



HAL
open science

L'apport de la technique d'ostéodensification en implantologie appliquée au soulevé de la membrane sinusienne par abord crestal

Camille Ranaivoarisona

► **To cite this version:**

Camille Ranaivoarisona. L'apport de la technique d'ostéodensification en implantologie appliquée au soulevé de la membrane sinusienne par abord crestal. Médecine humaine et pathologie. 2023. dumas-04441477

HAL Id: dumas-04441477

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-04441477>

Submitted on 6 Feb 2024

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

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

UNIVERSITÉ COTE D'AZUR
FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE
5, rue du 22e BCA, 06300 Nice

L'APPORT DE LA TECHNIQUE
D'OSTEODENSIFICATION EN IMPLANTOLOGIE
APPLIQUEE AU SOULEVE DE LA MEMBRANE
SINUSIENNE PAR ABORD CRESTAL

Année 2023

Thèse n°42 57 23 35

THÈSE

Présentée et publiquement soutenue devant

la Faculté de Chirurgie Dentaire de Nice

Le 7 Décembre 2023 Par

Madame Camille RANAIVOARISONA

Né(e) le 13/07/1997 à Antibes

Pour obtenir le grade de :

DOCTEUR EN CHIRURGIE DENTAIRE (Diplôme d'État)

Examineurs :

Madame le Professeur
Monsieur le Docteur
Monsieur le Docteur
Madame le Docteur
Monsieur le Docteur

C.LASSAUZAY
P.COCHAI
E.LEFORESTIER
E.GUILLOU
T.GEMMI

Président du jury
Directeur de thèse
Assesseur
Assesseur
Membre invité

CORPS ENSEIGNANT

MAJ : 01/09/23

56ème section : DEVELOPPEMENT, CROISSANCE ET PREVENTION

Sous-section 01 : ODONTOLOGIE PEDIATRIQUE ET ORTHOPEDIE DENTO-FACIALE

Professeur des Universités

Mme CHARAVET Carole
Mme JOSEPH Clara

Maître de Conférences des Universités

Mme AIEM TORT-ALVAREZ Elody
Mme MASUCCI Caterina

Maître de Conférences des Universités Associé

Mme OUEISS Arlette

Chefs de Clinique Assistants

M. ECALLE Corentin

Attachés

M. CAMIA Julien
Mme DEVILLE Clara
Mme LAMBERTS Johanna
M. OROSCO Philippe

Sous-section 02 : PREVENTION, ÉPIDÉMIOLOGIE, ÉCONOMIE DE LA SANTÉ, ODONTOLOGIE LEGALE

Professeur des Universités

Mme LUPI Laurence

Maître de Conférences des Universités

Mme BORSA Leslie
Mme MERIGO Elisabetta

Attachés

M. BARBRY Ludovic
M. GLACHANT Didier
Mme PETTITI Marine
M. TOLILA Gérard

57ème section : CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

Sous-section 01 : CHIRURGIE ORALE ; PARODONTOLOGIE ; BIOLOGIE ORALE

Professeur des Universités

Mme DRIDI Sophie Myriam
Mme PRECHEUR-SABLAYROLLES Isabelle
Mme VINCENT-BUGNAS Séverine

Maître de Conférences des Universités

M. COCHAIS Patrice
Mme RAYBAUD Hélène
Mme VOHA Christine

Chefs de Clinique Assistants

M. BONNICI Quentin
Mme DEMES Estelle
M. GAUDARD Mathias
Mme GUILLOU Estelle

Attachés

M. AMELINE Clément
M. GEMMI Thomas
M. GUIGON Michael
M. NACACHE Stéphane

58ème section : REHABILITATION ORALE

Sous-section 01 : DENTISTERIE RESTAURATRICE, ENDODONTIE, PROTHESES, FONCTION-DYSFONCTION, IMAGERIE, BIOMATERIAUX

Professeur des Universités

Mme BERTRAND Marie-France
Mme BRULAT-BOUCHARD Nathalie
Mme EHRMANN Elodie
Mme LASSAUZAY Claire

Professeur des Universités Associé

M. DOUGHAN Bassel

Professeur des Universités Emérite

M. ROCCA Jean-Paul

Maître de Conférences des Universités

M. CEINOS Romain
M. LAPLANCHE Olivier
M. LEFORESTIER Eric
M. MAILLE Gérald
Mme POUYSSEGUR-ROUGIER Valérie

Chefs de Clinique Assistants

Mme BERNABEU Marie
M. CEPPO Franck
Mme CHAMBON Pauline
Mme DUBOIS Margaux
M. DUBROMEZ Julien
M. GIRODENGOU Alexandre

Attachés

M. ATTAL Bruno
Mme BONNES Anaïs
M. PONCHET Yves
Mme TEISSEIRE Lise
M. WARENBOURG Philippe

REMERCIEMENTS

À Mme le Professeur LASSAUZAY Claire

Docteur en chirurgie dentaire
Professeur des Universités – Praticien Hospitalier
Responsable du Pôle d'odontologie du CHU de Nice
Département de Dentisterie restauratrice, Endodontie, Prothèses, Fonction-dysfonction, Imagerie,
Biomatériaux

Je vous remercie d'avoir accepté la présidence de mon Jury. C'est avec un immense honneur et plaisir que je vous compte parmi les membres de ce jury et d'autant plus à sa présidence. Merci d'avoir si naturellement accepté d'y siéger. J'ai eu la chance de vous assister pendant vos vacances et ce fut un réel plaisir d'évoluer et apprendre à vos côtés. Veuillez trouver ici l'expression de ma reconnaissance et de mon profond respect.

À M. le Docteur COCHAI Patrice

Docteur en chirurgie dentaire
Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier
Département de chirurgie orale, parodontologie, biologie orale

Je vous remercie grandement d'avoir accepté de diriger ce travail. Je vous remercie pour votre bienveillance tout au long de ce travail. C'est un immense honneur pour moi de faire partie des toutes dernières thèses que vous avez dirigées. Je vous remercie pour votre enseignement, ce fut un réel plaisir d'apprendre à vos côtés. Je vous souhaite un excellent départ à la retraite.

A M. le Docteur LEFORESTIER Éric

Docteur en chirurgie dentaire
Maître de Conférence des Universités – Praticien Hospitalier
Département de Dentisterie restauratrice, Endodontie, Prothèses, Fonction-dysfonction, Imagerie,
Biomatériaux

Je vous remercie de siéger au sein de mon jury. Je vous remercie pour votre enseignement tout au long de ces années sur les biomatériaux mais aussi pour votre encadrement en clinique. C'est pour moi un honneur de soumettre mon travail à votre jugement. Veuillez y trouver le témoignage de ma gratitude et mon respect à votre égard.

A Mme. le Docteur GUILLOU Estelle

Docteur en chirurgie dentaire
Chef de clinique assistant hospitalier-universitaire
Département de chirurgie orale, parodontologie, biologie orale

C'est un grand plaisir de vous avoir dans mon jury. Je vous remercie pour votre disponibilité et votre bienveillance tout au long de mon cursus et de ce travail. Ce fut un honneur d'évoluer à vos côtés pendant ces années à l'hôpital. Soyez assurée de ma reconnaissance et de ma profonde sympathie.

A Mr. le Docteur Thommas Gemmi-Morkowski

Docteur en chirurgie dentaire
Ancien assistant hospitalo-universitaