dans l'os. Une fois cette fenêtre osseuse réalisée, la membrane de Schneider apparaît bleutée. L'opérateur va ensuite réclinée cette membrane sinuse en position plus apicale. On viendra ensuite combler le bas fond sinuse avec un matériau de comblement.

L'approche en un temps nécessite :

- Une hauteur osseuse de 5mm d'os résiduel minimum
- Avoir une densité osseuse satisfaisante

Quand ces 2 conditions sont réunies, on peut assurer la stabilité primaire de l'implant dans la même séance.

L'approche en deux temps est nécessaire quand :

- La hauteur osseuse résiduelle est  $< 5\text{mm}$
- La densité osseuse présente ne permet pas d'assurer la stabilité primaire de l'implant

Dans une telle situation, on attendra une période de cicatrisation d'environ 6 mois avant de poser l'implant.

Les avantages de la technique par voie latérale sont :

- Possibilité de reconstructions de gros volumes osseux
- Meilleure prise en charge des complications post-opératoires (hémorragie, perforation...)
- Meilleure visibilité

Limitations de la technique par voie latérale :

- Technique plus complexe que la précédente
- Morbidité plus importante

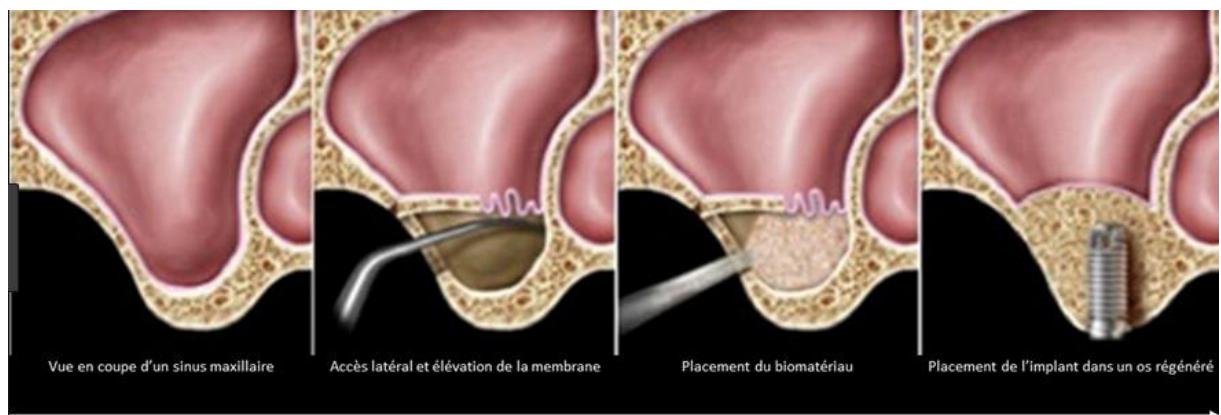


Figure 9 : technique de comblement de sinus par abord latéral

Cette technique de régénération osseuse pré-implantaire est la technique la plus fiable en termes de résultats mais n'en demeure pas moins invasive. En effet, de nombreuses complications incombent à cette technique :

- En per opératoire, la principale complication est la perforation de la membrane de Schneider. (9–14)

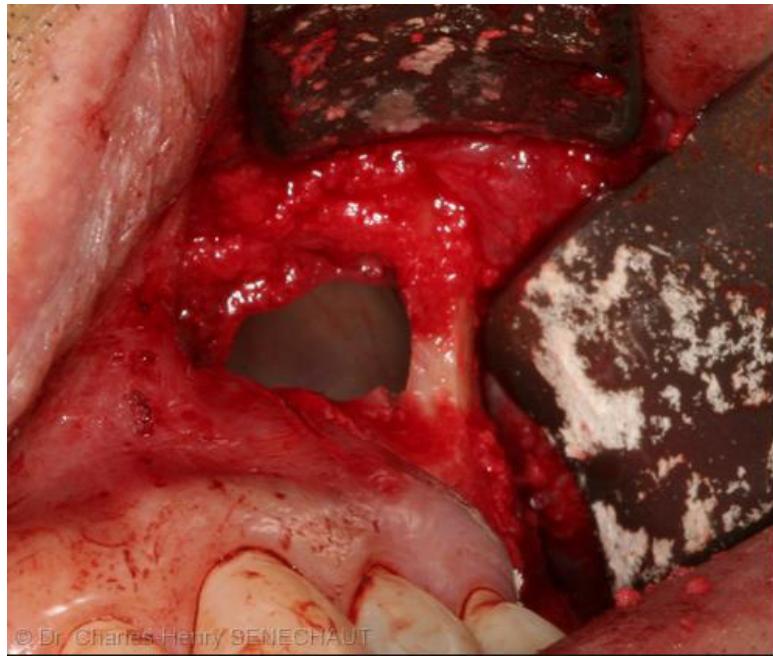


Figure 10 : Perforation de la membrane de Schneider lors d'une élévation de sinus par voie latérale

Ce risque augmente avec la présence des septas osseux où l'adhérence de la muqueuse est plus importante et donc le décollement plus difficile. La finesse de cette membrane plus ou moins adhérente aux parois du sinus entraîne des risques d'effraction importants lors de la chirurgie. Selon la littérature de Fugazzotto en 2015, une perforation de la membrane sinusienne est observée dans 19,5% à plus de 40% des cas de sinus lift. (14)

La taille de la perforation de la membrane de Schneider conditionnera la réussite de traitement.

Selon Hernandez : (12)

- Une petite perforation (<5mm) per-opératoire est une complication peu grave qui n'engagera pas le pronostic de survie implantaire
- Les perforations de taille moyenne (5-10mm) augmenteraient le risque d'échec de 8%
- Les grandes perforations (>10mm) engagent le pronostic de survie implantaire de plus de 25%

D'autres complications ont été référencées par les auteurs :

- Des risques d'abcès et d'infection du greffon sont observés dans 14,7% des cas selon Fugazzotto (14)
- Des infections avec suppuration ont été observées dans 5,6% des cas par Barone (13)

- Le risque de sinusite post-opératoire est de 4,2% et est augmenté chez les patients ayant des antécédents de sinusite chronique selon Altundag (15).
- Barone confirme cette théorie et y ajoute le tabac comme un facteur de risque important. Le risque de sinusite est également augmenté lorsque l'orifice de drainage du sinus est bouché. Son comblement ou le risque de le voir se boucher constitue une contre-indication au sinus lift.
- Risque hémorragique : Un hémosinus peut être observé en cas de perforation de la membrane sinusienne. Cet hémosinus se draine dans les fosses nasales et se manifeste une épistaxis de durée variable.

Depuis plusieurs années, des techniques ont été mises en place pour contourner le sinus lift.

Aujourd’hui, plusieurs alternatives s’offrent au chirurgien-dentiste :

- Implants courts
- Implants zygomatiques
- Implants pterygo-palato-tubérositaire
- Implants angulés

## **IMPLANTS COURTS**

En présence d'un maxillaire atrophié avec une hauteur osseuse sous-sinusienne faible, le praticien cherche de plus en plus à contourner l'élévation de sinus via les implants courts.

### **1) Définition**

Depuis les 20 dernières années, les implants courts se sont développés de manière importante. Historiquement, on parle d'implants courts lorsqu'un implant est  $< à 10\text{mm}$ .

La définition d'implant court est souvent subjective. Selon plusieurs auteurs, il se caractérise par une longueur strictement inférieure à 10 mm, pour d'autres la longueur maximale retenue est 7 mm.

- Selon Lombardo, Thoma, les implants courts sont  $< 8\text{mm}$  de longs (16) (17)
- Selon Annibali, les implants courts sont  $< 10\text{mm}$  de longs (18)
- Selon Esposito, les implants courts font entre 5 et 8mm (19)
- Selon Fugazzotto, les implants courts sont  $< 9\text{mm}$  (20)

Selon le 11<sup>ème</sup> Consensus Européen (EuCC) datant du 06/02/2017 à Cologne : (21)

- **Un implant est considéré comme court si sa longueur est  $< ou = à 8\text{mm}$  et si son diamètre est  $> ou = à 3,75\text{mm}$**
- **Un implant est considéré comme ultra-court s'il mesure moins de 6mm**

Depuis les années 1990, les études se sont multipliées concernant les implants courts et des résultats de plus en plus encourageants ont vu le jour. Les études de ces dix dernières années ont montré des résultats similaires des implants courts par rapport aux implants standards en termes de taux de survie à court et moyen terme.

Il est important de rappeler les critères de succès définis par Albrektsson dans les années 90, qui sont les mêmes pour n'importe quels implants (standards, courts, zygomatique ...). Selon lui, on parlait de succès implantaire si les critères suivants étaient respectés :

- Absence de radio-clarté apicale
- Absence de mobilité implantaire
- Perte osseuse <0,2mm par an après la 1ère année
- Absence de signe d'inflammation (rougeur, douleur, chaleur ...)

Au début et pendant les premières études, ces implants courts avaient des taux de succès significativement inférieurs à ceux des implants standards (22)

Pour améliorer le taux de succès de ces implants, des innovations ont vu le jour au niveau de :

- L'état de surface de l'implant
- Du diamètre implantaire
- Du design de l'implant

Tout cela, dans le but d'améliorer l'ostéointégration et la stabilité primaire de l'implant.

## 2) Modification de l'état de surface

Lors de la pose, la stabilité primaire permet l'immobilisation plus ou moins efficace de l'implant. Son obtention résulte de l'interaction entre le site receveur et la surface implantaire. L'insuffisance de stabilité primaire nécessaire à l'ostéo-intégration constitue une limite d'utilisation des implants courts.

En effet, leur longueur parfois limitée ne permet pas d'obtenir un ancrage assez solide pour obtenir une stabilité primaire. Pour combler cette diminution verticale de surface d'interaction, des améliorations au niveau de l'état de surface, du design et du diamètre ont vu le jour.

Les implants courts à surface usinée ne présentent pas assez d'irrégularité de surface pour permettre la colonisation par les cellules osseuses et présentent des taux de succès significativement inférieurs aux implants courts rugueux. (18) (23) (20)

Les micro-irrégularités de surfaces sur les implants rugueux augmentent la surface implantaire disponible et augmentent la surface de colonisation par les cellules osseuses et donc la stabilité primaire ainsi que l'ostéointégration.

Les études récentes sur des implants rugueux de moins de 10mm ne montrent pas des taux d'échec significativement supérieurs de ces implants par rapport aux implants standards à court et moyen terme. (24). Plusieurs systèmes permettent d'obtenir ces irrégularités de surface comme le sablage ou le mordançage.

### 3) Modification du diamètre implantaire

Le second moyen développé est l'augmentation de diamètre de l'implant pour compenser la perte de longueur verticale. Depuis plusieurs années, une diminution du rapport longueur/largeur des implants est observée voir même inversée.

Dans les secteurs postérieurs des maxillaires, la hauteur sous-sinusienne est dans certains cas extrêmement limitée et la pose d'implant court oblige parfois à réduire considérablement la longueur de l'implant (parfois <6mm).

Pour compenser cette diminution, une très nette augmentation du diamètre implantaire est nécessaire afin de conserver une surface de contact avec l'os suffisante. Selon Renouard et Nissand, les implants sont considérés comme large si leur diamètre dépasse 4,5mm. (24)

Cependant, cette augmentation de diamètre doit respecter les impératifs implantaires qui sont les mêmes que les implants standards :

- Un espace d'au moins 3mm doit être respecté entre 2 implant
- Un espace d'1,5mm doit être respecté entre un implant et une dent
- Un espace d'1mm doit être respecté en vestibulaire et en palatin/lingual

Les implants BICON sont les plus grands témoins du succès de ces implants à gros diamètre. Ces implants à surface rugueuse fait en titane pur spécialement conçus pour les sites à faible densité osseuse comme les secteurs postérieurs du maxillaire présentent des taux de succès comparables aux implants standards.

Les implants BICON possèdent une longueur allant jusqu'à 5mm de long et jusqu'à 6mm de diamètre. Grâce à cela, l'implant BICON peut être utilisé dans plusieurs situations cliniques sans avoir recours aux procédures d'augmentation osseuse.

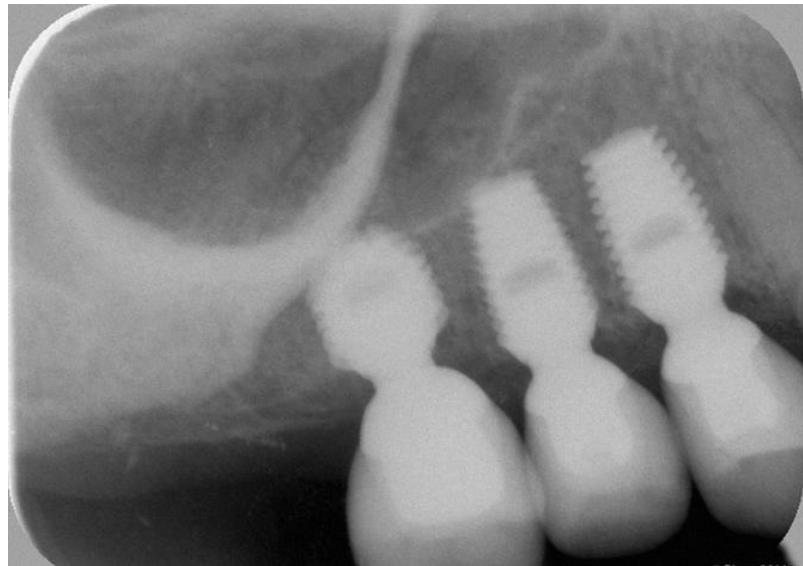


Figure 11 : Implants BICON mis en place dans les secteurs postérieurs du maxillaire

#### 4) Modification du design implantaire

Pour commencer, la forme générale de l'implant peut être modifiée. Plusieurs formes implantaires sont disponibles (conique, cylindrique ou cylindro-conique). La forme qui offre la surface de contact la plus importante est la forme cylindro-conique et est donc la géométrie de choix des implants courts, notamment dans les secteurs postérieurs des maxillaires ou la densité osseuse est faible.

Les spires jouent également un rôle important dans l'augmentation de surface implantaire. En effet, plusieurs critères peuvent être modifiés :

- Le pas de vis
- Le nombre de spire
- L'anatomie des spires

Les spires à section carrée offriront plus de surface de contact os-implant que les spires à section triangulaire.

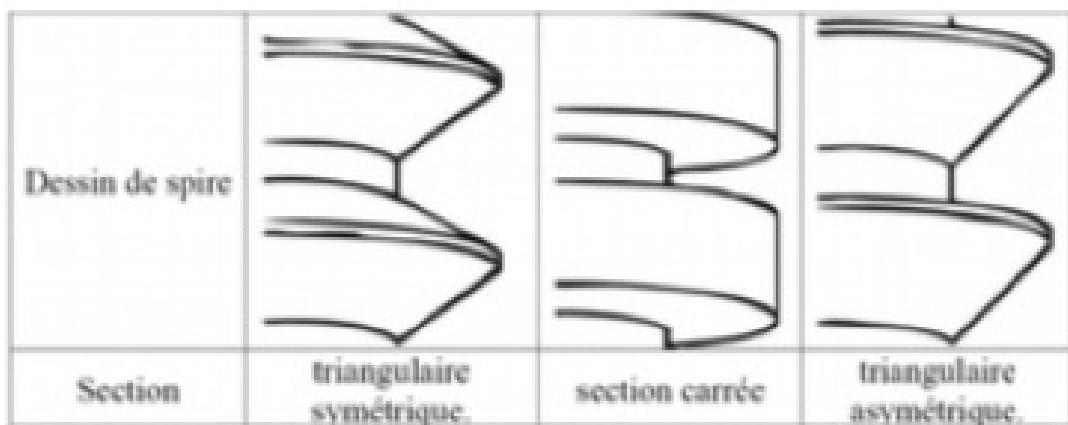


Figure 12 : les différents types de spire en implantologie

La mise en place d'une platform-switching (avec diminution du diamètre du pilier au niveau de la connexion) sur les implants courts dans les régions postérieures du maxillaire permet également d'augmenter la stabilité primaire de l'implant ainsi que la diminution de la perte d'os marginal mais diminue également le risque de péri-implantite. (25)

Dans son étude randomisée contrôlée de 2011, Tellman a montré que les implants courts avec une platform-switching présentaient une perte osseuse marginale significativement inférieure à 1an par rapport aux implants courts présentant une plateforme conventionnelle. (25)

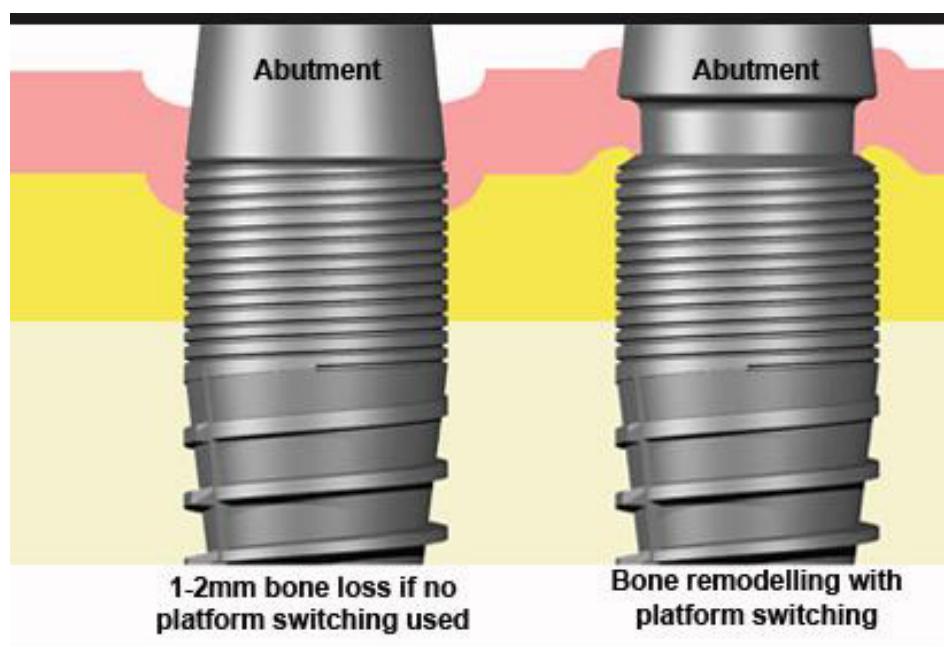


Figure 13 : Perte osseuse marginale avec et sans platform-switching

## 5) Avantages et limites des implants courts

### ↗ Avantages :

- Temps de Traitement moindre : En effet, l'absence de chirurgie d'élévation du plancher évite des temps de cicatrisation parfois important (6 mois après une greffe osseuse)
- Morbidité per et post-opératoire : Il a été prouvé que les chirurgies de sinus lift avec pose d'implant simultané étaient plus douloureuses en post opératoire et que les risques infectieux, hémorragiques, algiques étaient plus importants que pour une pose d'implant seul.
- Cout diminué : Une chirurgie d'élévation de sinus avec pose d'implant simultané à un coût plus important qu'une pose d'implant seul (26)
- Risque chirurgical faible : Pas de risque de perforation de la membrane sinusoïdale ou de tous les risques associés au sinus lift, chirurgie qui reste à accès difficile.

### ↗ Limitations :

Plusieurs facteurs devront être pris en compte pour la pose ou non d'un implant court. Le principal étant la densité osseuse. Dans la région postérieure des maxillaire, la présence d'un os de type III ou IV ne facilite pas l'ostéo-intégration. Comme nous l'avons vu précédemment il est plus difficile de bloquer un implant dans de l'os de faible densité osseuse et ce quelle que soit sa longueur.

## 6) Protocole chirurgical

Une planification et un traitement adéquat, associé à une sélection d'implants adaptés aussi bien en diamètre qu'en longueur sont primordiaux pour le succès et la restauration prothétique à long terme. Avant de procéder au choix d'un implant, il est nécessaire d'évaluer soigneusement l'anatomie osseuse disponible pour le recevoir ainsi que la qualité osseuse du site.

Plusieurs étapes sont nécessaires pour une évaluation complète. Le protocole chirurgical choisi doit être le plus précis possible surtout avec des implants courts afin d'obtenir une stabilité primaire nécessaire au succès implantaire.

Selon Malo, la mise en place de l'implant doit suivre les procédures standards établies par Branemark. L'incision est décalée en palatin de la crête pour obtenir un meilleur repositionnement du lambeau et de la papille pour permettre un apport vasculaire maximal post-chirurgical. (27) (28)

La séquence de forage est modifiée afin de rechercher le maximum de compression et d'ancrage apical. Pour un implant de 3,75mm de diamètre, le site est préparé avec un foret pilote de 2mm puis le site est élargi en coronal avec un foret de 2,8mm puis de 3,15mm. La réalisation d'un « sous-forage » est nécessaire pour obtenir une excellente stabilité primaire. Le countersink n'est pas passé pour éviter de délabrer l'os marginal. La mise en place de l'implant doit se faire avec un torque minimum de 32Ncm.

En post-opératoire, il est demandé au patient d'éviter au maximum d'appliquer des forces de mastication sur l'implant pendant une durée de 4 mois. Puis 10 jours après la chirurgie, les fils sont déposés. Enfin, après 4 à 6 mois de cicatrisation, la couronne définitive peut-être mise en place et un suivi post-opératoire est réalisé.

## **IMPLANTS PTERYGOIDIENS**

La région postérieure du maxillaire est une région anatomique complexe formée par la fusion de 3 os. Au début les chirurgiens estimaient que cette région n'était pas un bon site implantaire et ceux, pour plusieurs raisons :

- C'est une région située derrière la dernière molaire et qui est donc très difficile d'accès
- L'hygiène y est particulièrement difficile
- La zone tubérositaire est formée par un os de type IV, os presque uniquement trabéculaire.
- Paquet vasculo-nerveux important dans la région

C'est Linkow en 1975, puis Tulasne en 1989 qui évoquent en premier les implants ptérygoïdiens pour résoudre les problèmes que posent les maxillaires postérieurs atrophiques. Il considère que si les implants sont engagés dans l'os compact de cette région et bien ostéointégrés, ils peuvent servir de support stable pour les prothèses et ainsi éviter les greffes osseuses sinusienne et les cantilever distaux.

### **1) Définition**

Plusieurs termes sont utilisés pour définir ces implants :

- Implant ptérygoidien
- Implant ptérygo-palato-tubérositaire
- Implant ptérygomaxillaire ...

L'implant ptérygoïdien est défini comme un implant positionné à travers la tubérosité maxillaire avec un ancrage apical dans le processus pyramidal du palatin et dans le processus ptérygoïde du sphénoïde.

La technique sera ensuite reprise et détaillée par de nombreux auteurs. Cette technique permet d'éviter le sinus maxillaire tout en permettant un ancrage postérieur solide.

Les implants utilisés sont des implants longs (>13mm) permettant d'atteindre la tubérosité

maxillaire et surtout le processus ptérygoïde du sphénoïde pour l'ancrage apicale. Dans la plupart des cas, la tubérosité maxillaire présente un volume osseux suffisant pour recevoir des implants mais la stabilité primaire, très difficile à obtenir dans cette région peu dense, oblige l'opérateur à aller chercher un ancrage ptérygoidien ou la densité osseuse et plus importante.

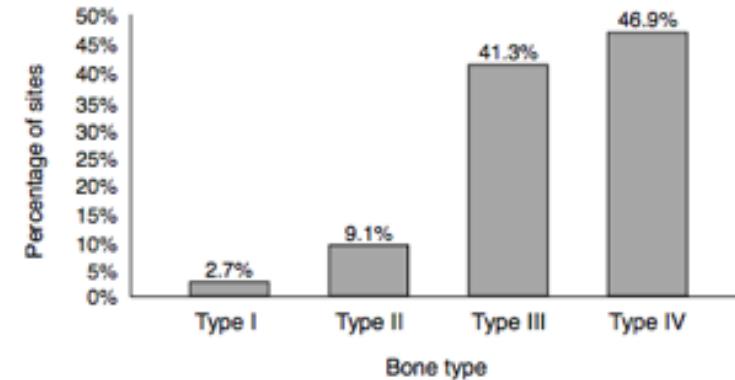


Figure 14 : Type d'os rencontré dans la région pterygomaxillaire

## 2) Avantages et limites

### Avantages :

C'est une technique qui permet :

- D'éviter la chirurgie de comblement de sinus
- La diminution du temps de traitement et des morbidités per et post-op (29)
- D'éviter les bridges en extension en permettant un ancrage postérieur (30) (31)
- D'assurer des antagonistes aux prémolaires et molaires mandibulaires (29)

### Limites :

- Risque de lésion de l'artère palatine descendante donc approche chirurgicale complexe
- Une connaissance parfaite de l'anatomie régionale est nécessaire (32)
- Très opérateur dépendant (29)
- AG en général
- Difficulté d'accès à l'hygiène dans ces régions très postérieures et donc risque d'infection plus important (33)

### 3) Protocole chirurgical

La pose des implants pterygo-maxillaire est très délicate en raison de la difficulté d'accès visuel à la zone. Les dimensions de l'implant posé dépendent de la qualité et de la densité osseuse du site. Une connaissance parfaite de l'anatomie régionale est nécessaire (32)

La littérature décrit deux localisations anatomiques différentes pour placer les implants ptérygoïdes :

- Le processus ptérygoïde
- Région ptérygomaxillaire (32)

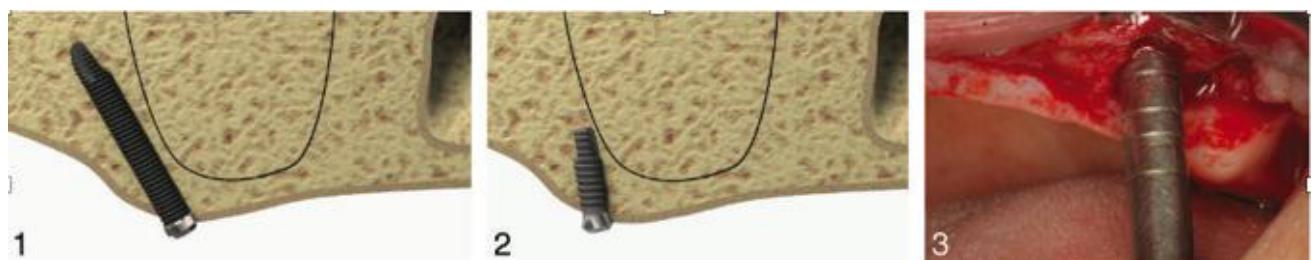


Figure 15 : Différents localisation des implants pterygoidiens

1 : Implants dans le processus ptérygoïde

2 : Implant dans la région ptérygomaxillaire

3 : Usage d'un ostéotome pour créer le lit implantaire

Le plus souvent, l'ancrage va jusqu'au processus ptérygoïde et l'implant mesure en moyenne 15mm de longs et 4mm de diamètre.

Avant de décrire la technique chirurgicale, il est nécessaire de rappeler que la pose de ce type d'implant nécessite une expérience chirurgicale importante et une connaissance détaillée de la région anatomique.

Une incision crestale est réalisée et prolongée en direction postérieure, contournant la tubérosité maxillaire. Une incision de décharge antérieure est réalisée avec pour but d'améliorer la laxité du lambeau et avoir un meilleur accès au site opératoire. Le premier

point de forage, situé en général à quelques millimètres en avant du bord postérieur de la tubérosité maxillaire est marqué.

Balshi décrit une technique utilisant des forets pour créer le site implantaire. Il utilise un guide chirurgical fixé après passage d'un foret de 1,5mm. Le passage d'un premier foret permet d'éliminer les tissus mous du site implantaire et permet de préparer le passage des forets d'ostéotomie. Différents forets sont ensuite passés à travers le guide chirurgical jusqu'à la longueur et le diamètre voulu. Balshi utilise des implants à surfaces rugueuses permettant d'obtenir une stabilité primaire importante. L'inconvénient de l'utilisation de ces forets est leur faible économie tissulaire. (30) (32)

Une autre technique fut décrite quelques années après. Le site implantaire peut-être préparé via une succession de six ostéotomes selon la technique décrite par Veleron col permettant ainsi d'éviter toute lésion de l'artère palatine descendante. (32)

La préparation du lit implantaire est réalisée avec le premier, et le plus fin des ostéotomes. Puis une succession de forage par des ostéotomes de plus en plus large est réalisé afin de préparer progressivement l'axe et le site implantaire(32). Cette technique décrite par Valeron col nécessite une ouverture buccale importante afin d'y placer les ostéotomes.

Nocini et col modifient cette technique en utilisant des ostéotomes angulés afin de faciliter l'accès au site. (34)

Penarrocha et al proposent eux une combinaison de forêts et d'ostéotomes. Dans son étude de 2009, il combine les deux instruments pour placer 68 implants dans la région pterygomaxillaire chez 45 patients. (33)

Cette combinaison lui permet de bénéficier des avantages des 2 protocoles :

- Utilisation des ostéotomes pour minimiser les risques chirurgicaux, préserver le plus d'os possible et avoir une meilleure sensibilité tactile
- Utilisation des fôrets pour faciliter la création du lit implantaire et la pénétration dans l'os cortical

Une attention toute particulière doit être portée à la sensation tactile du praticien lors de la recherche de l'os compact du processus ptérygoïde après passage de l'os spongieux tubérositaire.

C'est une étape très importante et très délicate dans le but de stabiliser l'apex implantaire (29). Durant la procédure, des légers saignements peuvent avoir lieu, ces saignements sont relatifs aux veines présentes dans les muscles ptérygoïdes et peuvent être facilement arrêtés après la pose de l'implant. (29)

Une bonne connaissance de l'environnement anatomique ainsi qu'une bonne expérience du praticien sont gages de succès. En effet, aucune structure vitale n'est présente dans la région d'ancrage de l'implant, la crosse de l'artère maxillaire interne étant 1cm au-dessus de la suture ptérygopalatine. (32,35)

Dans toutes ces techniques, les implants ont une angulation comprise entre 25 et 50 degrés environ. Les patients ne rapportent pas de douleurs post-opératoires importantes. (30–33,35–37)

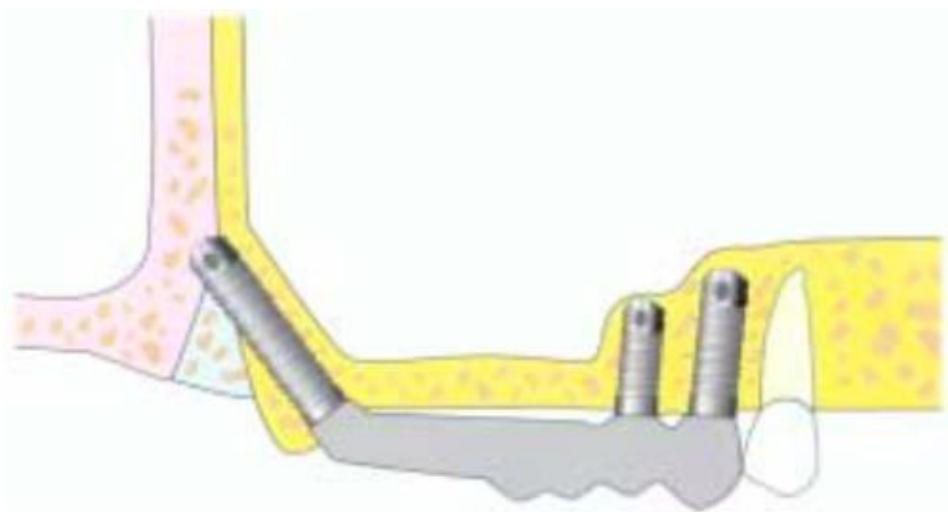


Figure 16 : Implant postérieur engageant la tubérosité, le processus pyramidal et le processus ptérygoïde

## **IMPLANTS ZYGMATIQUES**

### **1) Définition**

Les implants zygomatiques ont été décrits pour la première fois par Branemark en 1988 dans un but de réhabilitation prothétique, soit pour un os maxillaire édenté avec une forte résorption soit pour des séquelles de tumeurs, traumatismes ou malformations congénitales.

Les qualités de régénération de l'os zygomatique et la présence d'un os cortical très dense assurent une bonne stabilité primaire et favorisent l'ostéo-intégration des implants. En moyenne, la hauteur d'os disponible est de 14mm et la dimension antéropostérieure de 20 mm. Cet ancrage permet d'éviter la réalisation de greffes osseuses.

L'implant zygomatique décrit par Branemark était un implant auto-taraudant en titane avec une surface usinée lisse. Différentes longueurs étaient proposées allant de 30 à 52,5mm. L'implant était de forme conique avec un diamètre coronaire en général de 4,5mm et un diamètre apical de 4mm environ. (38)

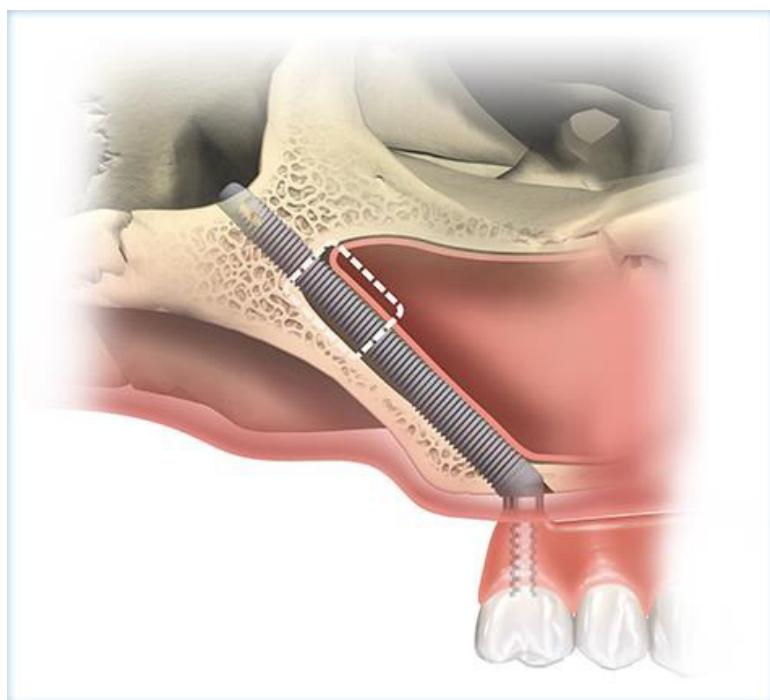


Figure 17 : *Implant zygomatique (noter l'inclinaison de la partie coronaire de l'implant)*

Ce changement de diamètre permettait d'avoir un ancrage suffisant dans la partie alvéolaire tout en limitant les risques de complications per et post-opératoire dans la partie apicale. Une inclinaison de 45° était retrouvée dans la partie coronaire afin de pouvoir réaliser la prothèse implanto-portée.

Depuis 1988 et le développement des états de surfaces, ces implants sont aujourd’hui majoritairement à surface rugueuse afin de stimuler la croissance osseuse sur et au sein de la surface et permettre une meilleure ostéointégration. Différentes angulations sont retrouvées dans la littérature allant de 25 à 55°.

Trois structures sont à considérer :

- Le maxillaire
- Le sinus maxillaire
- L’os zygomatique

Une radio panoramique, un examen type cone-beam et un examen clinique minutieux sont indispensables à la réussite du traitement. Il est important de diagnostiquer une pathologie des sinus en pré-opératoire, car elle pourrait compromettre le succès implantaire. (39)

## 2) Protocole chirurgical

La réhabilitation par des implants zygomatiques nécessite un volume osseux suffisant dans la partie antérieure du maxillaire avec un minimum de 10mm de hauteur et de 4mm d’épaisseur afin de placer des implants standards antérieurs. Si ces conditions ne sont pas préalablement remplies, le succès des implants zygomatiques ne pourra être assuré. (40)

Une antibiothérapie est débutée la veille de l'intervention et se poursuit pendant une semaine à 10 jours. De plus, il peut être prescrit des corticoïdes et des antalgiques qui seront eux aussi commencés avant l'intervention et poursuivis pendant 3 à 4 jours. (41,42)

La mise en place d'implants zygomatiques se réalise sous anesthésie générale. Cette anesthésie est justifiée par le fait que de nombreuses complications peropératoires peuvent avoir lieu et qu'elles sont plus faciles à gérer sous anesthésie générale que locale. (41,43,44)

Une anesthésie locale y est associée (lidocaïne 1/50000 d'épinéphrine) pour diminuer le saignement et diminuer les douleurs postopératoires. (44)

Deux types d'incisions sont réalisables :

- Une incision classique de Lefort 1 sur toute la longueur du maxillaire (celle de Branemark) C'est une incision haute dans la muqueuse alvéolaire jusqu'au contact osseux. Des incisions de décharges sous zygomatiques peuvent être réalisées afin d'augmenter la laxité du lambeau.
- Une incision crestale, beaucoup plus utilisé de nos jours, avec une incision de la crête légèrement placée en palatin afin d'avoir un meilleur accès à la zone pour le forage. Des incisions de décharges sont également réalisées.

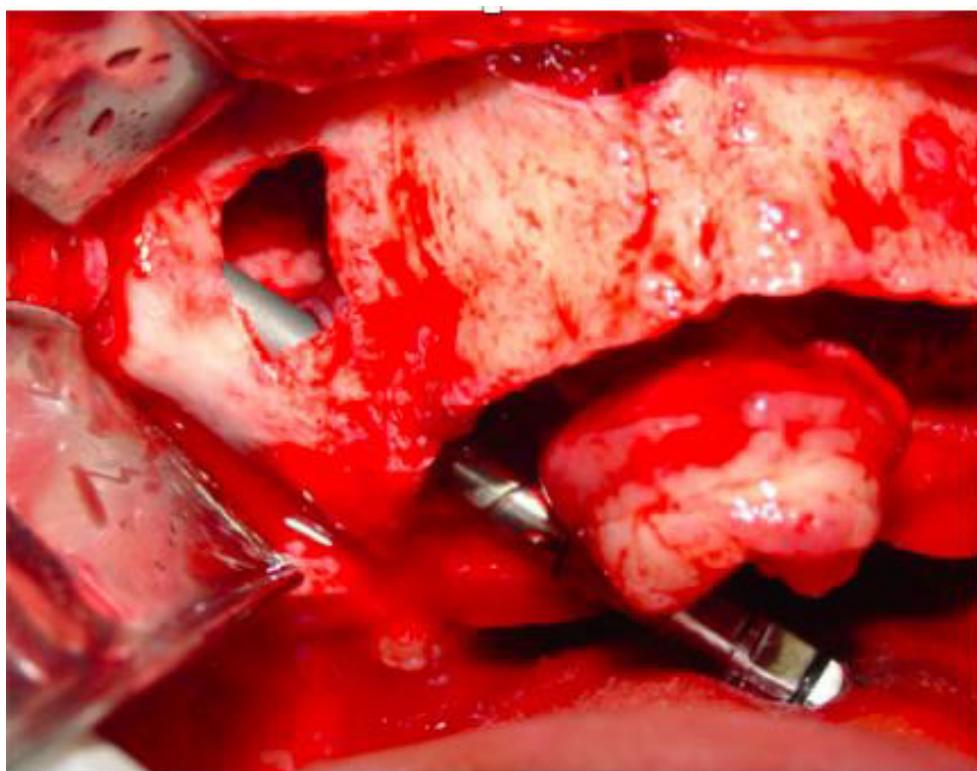
Un lambeau d'épaisseur total muco-périosté est levé, un nettoyage minutieux des tissus mous doit être réalisé afin de permettre à l'opérateur de visualiser le foramen infra-orbitaire. Pendant cette phase, une attention particulière doit être portée :

- Au plancher de l'orbite pour éviter une perforation
- Au muscle masséter, dont la section d'une de ces insertions peut provoquer un saignement important.

Dans un second temps, une fenêtre de 10mm par 5mm doit être réalisée sur la paroi latérale du sinus afin de dégager la membrane de Schneider et garantir son intégrité mais également de contrôler l'axe implantaire lors du forage. Bränemark proposait de placer une compresse d'adrénaline à l'intérieur du sinus pendant quelques minutes, afin de prévenir les saignements ainsi permettre un meilleur accès visuel. Le forage peut ensuite commencer, avec un passage dans la crête alvéolaire puis traverse le sinus sans perforer la membrane et vient ensuite se loger dans la corticale de l'os zygomatique. Une vérification de l'axe implantaire doit se faire via la fenêtre sinusienne mais également avec des jauge de profondeur après le passage de chaque foret. Des sutures sont réalisées après la mise en place de l'implant afin d'assurer une herméticité du site.

Le principal inconvénient de cette technique est lié à l'émergence palatine des implants qui complique la conception de la prothèse supra-implantaire. Cette position peut également réduire la capacité du patient à parler. Elle compromet aussi la santé à long terme des tissus péri-implantaires, en raison de la difficulté qu'ont les patients à nettoyer cette zone.

Deuxièmement, en raison de la trajectoire intra-sinusienne de l'implant, le risque de développer une pathologie sinusale doit être considéré.



*Figure 18 : Implant zygomatique mis en place avec l'approche classique de Branemark*

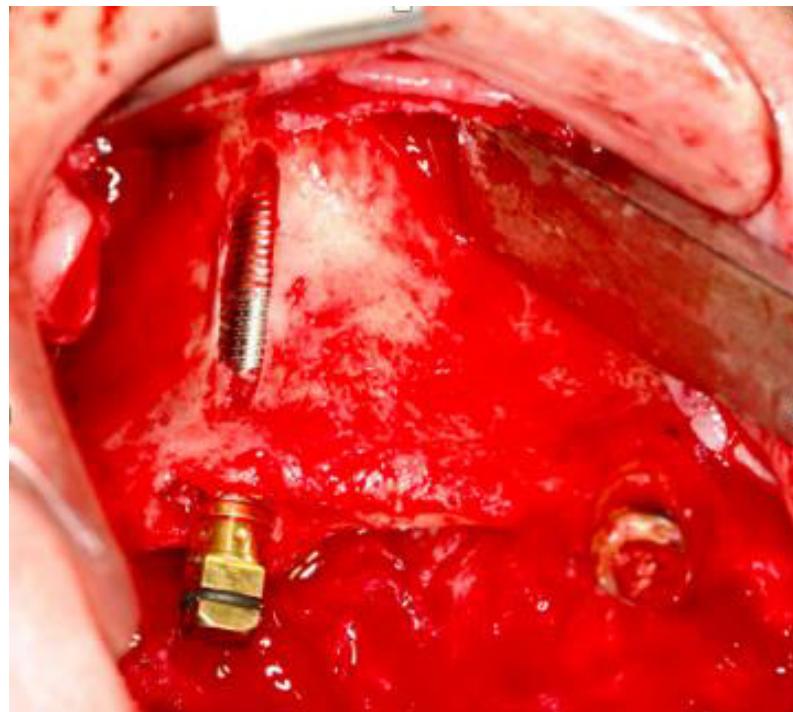
Le protocole de Branemark décrit ci-dessus a depuis été amélioré car l'angulation et l'émergence palatine trop importante de l'implant entraînait des inconforts au niveau du patient et avait pour conséquence le port de volumineux bridge palato-versé.

L'accès à l'hygiène était également très compliqué pour le patient. (43,44) De plus, des problèmes liés à la trajectoire intra-sinusienne de l'implant ont été rapporté (44–46)

Plusieurs propositions pour modifier le protocole de Branemark ont été proposées :

- En 2000, Stella et Warner, développent la « Sinus slot technique ». Cette technique permet une meilleure visualisation de l'implant, permet réduire les complications sinusales ainsi que les complications post-opératoires. (47) Elle est identique à la technique de Branemark sauf qu'on ne réalise pas de volet osseux dans la paroi latérale du sinus mais seulement une rainure permettant ainsi à

l'implant de « glisser » le long de la paroi latérale du sinus et non de le pénétrer. (40). L'augmentation de la surface de contact entre l'os et l'implant est également un point important. Cela permet d'augmenter la stabilité primaire ainsi que l'ostéointégration implantaire. (47–49)



*Figure 19 : Mise en place d'un implant par la technique "Sinus-slot"*

- Une nouvelle technique se développe depuis quelques temps : L'approche extra-sinusale.

Cette technique décrite pour la première fois par Migliorença et al en 2006 avait pour objectif principal de diminuer les problèmes de sinusite en évitant de passer dans le sinus. (50,51). Cette technique est indiquée chez les patients présentant une concavité importante du sinus maxillaire.

Avec cette technique, il n'y a pas de nécessité de réaliser une fenêtre dans la paroi latérale du sinus et cette technique autorise à placer la tête de l'implant tout proche, voir au niveau de la crête osseuse et évite ainsi le positionnement palatin du col implantaire. Cette technique implique de fixer l'implant à la paroi latérale du sinus.

Chez les patients ayant une concavité latérale sinusienne importante, cette approche doit être

favorisée car elle diminue le nombre d'étapes chirurgicales, est moins invasive et réduit le temps opératoire. (48)



*Figure 20 : Mise en place d'un implant zygomatique par la technique extra-sinusale*

Chracanovic dans sa revue de la littérature de 2013 rajoute deux autres techniques peu utilisées (48) :

- L'approche mini-invasive par l'usage de foret guidés.
- La chirurgie assistée par ordinateur

Au début, le protocole de chargement des implants zygomatiques a été une approche en deux étapes avec la mise en place de l'implant et la mise en place différée de la prothèse implanto-portée dans les 3 à 6 mois avec des taux de succès allant de 90 à 100%.

Depuis peu, plusieurs auteurs ont publié des résultats avec un protocole de chargement immédiat avec des taux de succès proche de 100% allant jusqu'à 10 ans. La mise en charge immédiate serait très avantageuse surtout sur les patients édentés complet (39,46)

### 3) Avantages et limites

Les avantages de la mise en charge immédiate sont :

- Une seule intervention
- Esthétique immédiate
- Mise en fonction immédiate et possibilité de manger, parler et communiquer

La complication la plus fréquente observée dans les différentes études, et ceux, peu importe la technique utilisée est la sinusite. Elle est retrouvée dans 2% à 18% des cas selon les auteurs. Mais, toujours selon les auteurs, un simple traitement médicamenteux par antibiotique permettrait de traiter ces infections sans que la survie de l'implant ne soit mise en cause. (41,43,46,52)

D'autres complications liées à la mise en place d'implants zygomatiques ont été listées par les auteurs comme :

- La perforation de la membrane de Schneider
- Infection gingivale
- Fistule
- Paresthésie
- Fracture de prothèses ...

Il existe plusieurs contre-indications à la mise en place d'implants zygomatiques :

- Infections sinusiennes aigues ou chroniques +++
- Anomalies osseuses maxillaire et zygomatiques
- Impossibilité de réaliser une anesthésie générale
- Prise de biphosphonates (CI relatives)
- Tabac important

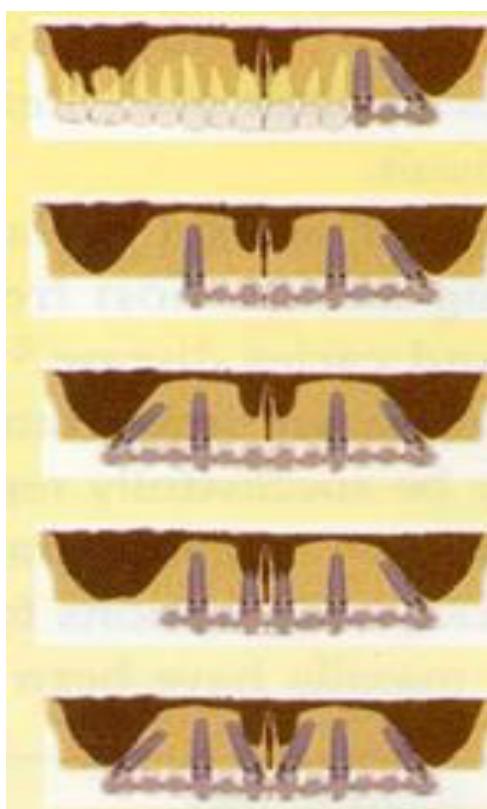
## **IMPLANTS ANGULES**

### **1) Définition**

Les implants angulés ont été mis au point afin de contourner des barrières anatomiques comme un sinus procident au maxillaire. Cela permet la mise en place d'un implant plus long, ce qui assure un ancrage osseux plus important et donc une ostéointégration plus importante.

La position plus angulée du col implantaire permet un engagement plus important de l'os cortical au niveau crestal. Les implants courts peuvent répondre à de nombreux problèmes dans le cas de proximité sinuseuse au maxillaire mais ils ne peuvent être utilisés qu'en présence d'un os de bonne qualité pour compenser leur faible longueur.

Dans d'autre cas, les implants angulés seront plus adaptés. Le concept d'implants angulé remet en cause les principes d'implantologie classique, le praticien fait alors un compromis entre l'orientation axiale dite idéale et le volume osseux disponible.



*Figure 21: Différentes possibilités d'angulation implantaire pour éviter le sinus*

Certains auteurs considèrent qu'un implant est angulé à partir du moment où son inclinaison est supérieure à 15 degrés par rapport au plan occlusal. Selon Krekmanov, un implant est considéré comme angulé s'il est supérieur à 25° degrés. (53)

Malo, Capelli, Agliardi, Degidi eux se réfèrent à 30° degrés pour définir un implant angulé. Dans sa méta-analyse, Ata-ali parle d'implants angulés lors qu'ils sont supérieurs à 30° par rapport au plan occlusal. (54-56)(57)(58)

Anguler les implants de façon à les avoir parallèles au mur antérieur du sinus maxillaire représente une option de traitement favorable selon Aparicio et Malo. Selon ces auteurs, une longueur d'environ 13mm avec une angulation d'au moins 15 degrés suffirait à offrir une excellente stabilité primaire aux implants. (42,59)

Ainsi de nouveaux sites seront exploitables afin d'augmenter l'ancrage osseux et d'éviter les obstacles anatomiques comme le sinus maxillaire. Selon Malo, c'est la paroi antérieure et postérieure du sinus qui sont les plus exploitées au maxillaire.

## 2) Avantages et limites

Avantages des implants angulés selon Krekmanov, Ata-ali : (53,58)

- Permet de placer un implant très postérieur en évitant les structures anatomiques
- Evite les bridges en extensions distal, diminue ainsi les risques de bascule et de fracture (60)
- La longueur de l'implant est augmentée, elle varie en général de 10 à 20mm (61)
- L'ancrage osseux est augmenté, l'implant traversant plusieurs corticales osseuses (nasales, sinusale, zygomatique...) et permet d'accroître la stabilité primaire et donc une meilleure ostéointégration (61,62)

Inconvénients selon ces mêmes auteurs :

- L'accès peut être compliqué pour la restauration prothétique
- Nécessite des piliers angulés pour rattraper l'axe implantaire
- Accès hygiène difficile dans certaines zones très postérieures

### 3) Protocole chirurgical

Selon Agliardi, une incision crestale est réalisée. Elle commence au niveau de la région pterygomaxillaire afin d'obtenir une laxité importante du lambeau et un accès visuel suffisant. Un lambeau d'épaisseur total muco-périosté est levé afin d'accéder à la paroi antérieure du sinus. (56)

Une perforation du mur latéral est ensuite réalisée afin de pouvoir contrôler l'épaisseur de la paroi sinusienne, son inclinaison ainsi que l'axe implantaire lors du forage. Les implants les plus distaux sont placés en premiers, parallèles à la paroi sinusienne. (56)

Le forage implantaire se réalise grâce à un guide chirurgical qui permet d'obtenir un parfait parallélisme de l'implant et de la paroi sinusienne. Les implants sont en moyenne inclinés entre 15 et 30° par rapport au plan occlusal. Après passage du premier foret de 5mm, un contrôle radiographique est réalisé afin de vérifier que l'axe de forage correspond à l'axe souhaité (63)

Dans le cas d'une réhabilitation par des implants angulés et axiaux, les implants axiaux sont placés en second. En effet, lors du forage implantaire des implants angulés, des complications et des modifications d'axe peuvent avoir lieu (si perforation de membrane par exemple).



Figure 22 : Implants angulés permettant d'éviter le sinus

Les aléas sont beaucoup plus prévisibles sur les implants droits antérieur ou aucune structure anatomique n'interfère lors du forage et où la marge de manœuvre est plus importante.

Selon Agliardi, il faut sous préparer les axes implantaires sans passer le countersink afin d'augmenter la stabilité des implants angulés. Les implants sont ensuite placés et torqué à 30 Newton. (56)

Dans le cas de réhabilitation complète par couplage d'implants droits et angulés, une mise en charge immédiate est réalisable afin que le patient reparte avec un appareil permettant ainsi au patient de manger, mastiquer et parler.

Aparicio, préconise l'utilisation d'un pilier angulé de 30°, 6 mois après avoir placé l'implant afin d'obtenir un meilleur parallélisme et faciliter la réalisation prothétique. (59)

#### 4) Concept du All-on 4

Le concept du « all on 4 est une technique de réhabilitation qui a été décrite pour la première fois par Malo en 2003. (54)

En 2003, dans son étude, Malo aborde la réhabilitation des édentés complets à la mandibule. La technique au maxillaire sera décrite plus tard, en 2011 et possède moins de recul clinique. (64)

La technique du All-on-4 consiste à mettre en place 4 implants, répartis de façon à permettre la restauration prothétique d'un édenté complet. Les 2 implants postérieurs sont angulés et sont associés à 2 implants antérieurs droits. (64,65)

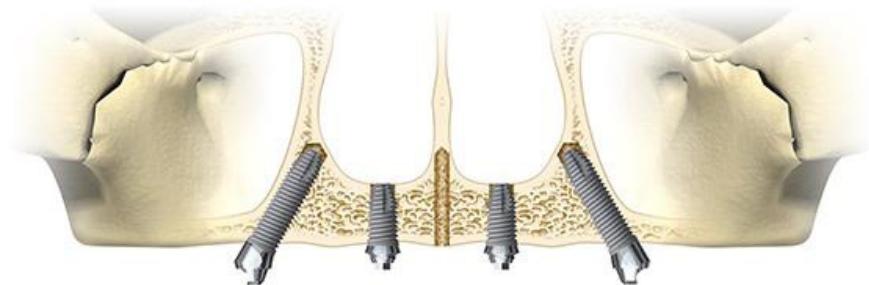


Figure 5: all on four

Une petite fenêtre osseuse est réalisée afin de faciliter et de contrôler la mise en place des 2 implants angulés. Les implants angulés sont mis en place en premiers.

Malo recommande l'utilisation d'un guide afin de sécuriser la procédure chirurgicale. Il précise que l'insertion des implants suit les procédures standards excepté le fait que les puits de forage sont sous-préparés et le countersink n'est pas passé afin de conserver le maximum d'os marginal.

Les implants postérieurs angulés sont placés de façon parallèle au mur antérieur du sinus maxillaire. La tête de l'implant aboutit dans la région 2<sup>ème</sup> prémolaire / 1<sup>ère</sup> molaire. (64)

Le pilier implantaire angulé de 30° est connecté à l'implant afin de rattraper l'axe prothétique. Les implants postérieurs possèdent un diamètre de 4mm. Les implants antérieurs sont orientés verticalement et placés également grâce au guide chirurgical.

Une attention particulière doit être portée dans le choix des implants et le positionnement des implants antérieurs pour éviter qu'ils ne rentrent en conflit avec l'apex des implants angulés. Les implants antérieurs ont un diamètre de 3,3mm à 4mm et sont insérés au niveau de l'incisive latérale voir de l'incisive centrale.

Avec ce positionnement implantaire, Malo assure un ancrage osseux maximal et une distance inter-implantaire importante. Malo autorise également le positionnement de petit cantilever postérieurs (environ 10mm en moyenne) commencent au niveau de la 2<sup>nd</sup> prémolaire/1<sup>ère</sup> molaire

Malo propose également une mise en charge immédiate le jour de la pose des implants permettant ainsi au patient de repartir avec une prothèse et lui permettant de retrouver ses fonctions masticatoires, esthétiques, phonatoires...

Six mois après la mise en place des implants, la prothèse complète supra-implantaire peut-être mise en place.

#### Avantages de la technique All-on 4 de Paulo Malo :

- Mise en charge immédiate dans la majorité des cas permettant la phonation, mastication, élocution et esthétique convenable.

- Les patients peuvent confortablement manger des aliments durs
- Moins de douleur qu'avec la technique traditionnelle car la prothèse ne frotte plus sur la région de la chirurgie, elle agit plutôt comme un pansement protégeant les sites de chirurgie.
- La procédure ne nécessite pas de greffe osseuse préalable dans la majorité des cas. Cette procédure possède maintenant un recul clinique satisfaisant et des résultats très encourageants.

## 5) Concept du All-on 6

Le concept du All-on 6 varie en fonction du nombre, du positionnement et de l'angulation des implants.

Agliardi, dans son étude de 2012, propose la mise en place de 4 implants angulés et de 2 implants droits antérieurs. Les 2 implants les plus postérieurs sont placés parallèlement au mur postérieur du sinus maxillaire avec une inclinaison de 30 à 45° par rapport au plan occlusal. (66)

Les 2 implants angulés antérieurs sont mis en place de la même façon et parallèles au mur antérieur du sinus maxillaire. Les 2 implants antérieurs sont eux placés verticalement au niveau des incisives latérales.

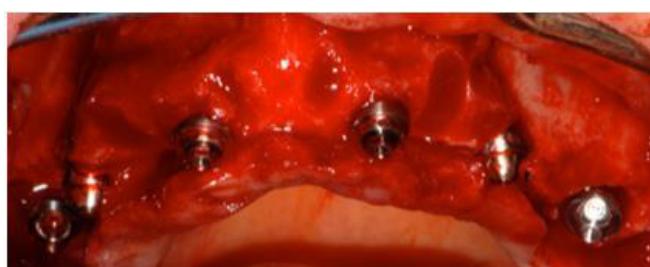
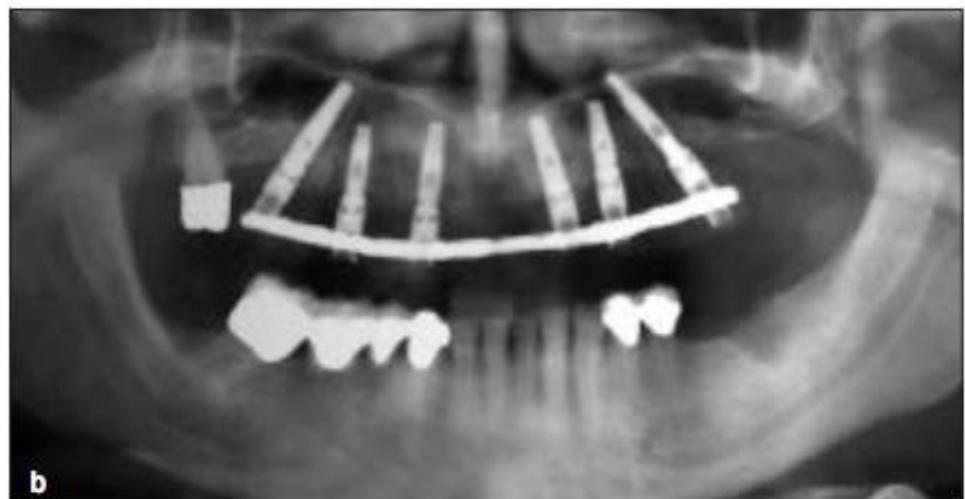


Figure 6: Technique du All-on 6

Testori et Capelli publient en 2017 une étude où ils proposent une autre approche du All-on-6. Les auteurs placent en 1<sup>er</sup> lieu 2 implants postérieurs parallèles au mur antérieur du sinus maxillaire et angulés d'environ 30 à 35 degré par rapport au plan occlusal. (67)

Ils placent ensuite 4 implants antérieurs verticaux, 2 dans la région prémolaire et 2 au niveau des incisives latérales. (67)



*Figure 7: Autre technique de All-on 6*

## **REVUE DE LA LITTERATURE**

### **1) Stratégie de recherche des articles scientifiques**

Les données et résultats décrits dans cette thèse s'appuient sur l'analyse d'articles scientifiques.

La recherche informatique a été menée à l'aide des bases de données Pubmed. La recherche a été limitée aux articles de revues indexés, rédigés en anglais uniquement, sur une période allant des années 90 à 2017 avec dans la grande majorité des articles de 2010 à 2017.

Les mots clés utilisés dans notre recherche sont les suivants :

- short implant
- Zygoma implant
- tilted implant posterior implant
- atrophic Maxila
- short implant vs sinus lift
- complication of sinus lift
- Pterygomaxillary implant
- Maxillary sinus

Des associations de mots-clefs ont été réalisées afin d'affiner la recherche et de mieux cibler les articles.

A cette recherche informatique a été associée une recherche dans différentes revues scientifiques comme « Implants » ou « Clinique » ainsi que le JPIO (Journal de parodontologie et d'implantologie orale).

L'analyse des articles de la bibliographie s'est faite selon le guide de l'Agence d'Accréditation et d'Évaluation en Santé (ANAES) reconnu par la Haute Autorité de Santé

(HAS). Ce guide a comme objectif d'établir un niveau de preuve de chaque article afin d'en connaître sa fiabilité scientifique.

Les articles utilisés dans cette thèse ont été évalués et un niveau de preuve leur a été attribué. Les différentes données sont décrites dans les tableaux annexes.

Les études de niveau 1 correspondent aux revues de la littérature et méta-analyse ainsi qu'aux études randomisées de forte puissance.

Les études faisant partie du niveau de preuve 3 ou 4 sont en général des études avec une population d'étude faible, un suivi à long terme insuffisant ou un nombre de biais important.

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

Figure 8: Niveau de preuve scientifique des études selon l'ANES

## 2) Revue de la littérature des implants courts

Les mots clefs utilisés dans la base de recherche PUBMED afin d'affiner notre recherche ont été :

- « short dental implant »
- « short implant vs sinus lift »
- « short implant vs long implant in posterior jaw »

Différentes associations de mots clefs ont été réalisées afin d'affiner nos recherches et se concentrer sur les articles les plus précis sur le sujet traité.

### Critères d'inclusions :

- Études cliniques sur l'être humain avec au moins 20 patients
- Études cliniques menées après 2005
- Articles cliniques rédigés en anglais
- Études cliniques contrôlées randomisées comparant implants courts vs implants longs et sinus lift
- Revues de littératures ou méta-analyse réalisées depuis 2010.

### Critères d'exclusions :

- Études non centrées sur le sujet
- Études cas clinique
- Études de faible niveau de preuve (cohorte, rétrospectives, prospectives ...)
- Études animales
- Études anciennes ou de faibles étendues

La recherche scientifique réalisée nous a amenée à analyser 18 études sur les implants courts.

Sur ces 18 études nous avons :

- 5 revues de la littérature (Annibali 2011, Sun-Huang 2011, Lemos 2016, Thoma 2015 et Sung-Ah-Lee 2014)
- 1 méta-analyse (Goncalves 2015)
- 12 articles originaux dont 10 études contrôlées randomisées

#### **Analyse des articles originaux (ANAES, 2000)**

	OUI	NON	?
<b>1. LES OBJECTIFS SONT CLAIREMENT EXPOSÉS</b>	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 15, 17	11	
<b>2. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE</b>			
- l'étude est comparative	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 17	11, 15	
- l'étude est prospective	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 17	11, 15	
- l'étude est randomisée	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 17	11, 15	
- le calcul du nombre de patients a été fait à priori	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 17	11, 15	
- toutes les variables cliniquement présentes sont prises en compte	8, 9, 10, 13	4, 5, 6, 7	2, 11, 15, 17
- l'analyse statistique est adaptée	2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 13, 17	7, 11, 15	
<b>3. LES RÉSULTATS SONT COHERENTS AVEC L'OBJECTIF DE L'ÉTUDE ET TIENNENT COMPTE D'ÉVENTUELS EFFETS SECONDAIRES</b>	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 17	11, 15	
<b>4. APPLICABILITÉ CLINIQUE</b>			
- la signification clinique est donnée	2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 17	15	11

Commentaires :

On note que la grande majorité des articles originaux dédiés aux implants courts sont des études cliniques contrôlées et randomisées.

10 des 12 études sont études randomisées et seul 2 études sont rétrospectives.

Cependant, la majorité des études randomisées décrites ici présentent des résultats à court terme, avec des résultats allant en moyenne de quelques mois à 3 mois après la mise en charge.

On établit donc le grade scientifique des différents articles thérapeutiques de la manière suivante :

- GRADE B pour les articles : 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 17
- GRADE C pour les articles : 11 et 15

### **Analyse des revues de synthèse (ANAES, 2000)**

(On désigne par revues de synthèse, l'ensemble des méta-analyses, les systematic review et les review)

	Totalement	Partiellement	Pas du tout
<b>1. LES OBJECTIFS DE LA REVUE DE SYNTHÈSE SONT CLAIREMENT EXPOSÉS</b>	3, 14, 16, 18	1, 12	
<b>2. MÉTHODOLOGIE</b>			
<b>2.1. Procédures de sélection</b>			
- l'auteur décrit ses sources de données	1, 3, 12, 14, 16, 18		
- les critères de sélection des études sont pertinents	1, 3, 14, 16, 18	12	
- les critères d'inclusion et d'exclusion sont décrits	1, 3, 12, 16, 18	14	
- les études non publiées sont prises en compte	18	1	3, 12, 14, 16
<b>2.2. Méthode d'analyse</b>			
- les modalités de la lecture critique sont précisées	3, 12, 16, 18	1, 14	
- l'auteur présente la méthode utilisée pour réaliser la synthèse des résultats	1, 3, 12, 14, 16, 18		

3. RÉSULTATS			
- l'auteur décrit les résultats	1, 3, 12, 14, 16, 18		
- l'auteur commente la validité des études choisies	3, 16, 18	1, 12	14
- ses conclusions s'appuient sur des données fiables dont les sources sont citées	1, 3, 12, 16, 18	14	
4. APPLICABILITÉ CLINIQUE			
- la revue de synthèse permet de répondre en pratique à la question posée	1, 3, 12, 16, 18	14	

Commentaires : La plupart des revues de la littérature scientifique exposent clairement le sujet traité et exposent leurs sources de données.

La plupart des revues se basent sur des données fiables et bien décrites, ce qui donne un grade scientifique important à certaines études :

- GRADE A : 1, 3, 16 et 18
- GRADE B : 12 et 14

Depuis ces 15 dernières années, les études montrent des résultats de plus en plus encourageants concernant les implants courts. Ainsi, 5 revues de la littérature et 1 méta-analyse seront détaillées.

Avant de commencer, nous précisons que toutes ces études concluent à des taux de survie similaires entre les implants courts et les implants longs.

Renouard et Nisand, dans leur étude de 2006 évaluent le taux de survie implantaire en fonction de la longueur et du diamètre. Leur étude se base sur 53 études entre les années 90 et 2005. (24)

Douze des cinquante-trois études recensées indiquent un taux d'échec avec les implants courts associés à :

- Un protocole classique de forage
- Un niveau opérateur dépendant
- Un état de surface usiné (=lisse)

Renouard et Nisand montrent sur vingt-deux récentes études, des taux de survie comparables avec des implants standards si on utilise :

- Une procédure chirurgicale adaptée
- Implants à surface rugueuse

Selon Renouard et Nisand, quand une préparation chirurgicale est en adéquation avec la densité du site osseux, que l'implant est de surface rugueuse, que le praticien est expérimenté et compétent, les taux de survie des implants courts ou de larges diamètres sont similaires à ceux obtenus avec des implants longs ou de diamètres standards.

Ils conseillent l'utilisation de ce type d'implants dans les régions où les résorptions osseuses sont importantes afin d'éviter les greffes osseuses (notamment sous-sinusienne) ou les atteintes du nerf alvéolaire.

Annibali, dans sa revue de littérature de seize études (dont 2 RCT : Cannizaro, 2009 et Felice 2010) de 2011, étudie 6193 implants dont 1871 placés au maxillaire postérieur. Il s'intéresse au taux de survie des implants courts <10mm. (18)

Il conclut à un taux de survie cumulé de 99,1% pour les implants courts et donc à un taux de survie significativement similaire entre les implants courts (<10mm) et les implants longs. Il trouve également un taux de survie plus important pour les implants rugueux par rapport aux implants usinés. Cependant, la majorité des implants posés dans cette étude ont été posé à la mandibule (=3458) contre seulement 1871 au maxillaire postérieur.

Annibali définit les implants courts comme étant <10mm et dans son étude la grande majorité des implants font 8mm ce qui ne permet pas de juger réellement du taux de survie des implants de 5 ou 6mm utilisés de nos jours. De plus, sur les 16 études analysées par Annibali, définit un suivi allant de 1 à 14ans mais avec une moyenne de 3,2ans +- 1,7ans. Huit études s'arrêtent à 5 ans de suivi ce qui ne permet pas de juger d'un suivi à long terme sur plusieurs dizaines d'années.

Goncalves, sort une Méta-analyse en 2015 basée sur 13 publications entre 2000 et 2014. Il étudie les facteurs suivant sur plus de 1260 implants courts (68) :

- CSR (Toutes les études)
- Ratio couronne/implant (4 études)
- Perte osseuse marginale (Toutes les études)
- Complications biologiques et biomécaniques (6 études)

Chaque paramètre étant analysé de façon différente entre les études, l'auteur considère qu'il faut quand même réaliser des études complémentaires pour confirmer les résultats ci-dessous.

Le taux de survie des implants courts varie de 84% (Etude de Perelli en 2011, qui porte sur des implants courts à la mandibule) à 5ans à 100% à 10ans selon les études. Hormis l'étude de Pereilli, les résultats varient de 93,3% à 100%.

Goncalves conclut à un taux de survie moyen similaire entre les implants courts et standards. Il précise que ces résultats ne peuvent être que des hypothèses et que d'autres études à plus long terme doivent être menées pour confirmer ces résultats.

En effet, dans cette étude, le suivi moyen est de 3-4ans ce qui est insuffisant pour confirmer des résultats à long terme. Toutes les études rapportent des implants ayant subi un traitement de surface et donc de surface rugueuse. Cela confirme les résultats précédents qui précisent que les implants courts à surface rugueuse obtiennent des taux de survie similaire aux implants longs.

La perte d'os marginale varie de 0 à 2mm entre les études avec pour la plupart des études une perte osseuse marginale <1mm après la première année. Ces résultats semblent similaires voir inférieurs à la perte osseuse marginale observée dans les implants standards, cependant Goncalves précise que les points de référence utilisés dans chaque étude sont différents et donc qu'aucune conclusion ne peut être faite. De plus, chaque étude utilise un design implantaire différent, un diamètre et une longueur différente.

En 2015, Esposito va même plus loin en réalisant une étude comparant le taux de succès de 46 implants courts de 4mm et d'implants de 8,5mm ou plus chez des patients ayant une hauteur

osseuse sous-sinusienne de 11mm. Quatre mois après la mise en charge, les taux de survie sont respectivement de 96% et 97%. Esposito en déduit que les implants court peuvent être une alternative fiable aux implants standards. Ces résultats nécessitent des études avec un suivi et une population plus importante. (69)

- **Comparaison implants courts vs longs + sinus lift**

De nombreuses études se sont intéressées à la comparaison entre les 2 techniques :

- Des études randomisées contrôlées : Esposito (2011, 2014, 2015), Felice (2011, 2012, 2015), Guljié (2014), Bechara (2016), Jun-Yu (2015) (19,69–76)
- Des revues de la littérature : Sung-Ah lee (2014), Thoma (2015) (16,77)

Thoma publie en 2014 une revue de la littérature comparant l'utilisation du sinus lift associée à la mise en place d'implants standards et d'implants courts (<8mm) dans les secteurs postérieurs du maxillaire issue de 8 RCT's (Etude clinique randomisée). Cinq de ces études ont un suivi sur (18-19 mois) et trois études sur (8-9mois). (16)

Dans les études à long terme, le taux de survie des implants longs est de 99,5% et celui des implants courts de 99%. Dans les études à court terme, le taux de survie des implants longs est de 100% et celui des implants courts est de 98,2%.

Les complications majeures observées dans ces études sont :

- Perforation de membrane
- Douleur per et post-opératoire avec l'élévation de sinus

Thoma conclue que les taux de survie sont similaires pour les deux types d'implants mais que de nombreuses complications per et post-opératoires sont présentes dans le sinus lift.

En 2011, Esposito et coll. comparent le taux de succès de 34 implants courts de 5 mm à 38 implants longs de 10 mm suite à un sinus lift, chez des patients ayant une hauteur osseuse sous sinusienne de 4 à 6 mm. Après un suivi d'un an, aucune différence significative n'a été notée en termes de complications. (70)

Cependant, ils observent significativement plus de pertes osseuses avec les implants longs (1,2 mm) par rapport aux implants courts (1 mm). Esposito en déduit qu'il est préférable d'utiliser des implants court lorsqu'il reste 4 à 6mm d'os dans les secteurs postérieurs des maxillaires.

Cependant, les études d'Esposito sont réalisées sur des échantillons de petites étendues et nécessitent des études à plus grande échelle pour confirmer ces résultats. (19,69,70,78)

Esposito en déduit que les implants court peuvent être une alternative fiable aux implants standards. Ces résultats nécessitent des études avec un suivi et une population plus importante.

Esposito, comme Thoma souligne également que les patients rapportent moins de douleur et de complications post-op chez les patients ne recevant pas d'élévation de sinus.

Felice dans ses études de 2011, 2012 et 2015 arrive aux mêmes conclusions. Dans son étude la plus récente il compare le succès d'implants courts de 5mm avec la mise en place d'implants standards de 10mm associés à un sinus lift (via un os anorganique bovin =endobon) chez des patients partiellement édentés dans les secteurs postérieurs du maxillaire. (71,75,76)

Un an après la mise en charge, il obtient un taux de survie de 100% pour les 2 groupes. Il obtient une perte osseuse marginale statistiquement similaire pour les 2 groupes à 1an.

Bechara, dans son étude de 2016 obtient également les mêmes résultats à 3ans avec des implants de 6mm vs des implants de 10mm associés à des élévarions de sinus. Il obtient même un CSR de 100% pour les implants courts contre 95% pour les implants longs. (73)



## IMPLANTS COURTS

INVESTIGATEURS	SUJET	POPULATION DE L'ÉTUDE	IMPLANTS	PROTOCOLE DE L'ÉTUDE	TAUX DE SURVIE	REMARQUE DE L'ÉTUDE	DESIGN DE L'ÉTUDE	GRADE
ANNIBALU et col. 2011	1 mois - 14ans	35348 patients	6193 implants dont 1871 au maxillaire postérieur	objectif principal : Déterminer le taux de succès des implants courts (<10mm). Différents paramètres évalués : -Taux de survie implantaire -Complications biologiques et biomécaniques -Perte osseuse -Design implantaire -Protocole en 1 ou 2 temps ...	Taux de survie cumulé = 99% pour les implants courts Taux de succès biologique et biomécanique = 99%	Taux de succès significativement plus important sur les implants sur surface rugueuse par rapport aux surfaces usinées. Taux de succès significativement similaire entre implants courts et longs Prévalence des félures fracturées > sur implants usinés Pas de différence de taux de succès entre le maxillaire et Md. Faible taux de complications biologiques et biomécaniques	Revue de la littérature sur 16 études (2 RCT, 2 études prospectives et 12 rétrospectives)	A
BECHARA et col. 2016	3ans après mise	53 patients édentés partiels au Mx post.	33 recevaient implants courts (<6mm) 20 recevaient SL + implants standards (>10mm)		CSR = 100% à 3ans pour les courts CSR = 95% à 3ans pour SL + standards		Etude contrôlée randomisée	B
SUN-HUANG et col. 2011 1 - 14ans			En tout, 45 implants dans chaque groupe					
ESPOSITO et col. 2011	1an après mise			14 722 implants répartis sur 35 études. L'objectif de l'étude est de déterminer le taux de succès des implants courts (<10mm) et les facteurs influençant ces félures.	90% à 100% de survie avec un taux d'échec minimum pour les implants courts compris entre 7 et 9mm	Taux d'échec des implants courts < implants longs Significativement plus d'échec pour les usinés / rugueux Pas de différence significative sur les protocoles en 1 ou 2 temps, ni sur l'influence de la qualité osseuse (I ou II)	Revue de la littérature sur 35	A
ESPOSITO et col. 2015	1an après mise	30 patients classés en fonction de la cono de tabac	Implants courts de 5 à 8.5mm vs SL + longs de 10mm 38 longs vs 34 courts au maxillaire	Au maxillaire : Etude randomisée avec 1 côté greffé au bioréseau 1 non greffé. Provisoire 4 mois post-greffé 4 mois plus tard, définitive	Echec d'1 implant court et 1 long	Implants courts donnent des résultats similaires aux longs. TTT moins longs et moins douloureux. Il faut des études sur 5ans pour confirmer les résultats ainsi que une population plus importante	Etude clinique randomisée	B
ESPOSITO et col. 2015	4 mois après la	150 patients randomisés en 2 groupes de 75 patients	Implants courts de 5 à 8.5mm vs SL + longs de 11.5mm. Au total, 86 implants courts vs 92 implants longs	Pour le côté greffé, prévement illégal puis cicatrisation 4 mois avant prothèse puis encore 4 mois avant couronne définitive	97% de survie à 1an pour courts (2 échecs vs 1 échec pour long)	Significativement plus de complications post-top quand SL Pente ostéogénique de 3mm dans les 2 groupes. Cette étude suggère que les implants courts sont une alternative fiable en présence d'un maxillaire atrophié	Etude pilote randomisée	B
ESPOSITO et col. 2014	3ans après mise	15 patients séparés en 2 groupes :	1er groupe : Reçoit des implants courts de 4.4mm (46 implants) 2nd groupe : Reçoit des implants longs de 8.5x4mm (69 implants)	Etude randomisée avec différents groupes. Les patients sont regroupés dans 3 centres différents et reçoivent soit implants de 4mm ou de 8.5mm.	96% de survie pour courts (2 échecs)		Etude pilote randomisée	B
			1er groupe : Reçoit des implants de 5mm (34 implants) 2nd groupe : Reçoit des implants de 10mm + SL (38 implants)		97% de survie pour long (1 échec)		Etude pilote randomisée	B

FELICE et col., 2015	1an	20 patients parcellièrement édentés randomisés en 2 groupes de 10 patients	1er groupe : Repose des implants de 5-6mm (18 implants) 2nd groupe : Repose des implants de 10mm + SL (18 implants)	Le groupe greffe repos'os anorganique bovin (endobon) Mise en place d'une prothèse à 4 mois puis d'une couronne définitive 4 mois après	100% de survie pour les 2 après mise en charge. Taux de survie = pour les 2 groupes. Les 2 techniques confèrent des résultats à 1 an Mais nécessite d'autre études avec suivi à plus long terme	Etude pilote randomisée con
FELICE et col., 2011	5 mois après n groupes	28 édentés totaux randomisés en 2	1er Groupe : 86 implants court (5-8,5mm) vs 2ème groupe : SL + 92 long (7-13mm)	Groupes greffe repos'os autogène avec à 4 mois : pose d'implant 4 mois plus tard : Prothèse 4 mois plus tard : définitive	99% de survie : Echec avant mise en charge : 1 courts et 2 longs	Etude pilote randomisée con
FELICE et col., 2012	4 mois après n	40 patients avec des maxillaires atrophiques randomisés en 2 groupes de 20 personnes	Groupe 1 : 20 patients avec 36 implants court 5,5mm avec une nanostructure calcium incorporé titanium Groupe 2 : 20 patients avec 37 implants long 5x10mm + SL	Groupes greffe repos'os anorganique bovin par voie chirurgicale avec pose d'implant simultané. A 4 mois, provisoire et à 8 mois définitive	100% de survie pour long 99% de survie pour courts (1echec)	Etude pilote randomisée con
FUGAZZOTTO et col., 2001	1 mois à 7ans	1771 patients entre 2000 et 2007 de	2073 implants allant de 6 à 9mm	Critères de choix des implants courts : longueur de 6,7,8 ou 9mm avec un col standard de 0,5mm	90% à 99,7% de survie	Etude retrospective sur 7ans
GONCALVES et col., 2015	1 à 10ans	667 patients	1260 implants courts (<8mm dans cette étude)	Facteurs étudiés dans cette méta-analyse : -CSR (Toutes les études) -Surface implantaire (Toutes les études) -Ratio couronne/implant (4 études) -Perte osseuse marginale (Toutes les études) -Complications biologiques et biomécaniques (6 études)	Varie de 84% à 94% à 10ans selon CSR de 8,5% à 5mm à 100% à 10ans, résultats comparables à ceux des implants systémique entre 2000 et 2014 sur 13 publications choisi sur la base de 2 paramètres	Etude retrospective et revue
GUILLE et col., 2014	12 mois après	41 patients parcellièrement édentés dans le secteur postérieur maxillaire randomisés en 2 groupes : A 1an, 1 patient est mort mais les 40 autres OK	41 implants car uniquement patient édenté 1 dent 1er groupe : Repose implant de 6mm sans greffe 2nd groupe : Repose implant 11mm avec SL Etude sur couronne unitaire ++	La greffe osseuse est fait par voie latérale avec un mélange d'os autogène et de Bio-Oss sans utilisation de membrane. Implant place simultanément à la greffe si 11mm. Même protocole pour les 2 protocoles Après la pose, 3 mois de cicatrisation puis, mise en place d'une couronne titane base Zircone. Puis contrôle clinique et radio tous les 6 mois	100% de survie dans les 2 gts à 1an	Etude contrôlée randomisée
LEMOIS et col., 2016	NR	1269 patients	2631 implants <8mm NR nombre d'implants courts et longs	Facteurs étudiés : CSR des implants Perte d'os marginale à 1an Complications Échec prothétique	Pas de différence significative pour le taux de survie implantaire et les échecs prothétiques entre les 2	Revue de la littérature sur 13 études randomisées contrôlées comparant : implants courts (<8mm) et longs (>8mm)
LOMBARDO et col., 2017	3ans	65 patients	139 Implants (46 ultrashort et 93 short) en post maxillaire		97,9% de survie pour implant court 95,1% pour implants ultra-court	Etude retrospective sur 3ans

SUNG-AH LEE et col. 2012 suivi moyen : 2 ans	<p>539 implants -265 courts (5-8mm) -274 contrôle (38mm) + SL</p> <p>Patients édentés partiels post du Mx Augmentation du sinus avec Bio-Oss ou os autogène A 4 à 6 mois post SL prothèse provisoire 4 à 6 mois après, prothèse définitive</p> <p>Critères étudiés : CSR, Taux d'échec, complication per et post-op</p>	<p>1 an : 98,7 % pour implants courts et 98% pour longs Sans : 93,8% pour implants courts et 90,3% pour longs</p> <p>Pas de différence significative du CSR entre les implants courts et les implants contrôles Taux de succès implantaire équivalent</p> <p>Pas de différence significative sur le taux d'échec ou de complication per ou post-op</p> <p>Revue de la littérature de 4 meta-analyses sur des études contrôlées et randomisées entre 1990 et 2013</p> <p>A</p>
THOMA et col. 2014	1 an après mise en place maxillaire	<p>137 implants posés</p> <p>groupe 1 (50 patients) : 67 implant de 6mm long et 4 de diamètre</p> <p>groupe 2 (51 patients) : SL + 70 implant de 11-15mm de long et 4 de diamètre</p> <p>6 mois après la pose d'implant</p> <p>Mise en place des couronnes unitaires sur implants</p> <p>Patient re-examiner 1 an après mise en fonction avec calcul de : indice de plaque, saignement, profondeur de proche, Radio pour perte osseuse et région apicale ...</p>
THOMA et col. 2014	1 an après mise en place maxillaire	<p>137 implants posés</p> <p>groupe 1 (50 patients) : 67 implant de 6mm long et 4 de diamètre</p> <p>groupe 2 (51 patients) : SL + 70 implant de 11-15mm de long et 4 de diamètre</p> <p>6 mois après la pose d'implant</p> <p>Mise en place des couronnes unitaires sur implants</p> <p>Patient re-examiner 1 an après mise en fonction avec calcul de : indice de plaque, saignement, profondeur de proche, Radio pour perte osseuse et région apicale ...</p>
THOMA et col. 2015	9 mois et +	<p>217 patients répartis dans 8 études</p> <p>Implants courts = &lt;8mm Longueur de 5 ou 6mm et de 4,5 ou 6mm de diamètre</p> <p>406 implants placés dont 197 courts (&lt;8mm) et 209 longs + SL par voie latérale</p>

### 3) Revue de la littérature des implants ptérygoïdiens

Les mots clefs utilisés dans la base de recherche PUBMED afin d'affiner notre recherche ont été :

- « Pterygoid implant »
- « Pterygomaxillary implant »
- « Posterior implant »
- « implant in the pterygoid region »

Différentes associations de mots clefs ont été réalisées afin d'affiner nos recherches et se concentrer sur les articles les plus précis sur le sujet traité.

#### Critères d'inclusions :

- Études cliniques sur l'être humain
- Études cliniques menées après l'année 2000
- Études cliniques avec 20 patients minimum
- Suivi clinique de 12 mois minimum
- Article clinique rédigé en anglais

#### Critères d'exclusions :

Aucun critère d'exclusion précis ne fut retenu due au très faible nombre de publications sur les implants ptérygoïdiens.

La revue de la littérature des implants ptérygoïdiens fut assez limitée en termes de résultats. En effet, notre recherche PUB MED nous a amené un nombre d'article limité avec peu de revues systémiques et d'étude avec un niveau de preuve élevé.

Après une recherche détaillée sur le sujet, 11 articles ont été sélectionnés et décrits ici :

- 8 études rétrospectives
- 1 étude clinique
- 2 revues de littératures (Candel et col 2012, Bidra et col 2011) (32,79)

### Analyse des articles originaux

	OUI	NON	?
<b>1. LES OBJECTIFS SONT CLAIREMENT EXPOSÉS</b>	1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11	8	
<b>2. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE</b>			
- l'étude est comparative	2, 4	1, 3, 6, 7, 8, 10, 11	
- l'étude est prospective		1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11	
- l'étude est randomisée		1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11	
- le calcul du nombre de patients a été fait à priori	1, 6	2, 3, 4, 7, 8, 10, 11	
- toutes les variables cliniquement présentes sont prises en compte	3, 6, 10, 11	2, 4, 8	1, 7
- l'analyse statistique est adaptée	1, 3, 6, 7, 10		8, 9, 11
<b>3. LES RÉSULTATS SONT COHERENTS AVEC L'OBJECTIF DE L'ÉTUDE ET TIENNENT COMPTE D'ÉVENTUELS EFFETS SECONDAIRES</b>	1, 2, 6 7, 10, 11	1, 4, 8	
<b>4. APPLICABILITÉ CLINIQUE</b>			
- la signification clinique est donnée	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11		

Commentaires : La grande majorité (8 études sur 9) sont des études rétrospectives et présentent donc un niveau de preuve faible.

Les objectifs sont bien définis par les auteurs et certaines études possèdent un nombre de patient important mais le type d'étude réalisé ne permet pas de leur donner un niveau de preuve élevé.

De plus, aucune étude présente ne compare le taux de succès des implants ptérygoïdiens vs le taux de succès des implants standards + sinus lift.

Les études comparatives trouvées sur les implants ptérygoïdiens concernent les protocoles utilisés ou les longueurs implantaires.

On établit donc le grade scientifique des différents articles thérapeutiques de la manière suivante :

- GRADE C : 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 11

### **Analyse des revues de synthèse**

	Totallement	Partiellement	Pas du tout
<b>1. LES OBJECTIFS DE LA REVUE DE SYNTHÈSE SONT CLAIREMENT EXPOSÉS</b>	5, 9		
<b>2. MÉTHODOLOGIE</b>			
<b>2.1. Procédures de sélection</b>			
- l'auteur décrit ses sources de données	5, 9		
- les critères de sélection des études sont pertinents	5, 9		
- les critères d'inclusion et d'exclusion sont décrits		5, 9	
- les études non publiées sont prises en compte		5	9
<b>2.2. Méthode d'analyse</b>			
- les modalités de la lecture critique sont précisées	5	9	
- l'auteur présente la méthode utilisée pour		9	5

réaliser la synthèse des résultats			
<b>3. RÉSULTATS</b>			
- l'auteur décrit les résultats	5, 9		
- l'auteur commente la validité des études choisies	5, 9		
- ses conclusions s'appuient sur des données fiables dont les sources sont citées		5, 9	
<b>4. APPLICABILITÉ CLINIQUE</b>			
- la revue de synthèse permet de répondre en pratique à la question posée		5, 9	

Commentaires :

Seules 2 revues de la littérature ont été référencées sur les implants ptérygoïdiens.

Dans ces 2 revues de littérature, seules 9 et 13 études sont respectivement analysées.

Ces revues de la littérature étant uniquement composées d'articles de grade C.

On établit donc le grade scientifique des différents articles thérapeutiques de la manière suivante :

- GRADE B : 5 et 9

Peu de revues avec un niveau de preuve élevé ont été réalisées sur les implants pterygoidiens.

Bidra est le premier à réaliser une revue de la littérature en 2011. Son étude est réalisée à partir de 9 études (6 rétrospectives et 3 prospectives). (79)

Les conclusions tirées de cette revue de la littérature devront être prises avec du recul du au fait que les études rétrospectives et prospectives ont un niveau de preuve faible (grade C ou D).

L'étude de Bidra porte sur 897 implants pterygoidiens de longueur différente en fonction des études. Le nombre de patients n'est pas précisé et le suivi varie énormément entre les études avec des suivis allant de 0 à 169 mois. Les protocoles diffèrent énormément entre les études ce qui ne permet pas de tirer de conclusions sérieuses de cette étude.

Les résultats dévoilés dans cette étude sont un taux de survie de 91% à 10ans, résultats qui semblent comparables à ceux des implants standards. Cependant, certaines de ces études présentent un suivi inférieur à 10 ans, voir inférieur à 1 an. Il est donc impossible de conclure à un taux de survie à long terme similaire des implants pterygoidiens avec les implants standards.

En 2012, Candel publie une revue de la littérature sur des patients traités par des implants pterygoidiens chez des patients avec des maxillaires postérieurs atrophiés. Dans son étude, il étudie le taux de survie de 1053 implants zygomatiques angulés de 30 à 55° chez 676 patients. 13 études sont incluses dans cette revue de la littérature entre 1992 et 2009 avec un suivi minimum de 1an. Sur les 13 études, le taux de survie à 1an varie de 89% à 100%. Ces résultats sont supérieurs à ceux présentés par Balshi dans les années 90 qui présentait des résultats proches de 83%. ((30,32))

L'auteur compare également l'utilisation de 2 techniques, celle avec les forêts (11 études) et celle avec les ostéotomes (2 études). Les taux de survie des 2 techniques sont significativement similaires, les 2 techniques permettent d'obtenir des résultats semblables.

Selon l'auteur, la perte osseuse marginale à 1an est en moyenne de 0,71mm ce qui est comparable voir inférieur que les implants standards à 1an (environ 1mm). Cependant, ce calcul est réalisé à partir de radio panoramique en comparant les clichés le jour de la pose de l'implant et à 1an en post-op. Ceci ne permet donc pas d'obtenir des données précises et de conclure à une perte osseuse marginale inférieure des implants pterygoidiens.

L'auteur conclut également à un taux de satisfaction des patients comparable à celui des implants standards, cependant seules 3 études sur 13 ont étudié ce facteur.

Selon cette étude, les résultats sur le taux de survie implantaire et sur la perte osseuse marginale semblent être similaires à ceux présentés pour les implants standards, cependant, le suivi à long terme des études analysées, les modes d'analyse et le niveau de preuve de certaines études ne permettent pas de conclure de manière satisfaisante sur ces résultats à long terme.

Dues au faible nombre de revue avec un niveau de preuve élevé (grade A), Les références bibliographiques se portent sur les études ayant un niveau de preuve plus faible. Les conclusions tirées des études suivantes doivent être prises avec recul et doivent être confirmées par des études plus poussées. Ainsi, des études rétrospectives récentes ont été publiées :

- BALSHI, étude prospective (2013). (36)
- CURI, étude rétrospective (2015). (29)
- PENARROCHA, étude rétrospective (2009). (33)
- RODRIGUEZ, étude rétrospective (2012). (37)

Ces auteurs rapportent des taux de survie similaires : Balshi en 2013 compare les taux de survie des implants ptérygoidiens en fonction de 3 protocoles différents :

- Mise en charge immédiate
- Retardée à 4 mois
- Mise en place avec guide chirurgical

A 1an, le taux de survie des implants avec mise en charge immédiate est de 96,4%, celui mis en place avec guide est de 93,3% et est significativement supérieur à ceux avec une mise en charge à 4 mois (86%). Cette étude prospective conclut que la mise en charge immédiate permet un taux de survie implantaire supérieur à celui avec mise en charge différée.

Curi, dans une étude rétrospective de 2015 étudie le taux de succès de 66 implants ptérygoidiens. L'auteur utilise des implants de longueur allant de 12 à 20mm et trouve des taux de succès supérieurs pour les implants de longueur supérieurs à 15mm (>90%)

Pour conclure, il est très difficile de trouver des études avec un niveau de preuve élevé. Très peu de revues de la littérature et aucune RCT's n'ont été réalisées et donc aucune conclusion sérieuse à long terme ne peuvent être confirmée. Tous les résultats sur des études à court terme montrent des taux de survie similaires des implants ptérygoidiens avec les implants standards (environ 90%).

Les pertes osseuses marginales semblent similaires entre les 2 types d'implants, voir inférieures pour les implants ptérygoidiens. Les implants longs (>15mm) semblent obtenir des taux de survie supérieurs par rapport aux implants plus courts. (29,80)

Cependant aucune étude sérieuse ne permet de comparer si les implants ptérygoidiens possèdent des taux de survie similaires ou supérieurs à la technique de greffe osseuse + implants standards. Des études à plus long terme, avec des niveaux de preuve plus élevé sont nécessaires.

## IMPLANTS PTERYGOIDIENS

INVESTIGATEURS	SUIVI	POPULATION	IMPLANTS	PROTOCOLE DE L'ETUDE	RESULTATS DE L'ETUDE	REMARQUE DE L'ETUDE	DESIGN DE L'ETUDE	GRADE
BALSHI et col, 1999	4.Sans en moy	189 patients	356 implants pterygoïdiens et 1461 standards	Mise en charge entre 4 et 6 mois après mise en place de l'implant dans la région pterygomaxillaire	88,2% de survie cumulé à 54 mois	Surface implantaire rugueux insertion dans apophyse pterygoïde ( stabilité 1ère ++ ) 2 temps chirurgicaux. Résultats semblent similaire aux implants standards D'un point de vue Biomécanique, les implants pterygoïde doivent pas soutenir des cantilever distaux Le choc PM et M dans cette région ne permet pas la réalisation de cantilever	Analyse retrospective	C
BALSHI et col, 2013	1an	981 patients	1608 pterygoïdiens posés de 3 techniques diff : -825 en 2 étapes -647 en 1 étape -137 avec guides chirurgicaux Majorité des implants font 15mm de long et 4mm de diamètre Longueur varie de 7 à 20mm	2 temps : pose de l'implant région pterygomaxillaire puis 6 à 8 mois après, découverte. 1 temps et guide chir, pas de précision sur protocole	90,8% pour le taux de survie total 86% pour protocole en 2 étapes 93,3% pour protocole en 1 étape chirurgicaux	Diff significative entre le CSR du protocole en 1 et 2 temps selon le test de MANOVA. Pas de diff significative avec le même test entre Protocole en 1 temps et technique avec guide Attention aux Résultats, plus que 5 implants sur 640 à 10ans pour le protocole en 1 temps !!!!! Mais toutes les techniques possèdent des bon CSR ++	Analyse retrospective	C
BALSHI-WOLFINGER et col 10ans	82 patients		840 implants dont 164 pterygo-Mx titaneum	comparé le taux de succès des implants avec une surface en oxyde de titane et les comparer avec les implants à surface usinés Mise en charge 4 à 6 mois après placement de l'implant	90,6% de survie pour les implants pterygoïdiens surface préparée comparée à une étude de 1999 sur implants à surface usinés ou CSR étan de 92%. 96,3% pour les standards	L'auteur conclut que le CSR des implants en titane oxydé est supérieur à celui de 1999 avec implants usinés les implants préparés ont un CSR > usinés Protocole presque similaire entre les études, même opérateur 1ère ligne ++	Analyse retrospective	C
BALSHI-WOLFINGER et col 10ans	NR nb de patients		932 Pterygo-Maxillaire : 67 allant de 7 à 13mm 925 allant de 15 à 18mm Tous les implants font 4mm de diamètre	2 groupes : 1 beau coup plus gros que l'autre, implant type Brønmark de 4mm de diamètre Obj: comparer les taux de survie à 10ans des 2 types d'implants	85% (7-13mm) et 94% (15-18) de survie à 10ans un taux de survie > ceux allant de 7 à 13mm. Augmenter la longueur permet d'augmenter la stabilité 1ère en et donc CSR Échantillon différents Majorité des échecs dans les 6 premiers mois ++		analyse retrospective / Perse	C
PEMARROCHA et col , 20,6 à 123 mois	676 patients		1053 implants pterygoïdiens angulés de 35 à 55 degrés implants de 7 à 20mm et 3,75mm de diamètre	Mis en place avec forets et ostéotomes ou économe tissulaire	90,7% de survie	Taux de succès très satisfaisant comparable aux implants standards	Revue de la littérature	B
CURRI - CARDOSO et col , 3ans	56 patients		66 implants pterygoïdiens et 172 antérieurs	Obj : évaluer taux de succès des implants Pterygoïdiens Protocole : expositions tubérositaire, incision crestale puis passage de forets de 20mm en augmentant le diamètre des forets jusqu'à 4mm. 4 mois de cicatrisation avant mise en charge	99% de survie pour les implants pterygoïdiens à 3ans 97,6% pour les autres implants à 3ans	Perde osseuse marginale à 3ans : implants pteryg : 1,21mm implants standards sign similaire CSR bien similaire entre les 2 types d'implants Les implants pteryg permettent d'éviter cantilever D et SL L'auteur considère qu'ils doivent faire au min 15mm (18-20 = idéal) Taux de survie moyen à 1 an des 9 études = 92% Utiliser un IMPLANT LE PLUS LONG POSSIBLE pour stabilité Toutes les revues de l montrent une perte d'os matre = implants standards et haut niveau de satisfaction	Etude retrospective à 3ans	C

PENARROCHA et col, 2000	12 à 57 mois	46 patients	200 implants antérieurs et 68 pterygoïdiens Implants de 16mm en moyenne et de 4mm de diamètre	Préparation avec forets et ostéotomes Mise en charge 3 mois après la pose implantaire	97,05% de survie à 1an	Résultats très satisfaisant néanmoins le nombre d'implants est limité et peu de vue assez importante Résultats à nuancer	Analyse retrospective	C
SAHAT et col, 2000	5 à 12ans	202 Patients	660 Implants pterygoïdiens		93,4% de survie à 10ans		Etude clinique	C
BIDRA et col, 2011	0 à 169 mois	NR nb de patients	897 implants pterygoïdiens de longueur différentes	Pas de protocole expliqué Mise en place d'implants dans la région postérieure	91% de survie à 10ans	Revue de la littérature sur 9 études (retro et prospectives donc attention aux R) Résultats semblent très encourageant mais manque bcp de données	Revue de la littérature sur 9	B
RODRIGUEZ et col, 2012	2 mois à 14ans	392 Patients	454 implants Pterygoïdiens	Obj: comparer implants pterygoïdiens vs standards (45°) Implants de 18mm et 3,75mm le plus utilisé Angulation de 70° par rapport au plan occ vs 45° classiquement	97% de survie à 6 ans en moyenne	Les implants angulés à 70° par rapport au plan occ peuvent être une alternative au implants standards à 45° Permet de réduire les forces non axiales et parallélise les implants	Etude retrospective	C
VALERON et col, 2007	5 à 10ans	102 patients	162 pterygoïdiens	Mise en place avec des ostéotomes Mise en charge prothétique différée	94,6% de survie à 5ans	Utilisation ++ des ostéotomes Taux de survie très bons à 5ans Très peu d'échec après mise en charge Economie tissulaire avec la technique des ostéotomes.	Etude retrospective	C

## 4) Revue de la littérature des implants zygomatiques

Les mots clefs utilisés dans la base de recherche PUBMED afin d'affiner notre recherche ont été :

- « zygomatic implant »
- « Posterior implant »
- « zygoma implants »
- « implant in zygomatic bone »

Différentes associations de mots clefs ont été réalisées afin d'affiner nos recherches et se concentrer sur les articles les plus précis sur le sujet traité.

### Critères d'inclusions :

- Études cliniques sur l'être humain
- Études cliniques menées après l'année 2000
- Études cliniques avec 20 patients minimum
- Suivi clinique de 12 mois minimum
- Patient traité par implants zygomatiques dans le cadre d'un maxillaire atrophié
- Article clinique rédigé en anglais

### Critères d'exclusions :

- Études non centrées sur le sujet
- Cas clinique
- Études biomécaniques
- Études animales
- Études ayant un suivi <1an

La recherche scientifique réalisée nous a amenée à analyser 19 études sur les implants zygomatiques :

- 4 revues de la littérature (Candel et col 2012, Chracanovic 2013/2016 et Esposito 2008) (40,48,49,81)
- 4 études prospectives (45,51,82,83)
- 11 études rétrospectives

### Analyse des articles originaux

	OUI	NON	?
<b>1. LES OBJECTIFS SONT CLAIREMENT EXPOSÉS</b>	1, 2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18	8, 9	
<b>2. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE</b>			
- l'étude est comparative	2, 18	1, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17	
- l'étude est prospective	2, 5, 13, 18	1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 14, 15	
- l'étude est randomisée		1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17	18
- le calcul du nombre de patients a été fait à priori	2, 5, 8, 10, 11, 13, 15, 17, 18	1, 3, 4, 7, 9, 14	
- toutes les variables cliniquement présentes sont prises en compte	2, 5, 10, 13, 15, 17	1, 3, 4, 7, 9, 18	8, 11, 14
- l'analyse statistique est adaptée	2, 3, 5, 8, 13, 15, 17, 18	1, 4, 7	9, 10, 11, 14
<b>3. LES RÉSULTATS SONT COHERENTS AVEC L'OBJECTIF DE L'ÉTUDE ET TIENNENT COMPTE D'ÉVENTUELS EFFETS SECONDAIRES</b>	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17		18
<b>4. APPLICABILITÉ CLINIQUE</b>			
- la signification clinique est donnée	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17, 18		

Commentaires : Les articles originaux présentés ici sont tous issus d'études prospectives ou rétrospectives.

Aucun étude clinique randomisée n'est présente permettant de comparer le succès des implants zygomatiques avec celui des implants standards mis en place après un sinus lift.

Cependant, de nombreuses études possèdent un nombre important de patient ainsi qu'un suivi à long terme pour certaines études (allant jusqu'à 10ans).

On établit donc le grade scientifique des différents articles thérapeutiques de la manière suivante :

- GRADE B : 2, 4, 5, 14, 18
- GRADE C : 1, 3, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17

### **Analyse des revues de synthèse**

	Totallement	Partiellement	Pas du tout
<b>1. LES OBJECTIFS DE LA REVUE DE SYNTHÈSE SONT CLAIREMENT EXPOSÉS</b>	6, 12, 16, 19		
<b>2. MÉTHODOLOGIE</b>			
<b>2.1. Procédures de sélection</b>			
- l'auteur décrit ses sources de données	6, 19	12, 16	
- les critères de sélection des études sont pertinents	6, 16, 19	12	
- les critères d'inclusion et d'exclusion sont décrits	6	16, 19	12
- les études non publiées sont prises en compte	20		6, 12, 19
<b>2.2. Méthode d'analyse</b>			
- les modalités de la lecture critique sont précisées	16	6, 12	19
- l'auteur présente la méthode utilisée pour réaliser la synthèse des résultats	6, 12	16	19
<b>3. RÉSULTATS</b>			

- l'auteur décrit les résultats	6, 12, 16	19	
- l'auteur commente la validité des études choisies	19	6, 12, 16	
- ses conclusions s'appuient sur des données fiables dont les sources sont citées	6, 12, 16, 19		
<b>4. APPLICABILITÉ CLINIQUE</b>			
- la revue de synthèse permet de répondre en pratique à la question posée	6, 12, 16, 19		

Commentaires :

La plupart des revues de la littérature scientifique exposent clairement le sujet traité et exposent leurs sources de données.

Ces revues de la littérature se basent sur des études prospectives et rétrospectives ce qui ne permet pas de leur donner un niveau de preuve maximal.

Cependant, certaines de ces revues se basent sur des études ayant des suivis allant jusqu'à plus de 10ans et donc un suivi à long terme.

Niveau de preuve des revues de littérature :

- GRADE B : 6-12-16-17-19

Il y a peu de revues de la littérature fiables en ce qui concerne les implants zygomatiques. Il y a peu de références de grade A sur les implants zygomatiques. Les études les plus fiables étant :

- Chracanovic en 2013 et 2016
- Candel et Penarrocha en 2012
- Esposito en 2008, avec la revue de la Cochrane

La première référence fiable sur ces implants a été réalisée en 2008 par Esposito qui sort la revue de la littérature de la Cochrane qui porte sur huit études. Cependant, cette première revue de la littérature est composée de seulement huit études dont sept de ces études sont

rétrospectives et 1 prospective. Cette revue de la littérature est composée uniquement d'étude avec un niveau de preuve faible (Grade C voire D). Aucune étude RCT (étude de grade A/B) n'est incluse dans l'étude.

L'auteur précise d'ailleurs que les résultats présentés doivent être confirmés par des études ayant un niveau de preuve supérieur. L'objectif de l'étude d'Esposito est de comparer les résultats entre les implants zygomatiques placés avec ou sans greffe osseuse et des implants conventionnels avec greffes osseuses.

Selon Esposito, il est impossible de tirer des conclusions sur le potentiel des implants zygomatiques. Il semble, selon les résultats des études que les implants zygomatiques aient un haut niveau de survie (>90%) mais des complications importantes peuvent apparaître. Il déconseille l'utilisation dans un usage quotidien tant que des études de grade A ou B n'auront pas confirmé ces résultats préliminaires.

Depuis 2008, de nouvelles revues de la littérature ont été proposées. En 2012, Candel et col proposent une analyse de la littérature qui porte sur 16 études et sur plus de 940 implants zygomatiques chez plus de 480 patients. (40)

Ils décrivent le taux de survie de ces implants selon 3 techniques différentes :

- Technique intra-sinusienne
- Sinus slot technique
- Technique extra-sinusienne

Quinze des seize études ont exclu les patients présentant des ATCD de pathologie sinusienne ainsi que des pathologies générales. La seule étude qui inclut des patients avec des ATCD de sinusite est l'étude de Kahnberg, et présente des taux de survie comparable aux autres études (96%).

Le taux de survie moyen des 16 études est de 96,7% avec un suivi allant de 10 à 120 mois. Landes obtient le taux de survie le plus bas avec un taux de survie de 89% à 8 ans et demi sur 36 implants placés chez 15 patients. Penarrocha lui, obtient le taux de survie le plus élevé avec un taux de survie de 100% sur 40 implants zygomatiques avec un suivi de 12 à 45 mois.

Ils concluent que les implants zygomatiques peuvent être une alternative fiable pour le traitement des maxillaires postérieurs atrophiés et que les trois techniques offrent des taux de survie similaire à long terme.

En 2016, Chracanovic sort une revue de la littérature sur 68 étude (1 RCT, 16 études prospectives et 51 rétrospectives). L'étude porte sur 4556 implants zygomatiques chez 2161 patients. L'objectif de cette revue de la littérature est de déterminer le taux de survie des implants zygomatiques et les complications les plus fréquentes. (49)

Sur ces 68 études, 26 proposent un protocole avec mise en charge immédiate (2219 implants zygomatiques) avec un taux de survie de 98,33%. Cependant, l'auteur précise que peu de ces 26 études ont un suivi supérieur à 5ans et qu'il faut donc garder des réserves sur ces résultats. 34 proposent un protocole en 2 étapes avec une mise en charge différée (1592 implants zygomatiques) avec un taux de survie de 96,86%. Chracanovic ne précise pas le temps de temporisation moyen avant la mise en charge.

Les taux de survie des implants zygomatiques sont significativement similaires entre une mise en charge immédiate et différée ( $p = 0,003$  test de Pearson chi square). Sur les 68 études présentes dans l'étude et sur plus de 4550 implants zygomatiques, 103 cas d'échecs ont été rapportés ce qui donne un CSR de 95,21% sur une période de 12ans. Ces nombres suggèrent que les implants zygomatiques ont des résultats cliniques prévisibles sur le long terme.

Cette revue de la littérature rapporte plusieurs complications liées aux implants zygomatiques. La plus fréquente étant la sinusite (retrouvée dans plus de la moitié des études). D'autres complications, moins fréquentes sont évoquées comme des douleurs, infections des tissus mous, hyperplasie gingivale, pénétration intra-orbitaire, déficit nerveux temporaire ...

Les résultats de cette revue de la littérature doivent cependant être interprétés avec recul. Premièrement, il y a énormément de facteurs qui diffèrent entre les études et qui peuvent influencer les résultats. En effet, les personnes présentes dans les études peuvent avoir plus d'un facteur de risque d'échec sur les implants et les groupes sont hétérogènes dans la plupart des études.

Deuxièmement, la plupart des études sont des études rétrospectives et prospectives avec des niveaux de preuve faible (Grade C ou D).

Troisièmement, les périodes de suivi des patients sont parfois très courtes les conclusions des études ne permettent pas d'étendre ces résultats à long terme due à un manque de données sur plusieurs dizaines d'années.

De nombreuses études prospectives et rétrospectives ont été réalisées sur les implants zygomatiques, cependant peu d'entre elles possèdent un niveau de preuve suffisant.

Les résultats des études sont très encourageants avec des taux de survie similaires aux implants standards dans de très nombreuses études. Néanmoins, le manque de RCT's et de revue de la littérature ainsi que des suivis à long terme sur plusieurs dizaines d'années ne permettent pas d'affirmer ces résultats.

Les implants zygomatiques semblent être une alternative possible au sinus lift et mise en place d'implants standards. La principale complication retrouvée dans la littérature est la sinusite qui se développe en générale plusieurs années après la pose des implants.

De plus, ces implants demandent une expérience chirurgicale et une connaissance de l'environnement importante. Ces implants doivent être réservés pour des cas bien spécifiques (Maxillaire très atrophiés, trauma important, tumeur ++). Ils peuvent être ou non associés à des implants standards antérieurs pour la restauration prothétique.

## BIBLIOGRAPHIE

### IMPLANTS ZYGOMATIQUES

INVESTIGATEURS	SUJET	POPULATION	IMPLANTS	PROTOCOLE DE L'ETUDE	TAUX DE SURVIE	REMARQUE DE L'ETUDE	DESIGN DE L'ETUDE	GRADE
BALSHI et col, 2009	9 mois à 5ans	36 patients entre 2000 et 2006	110 implants zygomaticques intra-sinus ou combinés 76 implants multiples 34 implants unitaires	1 ou 2 implants zygomaticques intra-sinus ou combinés avec des implants antérieurs standards Mise en charge immédiate	96,5% de survie pour les implants zygomaticques 97,2% de survie pour les standards Taux de survie protéthique = 100%	Pas de complications signalées. Résultats significativement similaires	Etude retrospective	C
APARICIO et col, 2013	1 mois à 10ans	102 patients répartis en 2 groupes : 1er : 22 patients : [protocole classique Branemans] 2ème : 80 patients : [technique extra-sinusale]	41 implants zygomaticques dans le 1er groupe 156 implants zygomaticques dans le 2ème groupe	Comparaison technique classique vs Guide chir [extra-sinusale technique] [taux de survie, sinusite, stabilité ...] et diagnostic de minozinuse	90% à 10ans pour le Groupe contrôle (approche intra-sinusale) 100% à 5-10ans pour le groupe extra-sinusale	Taux de survie similaire pour les 2 techniques Significativement plus le risque de sinusite chez les patients traités par la technique de Branemans mais pas assez d'étude confirme cette théorie. Meilleur confort et esthétique avec l'approche extra-sinusale	Etude cohorte sur 10ans	B
APARICIO et col, 2010	35 à 48 mois	20 patients zygomaticques	104 standards		100% de survie pour implants zygomaticques		Réultats d'une étude clinique à 5ans	C
HATES et col, 2013	5-10ans	25 patients au début et 23 à 5ans	43 Nobel biocare implants zygomaticques usinés	Anesthésie générale Utilisation de la "sinus slot technique" (fenêtre minimale de la paroi interne du sinus)	86% de survie à 5ans	Sinus slot technique visible pour placer des 12 implants zygomaticques	Etude cohorte retrospective	C
MIGUORANCA et col, 2012	Sans	25 patients sélectionnés	40 implants zygomaticques et 74 standards	Permet un positionnement plus vertical de l'implant et permet intégration ++ os/implant	97,5% de survie pour implants zygomaticques 95,5% de survie pour les standards		Etude cohorte prospective sur 5ans	B
CHRCANOVIC et col, 2016	12ans	2161 patients 4536 implants zygomaticques		Mise en place d'1z selon approche extra-sinusale 1 de chaque côté chez la plupart des patients et associés à 3/4 implants standards	97,7% de survie pour implants zygomaticques 95,5% de survie pour les standards		Revue de la littérature	B
APARICIO et col, 2012	10ans	22 patients	172 implants usinés 41 implants zygomaticques usinés de 30 à 50mm 131 standards	Implants zygomaticques placés selon la technique standard (creveteau plus intra-sinusien puis zyg)	97,71% de survie des implants standards 95,12% pour les implants zygomaticques	Taux de survie = implants standards Quelques sinusite rapportée mais pas signifiante Taux de confort de 80%	Etude clinique sur 10ans	C
BERTOLAI et col, 2015	20 mois à 5ans	31 patients	78 implants zygomaticques 74 implants standards	Protocole en 2 temps Mise en charge à 6 mois	98% de survie pour implants zygomaticques Nr pour les implants standards		Etude retrospective sur 7ans	C
OLATE et col, 2014	10-40mois après mise en fonction	29 patients	67 implants zygomaticques 84 implants conventionnels	Mise en place des 1z zyg sinus slot-technique	Success dans 79,1% des cas	Problèmes systémiques observés : HTA, polyarthrite rhumatoïde sinusite AVS score allant de 7 à 8	Etude retrospective	C
MIGUORANCA et col, 2014	1an	75 patients	150 implants zygomaticques 286 implants standards	12 placés zyg sinus slot technique sans greffe	98,7% de survie pour les implants zygomaticques 99,5% de survie pour les implants standards	Taux de survie significativement similaire	Etude retrospective	C

MALEVIZ et coll., 2004	6 mois à 4 ans	55 patients	103 implants zygomatiques et 194 standards antérieurs	1 ou 2 implants zygomatiques intra-sinusaux combiné avec des implants antérieurs standards Mise en charge différée	100% de survie pour implants zygomatiques	Complications de sinusite chez 6 patients implants zygo = succès	Etude retrospective	C
CHRCHANOVIC et coll., 2013	Comparaison des différentes techniques de mise en place des implants zygomatiques						Revue de la littérature	B
BEDROSSIAN et coll., 2010	7ans	36 patients	74 implants zygomatiques et 96 standards				Etude prospective sur 7ans	C
MALO et coll., 2014	Sans	39 patients	93 implants zygomatiques et 77 implants standards		97% de survie pour les implants zygomatiques		Etude cohorte retrospective sur 5ans	B
DAVO et coll., 2008	12 à 42 mois	42 patients	81 implants zygomatiques et 140 implants standards		97% de survie		Etude retrospective sur 12 à 48 mois	C
CANDEL - PENARROCHA et coll., 2012	12 à 120 mois	552 patients	1082 implants zygomatiques	3 techniques différentes utilisées : -Approche classique intra-sinusienne -Sinus-lot technique -Technique extra-sinusale 12 combinées avec LR en antérieur	Moyenne sur les 10 études et en combinant les 3 techniques : 96,7%.	Les 3 techniques offrent des résultats similaires La sinusite est la complication la plus fréquente mais très facile Taux de survie des implants très élevé Mise en charge immédiate très avantageuse pour les complets	Analysé de la littérature sur 16 études	B
MALO et coll., 2015 (non)	6 mois à 7ans	352 patients	747 implants zygomatiques		94,4% de survie à 7ans			C
PENARROCHA et coll., 2007	NR	46 patients, 2 groupes : 23 patients traité avec 12 sinus-lot technique 23 patients traités sans 12	48 implants zygomatiques dans le sinus-lot	1 échec d'implants zygo 1 et 2 échecs implants conventionnels Groupes 1 En tout environ 270 implants standards	Mise en place selon la sinus-lot technique	Selon VAS score, pas de diff sign entre le confort et le taux de succès entre les 2 types d'implants. L'approche sinus-lot est visible Esthétique sign > pour le groupe 12	Etude clinique	B
ESPOSITO et coll., 2008	Au minimum 12 mois	NR			70 à 100% de survie en fonction des études		Revue de la littérature de la Cochrane (7 retro et 1 prospective)	B

## 5) Revue de la littérature des implants angulés

Les mots clefs utilisés dans la base de recherche PUBMED afin d'affiner notre recherche ont été :

- « tilted implant »
- « angled implant »
- « all on four »
- « all on six »
- « tilted implant vs sinus lift »
- « maxillary atrophy »

### Critères d'inclusions :

- Études cliniques sur l'être humain
- Études cliniques menées après l'année 2000
- Études cliniques avec 20 patients minimum
- Suivi clinique moyen de 12 mois minimum
- Utilisation d'implants angulés
- Articles cliniques en anglais
- Tout type d'études excepté les cas cliniques isolés

### Critères d'exclusions :

- Études avec des implants zygomatiques ou ptérygoïdiens
- Cas clinique
- Études animales
- Études ayant un suivi <1an

Après une recherche approfondie, 20 revues et analyses ont été sélectionnées :

- 5 études prospectives
- 6 études rétrospectives
- 1 étude clinique randomisée contrôlée
- 1 étude clinique multicentrique
- 7 revues de la littérature et méta-analyse

### Analyse des articles originaux

	OUI	NON	?
<b>1. LES OBJECTIFS SONT CLAIREMENT EXPOSÉS</b>	1, 2, 3, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 20		
<b>2. MÉTHODOLOGIE DE L'ÉTUDE</b>			
- l'étude est comparative	18, 20	1, 2, 3, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 17	
- l'étude est prospective	1, 2, 3, 6, 10	4, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 20	
- l'étude est randomisée	18	1, 2, 3, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 17	
- le calcul du nombre de patients a été fait à priori	1, 2, 3, 10, 11, 12, 13, 14, 18, 20	4, 6, 17	
- toutes les variables cliniquement présentes sont prises en compte	1, 3, 10, 14, 17, 20	4, 6, 11, 12	2, 13, 18
- l'analyse statistique est adaptée	1, 2, 3, 4, 6, 10, 12, 14, 18	11, 17, 20	13
<b>3. LES RÉSULTATS SONT COHERENTS AVEC L'OBJECTIF DE L'ÉTUDE ET TIENNENT COMPTE D'ÉVENTUELS EFFETS SECONDAIRES</b>	1, 2, 3, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 20		
<b>4. APPLICABILITÉ CLINIQUE</b>			
- la signification clinique est donnée	1, 2, 3, 4, 6, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 20		

Commentaires :

La plupart des études choisies ici sont des études prospectives et rétrospectives (11/13) avec des suivis à long terme sur certaines études.

1 étude RCT's est présente avec l'étude de Tallarico en 2015 sur 5ans qui dans son étude randomisée compare les taux de succès des all-on four et all-on 6. (84)

Une étude clinique multicentrique est également présente.

Niveau de preuve des articles originaux sur les implants angulés :

- GRADE B : 1, 2, 6, 18 et 20
- GRADE C : 3, 4, 10, 11, 12, 13, 14, 17

### **Analyse des revues de synthèse**

	Totalement	Partiellement	Pas du tout
<b>1. LES OBJECTIFS DE LA REVUE DE SYNTHÈSE SONT CLAIREMENT EXPOSÉS</b>	5, 7, 8, 9	15, 16, 19	
<b>2. MÉTHODOLOGIE</b>			
<b>2.1. Procédures de sélection</b>			
- l'auteur décrit ses sources de données	5, 8, 9, 15, 16, 19	7	
- les critères de sélection des études sont pertinents	5, 7, 8, 9 16, 19	15	
- les critères d'inclusion et d'exclusion sont décrits	15, 16, 19	5, 8, 9	7
- les études non publiées sont prises en compte		16, 19	5, 7, 8, 9, 15
<b>2.2. Méthode d'analyse</b>			
- les modalités de la lecture critique sont précisées	5, 7, 8, 9, 16, 19	15	
- l'auteur présente la méthode utilisée pour réaliser la synthèse des résultats	5, 8, 9, 15, 16, 19	7	
<b>3. RÉSULTATS</b>			
- l'auteur décrit les résultats	5, 7, 8, 9, 15, 16, 19		
- l'auteur commente la validité des études	8, 9, 15, 19	5, 7, 16	

choisies			
- ses conclusions s'appuient sur des données fiables dont les sources sont citées	5, 7, 8, 9, 19	15, 16	
<b>4. APPLICABILITÉ CLINIQUE</b>			
- la revue de synthèse permet de répondre en pratique à la question posée	5, 7, 8, 9, 15, 16, 19		

Commentaires :

Plusieurs revues de littérature et méta-analyse sont présentes.

Certaines de ces revues comme celle de Penaloza en 2017 se réfèrent plusieurs dizaines d'articles originaux avec des suivis supérieurs à 3ans. (65)

Cependant, les procédures de sélection ne sont pas toujours parfaitement détaillées ainsi que la méthode d'analyse.

On établit donc le grade scientifique des différentes revues de synthèses comme suit :

- GRADE A : 5-7-19
- GRADE B : 8-9-15-16

### ↗ Technique All-on 4 :

C'est Malo qui en 2003 propose cette technique dans une étude rétrospective sur 44 patients édentés totaux. Il place chez chaque patients 2 implants angulés de 17 à 30° qui émergent au niveau de la 2<sup>nd</sup> prémolaire et 2 implants axiaux au niveau de l'incisive latérale. (54)

Malo obtient un taux de survie implantaire supérieur à 96% à 6 mois. Il obtient également un taux de survie prothétique de 100%. Il constate aussi une perte osseuse marginale significativement similaire sur les 2 types d'implants d'environ 1mm après la première année de mise en charge.

Ces résultats semblent être très encourageants, cependant l'étude de Malo en 2003 porte sur des mandibules édentés avec un suivi sur une courte période. C'est en 2005 que Malo réalise une étude rétrospective sur des maxillaires édentés complets. (85)

Il réalise la technique du All-on-4 sur 32 patients. Il place 64 implants angulés de 30 à 45° aboutissant au niveau de la 2<sup>nd</sup> prémolaire et 2 implants axiaux au niveau de l'incisive latérale.

Le taux de survie implantaire est de 97% à 1an.

Il obtient une perte osseuse marginale similaire au All-on-four mandibulaire avec une moyenne de 1mm sur tous les implants. Les résultats à 1an semblent être très encourageants mais des études à plus long terme, avec un niveau de preuve plus élevé et sur plus de patients est nécessaire.

En 2012, une nouvelle étude rétrospective est proposée par Malo. Cette fois, plus de 240 édentés complets maxillaires et plus de 950 implants sont étudiés selon la même technique avec des résultats allant jusqu'à 5ans. Il obtient un taux de survie supérieur à 95% à 5ans. (64)

La technique du All-on four semble être une alternative fiable à court et moyen terme (5ans) pour les édentés complets comme alternative aux sinus lift mais des études avec des niveaux de preuve de grade A ou B sont nécessaire.

En 2012, Menini sort une revue de la littérature basée sur 11 études (7 rétrospectives et 3 prospectives) analysant plus de 320 patients édentés totaux maxillaires. Il obtient un taux de survie cumulé de plus de 97% à 1an de mise en fonction. (60)

En 2009, Agliardi publie une des plus longues études sur les All-on-four avec un suivi à 5ans. 61 maxillaires sont réhabilités par 4 implants selon la technique de Malo. Après un suivi moyen de 27,2 mois, le taux de survie était de 100% et des pertes osseuses marginales similaires entre les implants axiaux antérieurs et angulés postérieurs (1mm). Il obtient des résultats similaires à moyen terme. (56)

Plus récemment, une RCT's sur 5ans, étude avec un niveau de preuve élevé menée par Tallarico est publiée. Cette étude randomisée, compare les taux de survie de 2 groupes de 20 patients, chaque groupe recevant soit un All on 4 ou un All on 6. (84)

A 5ans, le taux de survie des All on 4 était de 98,5% et celui des All on 6 était significativement similaire avec 95%. Cette étude montre la fiabilité jusqu'au moyen terme au moins de la technique All on 4 avec des taux de survie proche de 100%

L'étude la plus fiable et la plus récente est la Revue de la littérature sortie en 2017 de Penaloza.

Cette revue de la littérature analyse 24 études ayant un suivi minimum de 3ans après la mise en charge (65) :

- 1 RCT (Tallarico)
- 14 études rétrospectives
- 9 études prospectives

Sur ces 24 études, le taux de survie moyen à 2ans et de 99,8%.

En conclusion, le traitement par All-on-four chez les patients édentés complets offre des résultats prédictibles avec des taux de survie proche de 100% à court et moyen terme. Ce traitement est une vraie alternative aux procédures de régénération osseuse chez les patients refusant les greffes.

Des complications biologiques (péri-implantite surtout) sont retrouvées chez un nombre très faible de patients à 3ans. Cependant, des études sur 10 ou 15ans doivent encore être menées afin d'obtenir des résultats concluant et prédictible à long terme.

### ↗ Revue de la littérature du All-on 6 :

Le concept du All-on-six dérive de la technique de Malo et a également été étudiée par de nombreux auteurs.

Capelli en 2007 publie une étude clinique multicentrique sur 41 patients édentés total au maxillaire réhabilité par la technique du All-on-six avec 4 implants droits et 2 implants angulés postérieurs. Il place 246 implants dont 82 angulés et obtient un taux de survie moyen de 97,59% à 40mois. (57)

Il conclut que la technique par 6 implants possède les mêmes résultats que la technique par 4 implants. La perte osseuse marginale est la même pour les implants angulés et standards. Cependant, le faible nombre de patients à 3ans ne permet pas de conclure sur le taux de succès des All-on-six à moyen et long terme.

En 2009, Agliardi réhabilite 20 maxillaires édentés complets en utilisant 6 implants selon une technique différente de Capelli, il propose 4 implants angulés postérieurs et 2 implants droits antérieurs. Après un suivi moyen de 31,3 mois, le taux de survie des implants est de 98%. (86)

En 2009 et 2012, Agliardi réalise 2 études prospectives sur 5ans et 3ans sur la technique du All-on-six. Il obtient respectivement des taux de survie de 100% en 2009 et de 98,96% dans la seconde étude. (66,86)

Les études avant 2010 montrent des taux de succès encourageant à court terme. Plusieurs techniques avec des résultats similaires en termes de survie implantaire sont publiées. Cependant, des études à plus long terme sont nécessaire pour juger des succès à moyen et long terme des all-on-six.

Dans une revue de la littérature réalisée par Penarrocha en 2013, l'auteur analyse le taux de survie de plus de 1400 implants. 319 patients sont traités par la technique de All-on-four ou du All-on-six avec un suivi allant jusqu'à 144 mois. L'auteur rapporte des taux de survie similaires pour les implants angulés et droits et significativement similaires pour les 2 techniques proches de 97%. (87)

Comme pour les All-on-four, Tallarico en 2015 dans sa RCT (grade A), conclut que les deux techniques possèdent des résultats similaires et que les deux approches possèdent des résultats prédictibles à court et moyen terme. Des études contrôlées randomisées à long terme sont nécessaires pour confirmer ces résultats. (84)

L'étude la plus récente qui possède des résultats à long terme est l'étude réalisée en 2017 par Testori. L'auteur réalise une étude sur 24 patients ayant un suivi à plus de 10ans. 144 implants dont 48 angulés de 15mm de long en moyenne et 4mm de diamètre sont placés chez 24 patients édentés totaux. (67)

Testori utilise 4 implants standards antérieurs et 2 implants angulés postérieurs. A 10ans, le taux de survie des implants est de 94,75% pour les implants angulés avec 3 échecs implantaires dans la 1<sup>ère</sup> année après la mise en charge. Testori compare ses résultats avec ceux obtenus par Malo pour le All-on-four mais seul 15 patients ont été suivis jusqu'à 10ans, ce qui ne permet pas de conclure de façon fiable sur les résultats à long terme.

Les techniques par All-on-four et All-on-six semblent être des alternatives très encourageantes selon les auteurs. En effet, les taux de survie des implants angulés sont similaires à ceux des implants standards.

Les pertes osseuses marginales décrites dans la littérature ne sont pas supérieures dans les implants angulés et reste d'environ 1mm après la première année.

Les patients édentés complets refusant la chirurgie de greffes peuvent se tourner vers la technique décrite premièrement par Malo. Il faudra encore quelques années et des études à 15 ou 20ans pour valider les pronostics à long terme.

## IMPLANTS ANGULES

INVESTIGATEURS	SUIVI	POPULATION	IMPLANTS	PROTOCOLE DE L'ÉTUDE	RÉSULTATS DE L'ÉTUDE	REMARQUE DE L'ÉTUDE	DESIGN DE L'ÉTUDE	GRADE
AGLARDI et col., 2010	4 à 59 mois	61 patients édenté au maxillaire à 1an	142 implants angulés et 142 implants axiaux 286 en tout angulés de 10 à 18mm.	Préparation et mise en charge immédiate avec angulation de 30 à 45°	Taux de survie cumulé à 1an = 96,36% Perte os/marq = 0,9mm pour axiaux et 0,7 pour angulés	Taux de survie +++ Perte osseuse : marq sign similaire	Etude prospective de cohorte	B
AGLARDI et col., 2009	18 à 42 mois	20 patients	120 implants dont 80 angulés	TTT des édentés totaux par technique du all on 6	100% de survie à 1an (99,2% angulés) Perte osseuse marginale comparable (0,8 pour axiaux et 0,9mm pour angulés	Taux de survie similaire entre angulés et droits Perte osseuse : marq sign similaire Technique ++ pour édentés totaux	Etude prospective de cohorte	B
AGLARDI et col., 2012	36 mois	32 patients	192 implants dont 128 angulés	Chaque patient est traité par 4 implants angulés et 2 droits, mise en charge immédiate Technique du All on 6	98,96% de survie (2 perte due à infection All on 6 +++	Etude prospective sur 3ans	C	
APARICIO et col., 2001	21 à 87 mois	25 patients	101 implants dont 42 angulés de 15-16mm en G Diamètre de 3,75 ou 4mm	Objet de l'étude : combiner des implants angulés et axiaux comme alternative au SL + implants standards	100% de survie pour implants angulés à 91,3% pour les axiaux Perte osseuse marginale : 1,21mm pour angulés et 0,92 pour axiaux	Les implants angulés utilisés sont des implants Piergordiens Donc ils ne rentrent pas dans l'analyse de cette étude	Etude retrospective	C
ATA-ALI et col., 2012	Minimum 1an	Nombre patients NR	Nombre d'implants NR	analyse du taux de succès / perte d'os marq Suivi min 1an après mise en charge et au min 10 patients	95% de survie	Très bon taux de succès des implants angulés Perte osseuse marginale similaire	Meta-analyse (7 retro et 6 pr)	A
CALANDRIELLO et col., 2010	1an minimum	18 patients	60 implants dont 27	25-55 degré par rapport à l'axe implantaire classique Patients édenté partiel ou complet places au niveau de PM2 et M1. 23 des 27 > 30 degrés	95,7% de survie à 1an (angulés)	Taux de survie similaires Perte des marq est sign < chez implants angulés à 6 mois et 1 an Pas de différence sign au niveau de la stabilité primaire	Etude prospective cohorte	B
CHIRCANOVIC et col., 2011	NR	10 761 implants dont 5029 angulés	x	x	98,37% de survie (angulés)	x	Meta-analyse (44 publication)	A
DEL FABBRO et col., 2014	1an min après	670 patients dont 91 édentés complets	2832 implants dont 1338 angulés	Objectif est d'évaluer et comparer CSR et perte d'os marq autour des 2 types d'implants Comparer Mx vs Md Comparer prothèse complète vs partielle	98,6% de survie pour angulés et droits	Sur 19 études, seul 1 seul rapporte une perte d'os marq à 1an plus importante pour les angulés. A 3ans pas de diff sign entre angulés et droits	Revue de la littérature (14 pr)	A
DEL FABBRO et col., 2010	12 à 82 mois	462 patients	1992 implants dont 966 angulés en tout	Traitement de l'édentement partiel par des implants angulés de 30 à 45°	98,7% de survie au maxillaire Pas de distinction entre angulés et droits	Localization : Pas de diff d'échec ou de perte sign d'os marq entre maxillaire et mandibule CSR équivalent entre les 2 types d'implants Longueur de 10 à 20mm	Revue systématique (7 pr)	B
DEGIDI et col., 2010	3ans	30 patients	210 implants dont 120		99,2% de survie pour implants angulés	Les implants angulés ont des taux de survie similaire aux standards	Etude prospective sur 3ans	C

REMANOV et col., 2000 35 à 60 mois 47 patients	25 patients / 36 implants angulés mandibulaires 22 patients / 30 implants angulés maxillaires	Angule de 30-35 degrés en anneau post	95,7% de survie à 5ans	taux de survie significativement similaire aux implants standards	Etude Retrospective
MALO et col., 2003 ++++ NR	44 patients	CONCEPT DU ALL on 4 Malo propose Mise en charge immédiate sur 4 implants 2 angulés et 2 droits type BRAVENMARK Malo recommande l'utilisation de Guide chir +++	96% de survie à 6 mois 6 perte à 6 mois de mise en charge Taux de succès prothétique = 100% Etude à la MD ici SEUL DES CAINTLEVER COURTS (1ère MOLAIRE)	Il démontre que l'angulation des implants peut-être un avantage et que leur longueur peut permettre un ancrage corticale	C
MALO et col., 2005 6 à 12 mois	32 patients	128 implants (angulés et axiaux) Les angulés font 10-15mm de long et 3,75 ou 4mm de diamètre Implant antérieur de 4 ou 3,75mm de diamètre	Protocole de All-on 4 au maxillaire semble OK ++ 2 implants distaux de 30°/ mur ant du sinus Enrige au niveau de PM2 et M1. Utilisation de Guide chir	CSR de 97,5% à 1an pour tous les implants Perte osseuse marginale à 1an : 1mm	Etude Retrospective
MALO et col., 2012 Sans	242 patients édentés complets	968 implants	Voir Réduction thèse pour protocole All-on four	96% de survie à 5ans	Etude Retrospective
MENINNI et col., 2012 1an min après 324 patients	1623 implants dont 778 angulés	Differentes angulations car plusieurs études différantes Que des patients édentés complets supportent par 4 implants (2 angulés et 2 droits) Minimum 10 patients et survie à 1 an pour mise en charge Taux de survie et résorption calculé	97,81% de survie à 1an de mise en fonction immédiate Pas de corrélation entre tabac et succès 6 auteurs étudient perte d'os marginale à 1an = 5mm environ 4 auteurs ont fait questionnaire de satisfaction, R tjs très bon Protocole diff : des All-on 4 et All-on 6	Concernne patients full-arch avec mise en fonction immédiate Taux de survie similaire pour les 2 types d'implants 7 études prospectives et 3 retro et 1 cohorte	C
PENARROCHA et col., 2012 12 mois minimum (jusqu'à 144 mois)	319 patients	1448 implants dont 782 angulés Implants de 2 à 20mm mais en moyenne entre 10 et 13	Utilisation des 2 techniques : All on 4 et All on 6	92 à 100% de survie pour les implants 91 à 100% de survie pour les standards Perte osseuse marginale : 0,4 à 0,9 pour angulés et 0,3 à 1,2 pour les axiaux	Revue de la littérature sur 13 études Pas de RCT's 6 pro et 7 retro
TESTORI et col., 2017 10ans	24 patients suivis sur plus de 10ans	1444 Implants dont 48 angulés Diamètre entre 3,6 et 4,2mm.	All-on 6 avec 2 implants angulés distalement Implants distaux placés avec une angulation de 30-35° et parallèle au mur ant du sinus torque à 30N Diamètre de 4mm et longueur de 15mm en moy pour les implants angulés	94,75% de survie pour angulés (3 échecs, tous les zéros à 10ans)	Revue de la littérature sur 10 an à celui des études sur all-on 4 Mais petit échantillon Principale complication : perte d'implant Haut niveau de satisfaction des patients
TALLARICO, 2015 Sans	40 patients	200 implants 20 patients reçoivent all-on four 20 patients reçoivent all on 6	Etude randomisée contrôlée avec 2 groupes	Taux de survie à 5ans : 96,5% pour All-on 4 95% pour All-on 6	Etude clinique RANDOMISÉE
PEÑALOZA, 2017 Sans de mise en NR		Plus de 11 000 implants	Revue de la littérature sur le ALL on 4 ++	CSR MOYEN DE 99,8% à 2ans +++	FIDELITE du ETI par All on four +++
CAPELLI et col., 2007 6-40mois	65 patients	246 implants placés au maxillaire dont 82 angulés L	obj : évaluer la survie des implants axiaux et angulés dans des all on 6 au maxillaire L'implant le plus post à 3-4mm du mur ant du sinus angulé à 35° 2 implants antérieurs niv inc Lat 2 autres implants axiaux entre les 2 implants Mise en charge immédiate	CSR = 97,59% au maxillaire à 40 mois Perte osseuse marginale similaire entre les implants axiaux et angulés Patients on un niveau de satisfaction +++	Etude clinique multicentrique

## **CONCLUSION**

Le projet implantaire reste un véritable défi dans la région postérieure du maxillaire. De nombreux obstacles peuvent être présents limitant les possibilités de planifications standards. Le double phénomène de résorption nous empêche fréquemment de poser des implants de longueurs standards et axiaux dont les taux de succès ne sont plus à prouver.

La réhabilitation par la technique de greffe osseuse permettant la mise en place d'implants classiques reste une méthode fiable pour contourner les problèmes de niveaux osseux. Cependant, de nombreux patients, pour diverses raisons (financière, temps de cicatrisation, morbidité...) refusent cette opération et se tourne vers les alternatives thérapeutiques.

Ainsi, de nombreux auteurs se sont penchés sur ces techniques afin d'offrir un panel de solutions au praticien en cas de refus de greffe. Les implants courts semblent être l'alternative la plus fiable et la moins traumatisante dans le cas d'une faible hauteur osseuse sous-sinusienne.

L'utilisation d'implants zygomatiques et ptérygoïdiens semble être une solution acceptable avec des taux de survie implantaire similaires aux implants standards. Cependant, des études à plus long terme et avec un niveau de preuve plus élevé sont nécessaires pour confirmer ces résultats.

Dans le cas d'édentement complet, la technique du All-on-four de Malo avec 2 implants angulés et 2 implants droits permet d'obtenir des taux de survie proche de 100%.

Les alternatives thérapeutiques au comblement sinusien ne cessent de se développer et chaque possibilité thérapeutique doit être réfléchie car chacune possède ses propres indications et contre-indications.

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. Georgiev, Linear and volumetric assessment of the maxillary sinus - MedicinaeDentalis Disponible sur : <http://press.muvarna.bg/ojs/index.php/ssmd/article/view/1684>
2. Janner, Characteristics and dimensions of the Schneiderian membrane: a radiographic analysis using cone beam computed tomography in patients referred for dental implant surgery in the posterior maxilla Clinical. disponible sur <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1600-0501.2010.02140.x>
3. Branemark P-I, Zarb GA, Albrektsson T, Rosen HM. Tissue-integrated prostheses. osseointegration in clinical dentistry. *Plast Reconstr Surg.* mar 1986;77(3):496.
4. Atwood DA. Post-extraction changes in the mandible as illustrated by microradiographs of midsagittal sections and serial cephalometric roentgenograms. *J Prosthet Dent.* Sep 1963;13:810- 24.
5. Cawood, Howell - A classification of the edentulous jaws - *Int J Oral Maxillo Surg* - Disponible sur <https://fr.scribd.com/document/119186736/edentulous-jaws-classification>
6. Sharan A, Madjar D. Maxillary sinus pneumatization following extractions: a radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* féb 2008;23(1):48- 56.
7. Srouji et al. The innate osteogenic potential of the maxillary sinus (Schneiderian) membrane: an ectopic tissue transplant model simulating sinus lifting - Disponible sur <https://pocketdentistry.com/the-innate-osteogenic-potential-of-the-maxillary-sinus-schneiderian-membrane-an-ectopic-tissue-transplant-model-simulating-sinus-lifting/>
8. Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique. *Compend Newtown Pa.* feb 1994;15(2):152, 154- 156, 158 passim; quiz 162.
9. Nolan PJ, Freeman K, Kraut RA. Correlation between Schneiderian membrane perforation and sinus lift graft outcome: a retrospective evaluation of 359 augmented sinus. jan 2014;72(1):47- 52.
10. Testori T, Weinstein RL, Taschieri S, Del Fabbro M. Risk factor analysis following maxillary sinus augmentation: a retrospective multicenter study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* oct 2012;27(5):1170- 6.
11. Vasquez JC - Complication rate in 200 consecutive sinus lift procedures: guidelines for prevention and treatment. - *J Oral Maxillofac Surg* 2014, May;72(5):892-901

12. Hernández-Alfaro F, Marín Torradeflot M, Martí C. Prevalence and management of Schneiderian membrane perforations during sinus-lift procedures. *Clin Oral Implants Res.* jan 2008;19:91- 8.
13. Barone A, Santini S, Sbordone L, Crespi R, Covani U. A clinical study of the outcomes and complications associated with maxillary sinus augmentation. *Int J Oral Maxillofac Implants.* feb 2006;21(1):81- 5.
14. Fugazzotto P, Melnick PR, Al-Sabbagh M. Complications when augmenting the posterior maxilla. *Dent Clin North Am.* jan 2015;59(1):97- 130.
15. Kayabasoglu G et al - A retrospective analysis of the relationship between rhinosinusitis and sinus lift dental implantation, Disponible sur : <https://head-face-med.biomedcentral.com/articles/10.1186/1746-160X-10-53>
16. Thoma D, Zeltner M, Hüsler J, Hammerle C, E Jung R. EAO Supplement Working Group 4 - EAO CC 2015 Short implants versus sinus lifting with longer implants to restore the posterior maxilla: A systematic review - *Clin Oral Implant Res* 2015 Disponible sur <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/clr.12615>
17. Lombardo G, Pighi J, Marincola M, Corrocher G, Simancas Pallares M, Francesco Nocini P. Cumulative success rate of short and ultrashort implants supporting single crowns in the posterior maxilla: A 3-Year retrospective study. *Int J Dent.* jan 2017;2017:1- 10.
18. Annibali S, Cristalli MP, Dell'Aquila D, Bignozzi I, La Monaca G, Pilloni A. Short dental implants: a systematic review. *J Dent Res.* jan 2012;91(1):25- 32.
19. Esposito M, Barausse C, Pistilli R, Sammartino G, Grandi G, Felice P. Short implants versus bone augmentation for placing longer implants in atrophic maxillae: One-year post-loading results of a pilot randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* 2015;8(3):257- 68.
20. Fugazzotto PA. Shorter implants in clinical practice: rationale and treatment results. *Int J Oral Maxillofac Implants.* jun 2008;23(3):487- 96.
21. BDIZ EDI - European Association of Dental Implantologists | Guidelines of the European Consensus Conference Disponible sur: [https://www.bdizedi.org/bdiz/web.nsf/id/pa\\_en\\_guidelines.html](https://www.bdizedi.org/bdiz/web.nsf/id/pa_en_guidelines.html)
22. Friberg B, Jemt T, Lekholm U. Early failures in 4,641 consecutively placed Bränemark dental implants: a study from stage 1 surgery to the connection of completed prostheses. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1991;6(2):142- 6.
23. Sun H, Huang C, Ru Wu Y, Shi B. Failure rates of short (<= 10 mm) dental implants and factors influencing their failure: A systematic review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26(4):816

24. Renouard F, Nisand D. Impact of implant length and diameter on survival rates. *Clin Oral Implants Res.* oct 2006;17 (Suppl 2):35- 51.
25. Telleman G, Raghoebar GM, Vissink A, Meijer HJA. Impact of platform switching on inter-proximal bone levels around short implants in the posterior region; 1-year results from a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol.* jul 2012;39(7):688- 97.
26. Thoma D, Haas R, Tutak M, García-García A, Schincaglia GP, Hammerle C. Randomized controlled multicentre study comparing short dental implants (6 mm) versus longer dental implants (11-15 mm) in combination with sinus floor elevation procedures. Part 1: Demographics and patient-reported outcomes at 1 year of loading. *J Clin Periodontol.* Disponible sur <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25418606>
27. Maló P, Nobre M de, Lopes A. Short implants in posterior jaws. A prospective 1-year study. *Eur J Oral Implantol.* 2011;4(1):47- 53.
28. Maló P, de Araújo Nobre M, Rangert B. Short implants placed one-stage in maxillae and mandibles: a retrospective clinical study with 1 to 9 years of follow-up. *Clin Implant Dent Relat Res.* mar 2007;9(1):15- 21.
29. Curi M, Cardoso C, Ribeiro K. Retrospective study of pterygoid implants in the atrophic posterior maxilla: implant and prosthesis survival rates up to 3 years. *Int J Oral Maxillofac Implants.* mar 2015;30:378- 83.
30. Balshi TJ, Wolfinger GJ, Balshi SF. Analysis of 356 pterygomaxillary implants in edentulous arches for fixed prosthesis anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants.* jun 1999;14(3):398- 406.
31. Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ. Analysis of 164 titanium oxide-surface implants in completely edentulous arches for fixed prosthesis anchorage using the pterygomaxillary region. *Int J Oral Maxillofac Implants.* déc 2005;20(6):946- 52.
32. Candel E, Peñarrocha D, Peñarrocha M. Rehabilitation of the atrophic posterior maxilla with pterygoid implants: a review. *J Oral Implantol.* sep 2012;38(Spec No):461- 6.
33. Peñarrocha M, Carrillo C, Boronat A, Peñarrocha M. Retrospective study of 68 implants placed in the pterygomaxillary region using drills and osteotomes. *Int J Oral Maxillofac Implants.* aug 2009;24(4):720- 6.
34. Nocini PF, Albanese M, Fior A, De Santis D. Implant placement in the maxillary tuberosity: the Summers' technique performed with modified osteotomes. *Clin Oral Implants Res.* jun 2000;11(3):273- 8.
35. Valerón JF, Valerón PF. Long-term results in placement of screw-type implants in the

- pterygomaxillary-pyramidal region. *Int J Oral Maxillofac Implants.* apr 2007;22(2):195- 200.
36. Balshi TJ, Wolfinger GJ, Slauch RW, Balshi SF. A retrospective comparison of implants in the pterygomaxillary region: implant placement with two-stage, single-stage, and guided surgery protocols. *Int J Oral Maxillofac Implants.* feb 2013;28(1):184- 9.
37. Rodríguez X, Méndez V, Vela X, Segalà M. Modified surgical protocol for placing implants in the pterygomaxillary region: clinical and radiologic study of 454 implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* déc 2012;27(6):1547- 53.
38. Bränemark P-I, Gröndahl K, Ohrnell L-O, Nilsson P, Petruson B, Svensson B, et al. Zygoma fixture in the management of advanced atrophy of the maxilla: technique and long-term results. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 2004;38(2):70- 85.
39. Malevez C, Abarca M, Durdu F, Daelemans P. Clinical outcome of 103 consecutive zygomatic implants: a 6-48 months follow-up study. *Clin Oral Implants Res.* feb 2004;15(1):18- 22.
40. Candel-Martí E, Carrillo-García C, Peñarrocha-Oltra D, Peñarrocha-Diago M. Rehabilitation of atrophic posterior maxilla with zygomatic implants: review. *J Oral Implantol.* oct 2012;38(5):653- 7.
41. Maló P, de Araújo Nobre M, Lopes A, Ferro A, Moss S. Extramaxillary surgical technique: clinical outcome of 352 patients rehabilitated with 747 zygomatic implants with a follow-up between 6 months and 7 years. *Clin Implant Dent Relat Res.* jan 2015;17(Suppl 1):e153-162.
42. Maló P, Nobre M de A, Lopes A, Ferro A, Moss S. Five-year outcome of a retrospective cohort study on the rehabilitation of completely edentulous atrophic maxillae with immediately loaded zygomatic implants placed extra-maxillary. *Eur J Oral Implantol.* 2014;7(3):267- 81.
43. Aparicio C, Manresa C, Francisco K, Claros P, Alández J, González-Martín O, et al. Zygomatic implants: indications, techniques and outcomes, and the zygomatic success code. *Periodontol 2000.* oct 2014;66(1):41- 58.
44. Aparicio C, Manresa C, Francisco K, Ouazzani W, Claros P, Potau JM, et al. The long-term use of zygomatic implants: a 10-year clinical and radiographic report. *Clin Implant Dent Relat Res.* jun 2014;16(3):447- 59.
45. Bedrossian E. Rehabilitation of the edentulous maxilla with the zygoma concept: a 7-year prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* déc 2010;25(6):1213- 21.
46. Davo R, Pons O, Rojas J, Carpio E. Immediate function of four zygomatic implants: a

1-year report of a prospective study. *Eur J Oral Implantol.* 2010;3(4):323- 34.

47. Stella JP, Warner MR. Sinus slot technique for simplification and improved orientation of zygomaticus dental implants: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants.* déc 2000;15(6):889- 93.
48. Chrcanovic B, Pedrosa A, Luis Neto Custódio A. Zygomatic implants: A critical review of the surgical techniques. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;17(no):9
49. Chrcanovic BR, Albrektsson T, Wennerberg A. survival and complications of zygomatic implants: an updated systematic review. *J Oral Maxillofac Surg* oct 2016;74(10):1949- 64.
50. Miglioranza RM, Coppedê A, Dias Rezende RCL, de Mayo T. Restoration of the edentulous maxilla using extrasinus zygomatic implants combined with anterior conventional implants: a retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* jun 2011;26(3):665- 72.
51. Miglioranza RM, Immediate occlusal loading of extrasinus zygomatic implants: A prospective cohort study with a follow-up period of 8 years - *Int J Oral Maxillofac* Disponible sur : <https://scinapse.io/papers/2020371689>
52. Peñarrocha M, Uribe R, García B, Martí E. Zygomatic implants using the sinus slot technique: clinical report of a patient series. *Int J Oral Maxillofac Implants.* oct 2005;20(5):788- 92.
53. Krekmanov L, Kahn M, Rangert B, Lindström H. Tilting of posterior mandibular and maxillary implants for improved prosthesis support. *Int J Oral Maxillofac Implants.* may 2000;15:405- 14.
54. Maló P, Rangert B, Nobre M. « All-on-Four » immediate-function concept with Bränemark System implants for completely edentulous mandibles: a retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2003;5(Suppl) 1:2- 9.
55. Degidi M, Nardi D, Piattelli A. Immediate loading of the edentulous maxilla with a definitive restoration supported by an intraorally welded titanium bar and tilted implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* déc 2010;25(6):1175- 82.
56. Agliardi E, Panigatti S, Clericò M, Villa C, Malò P. Immediate rehabilitation of the edentulous jaws with full fixed prostheses supported by four implants: interim results of a single cohort prospective study. *Clin Oral Implants Res.* may 2010;21(5):459- 65.
57. Capelli M, Zuffetti F, Del Fabbro M, Testori T - Immediate rehabilitation of the completely edentulous jaw with fixed prostheses supported by either upright or tilted implants: A Multicenter clinical study - *Int J Oral Maxillofac* 2007 Disponible sur:

[https://www.researchgate.net/publication/5914735\\_Immediate\\_rehabilitation\\_of\\_the\\_completely\\_edentulous\\_jaw\\_with\\_fixed\\_prostheses\\_supported\\_by\\_either\\_upright\\_or\\_tilted\\_implants\\_A\\_Multicenter\\_clinical\\_study](https://www.researchgate.net/publication/5914735_Immediate_rehabilitation_of_the_completely_edentulous_jaw_with_fixed_prostheses_supported_by_either_upright_or_tilted_implants_A_Multicenter_clinical_study)

58. Ata-Ali J, Penarrocha-Oltra D, Candel-Marti E, Penarrocha M. Oral rehabilitation with tilted dental implants: A metaanalysis. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. feb 2012;17:e582-7.
59. Aparicio C, Perales P, Rangert B. Tilted implants as an alternative to maxillary sinus grafting: a clinical, radiologic, and periosteal study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2001;3(1):39- 49.
60. Menini M, Signori A, Tealdo T, Bevilacqua M, Pera F, Ravera G, et al. Tilted Implants in the immediate loading rehabilitation of the maxilla: A Systematic Review. *J Dent Res* 2012;91(9):821-7.
61. Del Fabbro M, Bellini CM, Romeo D, Francetti L. Tilted implants for the rehabilitation of edentulous jaws : a systematic review. *Clin Implant Dent Relat Res*. aug 2012;14(4):612- 21.
62. Del Fabbro M, Ceresoli V. The fate of marginal bone around axial vs. tilted implants: a systematic review. *Eur J Oral Implantol*. 2014;7 (Suppl 2):S171-189.
63. Calandriello R, Tomatis M -Simplified Treatment of the Atrophic Posterior Maxilla via Immediate/Early function and tilted implants : prospective 1-year clinical study - *Clin Implant Dent Res* 2005 - Disponible sur : <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1708-8208.2005.tb00069.x>
64. Maló P, De Araújo Nobre M, Lopes DDS A, Carlos Francischone DDS P, Mauricio Rigolizzo DDS P. "All-on-4" immediate-function concept for completely edentulous maxillae: A clinical report on the medium (3 Years) and long-term (5 Years) outcomes. *Clin Implant Dent Relat Res*. oct 2011;14:e139- 50.
65. Soto-Penaloza D, Zaragozí-Alonso R, Penarrocha-Diago M, Penarrocha-Diago M. The all-on-four treatment concept: systematic review. *J Clin Exp Dent*. mar 2017;9(3):e474- 88.
66. Agliardi E, Pozzi A, Stappert C, Benzi R, Romeo D, Gherlone E. Immediate fixed rehabilitation of the edentulous maxilla: A prospective clinical and radiological study after 3 years of Loading - *Clin Implant Dent relat Res* 2014;16(2):292-302
67. Testori T et al - Assessment of long-term survival of immediately loaded tilted implants supporting a maxillary full-Arch fixed prosthesis - Disponible sur: [https://www.researchgate.net/publication/318477690\\_Assessment\\_of\\_Long-Term\\_Survival\\_of\\_Immediately\\_Loaded\\_Tilted\\_Implants\\_Supporting\\_a\\_Maxillary\\_Full-Arch\\_Fixed\\_Prosthesis?enrichId=rgreq-6dbb1bb60907e4f4221d5c2b81b56b31-](https://www.researchgate.net/publication/318477690_Assessment_of_Long-Term_Survival_of_Immediately_Loaded_Tilted_Implants_Supporting_a_Maxillary_Full-Arch_Fixed_Prosthesis?enrichId=rgreq-6dbb1bb60907e4f4221d5c2b81b56b31-)

- XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMxODQ3NzY5MDtBUzo1MTg1MDYyNzUzMjM5MDRAMTUwMDYzMjkzNzU4NA%3D%3D&el=1\_x\_2&\_esc=publicationCoverPdf
68. Gonçalves TMSV, Bortolini S, Martinolli M, Alfenas BFM, Peruzzo DC, Natali A, et al. Long-term short implants performance : systematic review and meta-analysis of the essential assessment parameters. *Braz Dent J.* aug 2015;26(4):325- 36.
69. Esposito M, Barausse C, Pistilli R, Checchi V, Diazzi M, Gatto MR, et al. 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- 30.
70. Esposito M, Pellegrino G, Pistilli R, Felice P. Rehabilitation of posterior atrophic edentulous jaws: prostheses supported by 5 mm short implants or by longer implants in augmented bone? One-year results from a pilot randomised clinical trial. *Eur J Oral Implantol.* 2011;4(1):21- 30.
71. Felice P, Soardi E, Pellegrino G, Pistilli R, Marchetti C, Gessaroli M, et al. Treatment of the atrophic edentulous maxilla: Short implants versus bone augmentation for placing longer implants. Five-month post-loading results of a pilot randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* sep 2011;4:191- 202.
72. Guljé F, M Raghoebar G, Vissink A, J A Meijer H. Single crowns in the resorbed posterior maxilla supported by either 6-mm implants or by 11-mm implants combined with sinus floor elevation surgery: A 1-year randomised controlled trial. *Eur J Oral Implantol.* sep 2014;7:247- 55.
73. Bechara S, Kubilius R, Veronesi G, T. Pires J, Shibli J, Mangano F. Short (6-mm) dental implants versus sinus floor elevation and placement of longer ( $\geq 10$ -mm) dental implants: a randomized controlled trial with a 3-year follow-up. *Clin Oral Implants* - disponible sur <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/clr.12923>
74. Shi J-Y, Qiao S-C, Gu Y-X, Zhu Y, Lai H-C. Treatment strategies in moderate atrophic posterior maxilla: short dental implants or sinus floor elevation? *Musculoskelet Regen.* 2015 Disponible sur: <http://www.smartsctech.com/index.php/MR/article/view/1002>
75. Pistilli R et al - Posterior atrophic jaws rehabilitated with prostheses supported by 5 x 5 mm implants with a novel nanostructured calcium-incorporated titanium surface or by longer implants in augmented bone. One-year results from a randomised controlled trial. *Eur J Implant* 2013;6(4):343-357
76. Felice P et al - Short implants as an alternative to crestal sinus lift: A 1-year multicentre randomised controlled trial - *Eur J Oral Implant* 2015;8(4):375-384

77. Lee S-A, Lee C-T, Fu MM, Elmisalati W, Chuang S-K. Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials for the management of limited vertical height in the posterior region: short implants (5 to 8 mm) vs longer implants (> 8 mm) in vertically augmented sites. *Int J Oral Maxillofac Implants*. oct 2014;29(5):1085- 97.
78. Esposito M, Pistilli R, Barausse C, Felice P - Three-year results from a randomised controlled trial comparing prostheses supported by 5-mm long implants or by longer implants in augmented bone in posterior atrophic edentulous jaw - *Eur J Oral Implant* - 2014;7(4):383-395
79. Bidra AS, Huynh-Ba G. Implants in the pterygoid region: a systematic review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg*. aug 2011;40(8):773- 81.
80. Balshi T, J Wolfinger G, Slauch R, Balshi S. Bränemark system implant lengths in the pterygomaxillary region: a retrospective comparison - *Implant Dent* - Dec2013;22(6):610-612.
81. Esposito M, Worthington HV, Coulthard P. Interventions for replacing missing teeth: dental implants in zygomatic bone for the rehabilitation of the severely deficient edentulous maxilla. *Cochrane Database Syst Rev*. oct 2005;(4):CD004151.
82. Aparicio C, Manresa C, Francisco K, Aparicio A, Nunes J, Claros P, et al. Zygomatic implants placed using the zygomatic anatomy-guided approach versus the classical technique: a proposed system to report rhinosinusitis diagnosis. *Clin Implant Dent Relat Res*. oct 2014;16(5):627- 42.
83. Peñarrocha M, Carrillo C, Boronat A, Martí E. Level of satisfaction in patients with maxillary full-arch fixed prostheses: zygomatic versus conventional implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. oct 2007;22(5):769- 73.
84. Tallarico M, Meloni SM, Canullo L, Caneva M, Polizzi G. Five-year results of a randomized controlled trial comparing patients rehabilitated with immediately loaded maxillary cross-arch fixed dental prosthesis supported by four or six implants placed using guided surgery. *Clin Implant Dent Relat Res*. oct 2016;18(5):965- 72.
85. Maló P, Rangert B, Nobre M. All-on-4 immediate-function concept with Bränemark System implants for completely edentulous maxillae: a 1-year retrospective clinical study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2005;7 (Suppl 1):S88-94.
86. Agliardi E, Francetti L, Romeo D, Del Fabbro M. Immediate rehabilitation of the edentulous maxilla: preliminary results of a single-cohort prospective study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. sep 2009;24:887- 95.
87. Peñarrocha-Oltra D, Candel-Martí E, Ata-Ali J, Peñarrocha-Diago M. Rehabilitation

of the atrophic maxilla with tilted implants: review of the literature. *J Oral Implantol.* oct 2013;39(5):625- 32.

## **TABLE DES FIGURES**

Figure 1 : KAMINA, tête cou et dos, Maloine 2013

Figure 2 : H. SAMIR, 2015

Figure 3 : KQIKU et col, 2013

Figure 4 : JANNER, 2011

Figure 5 : TURKYILMAZ, 2008

Figure 6 : BLACKBURN, 2016

Figure 7 : DWIVEDI, 2013

Figure 8 : LUMBROSO, 2014

Figure 9 : RONCO, 2017

Figure 10 : SENECHAUT, 2015

Figure 11 : BICON.COM, 2018

Figure 12 : STEIGENGA, 2004

Figure 13 : TELLMAN, 2012

Figure 14 : BALSHI, 1999

Figure 15 : CANDEL, PENARROCHA, 2012

Figure 16 : REISER, 1998

Figure 17 : DANDOY, 2015

Figure 18 : CHRACANOVIC, 2013

Figure 19 : CHRACANOVIC, 2013

Figure 20 : CHRACANOVIC, 2013

Figure 21 : CALANDRIELLO, 2005

Figure 22 : CALANDRIELLO, 2005

Figure 23 : PENALOZA, 2017

Figure 24 : AGLIARDI, 2012

Figure 25 : MALO, 2009

**PREVAULT (Clément)** – Alternatives thérapeutiques implantaires au comblement osseux en cas de proximité sinuse – 94 f. ; ill, 87ref, 30cm (Thèse : Chir.Dent. ; Nantes 2018)

#### RESUME

La réhabilitation des secteurs postérieurs du maxillaire par solution implantaire est souvent rendue compliquée par une faible hauteur d'os résiduel lié au double phénomène de résorption au cours du temps.

Les procédures d'élévation de sinus par voie crestale et latérale ont fait leur preuve mais de nouvelles méthodes ont depuis vu le jour afin de positionner des implants chez des patients ayant un volume osseux sous-sinusien faible.

Ces techniques, développées dans le but de simplifier les procédures chirurgicales, de diminuer les temps de traitements et les morbidités opératoires vont permettre d'utiliser des volumes osseux zygomatiques ou pterygoïdiens ou encore d'utiliser des implants courts et angulés.

Les études effectuées à court terme ont pu conclure sur la fiabilité et la prédictibilité de ces nouvelles approches. Cependant, la majorité de ces techniques nécessitent des études à long terme afin de confirmer ces résultats.

#### RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Implantologie

#### MOTS CLES

Sinus Maxillaire – Maxillary sinus

Implants dentaires – Dental implants

os zygomatique – Zygoma

os ptérygoïdiens – Pterygoid

#### JURY

Président : Monsieur le Professeur A. Soueidan

Directeur : Monsieur le Docteur A. Hoornaert

Co-Directeur : Monsieur le Docteur Z. Badran

Assesseur : Monsieur le Docteur X. Bouchet

Clement.prevault44@gmail.com

25 Rue du Tage 44470, Carquefou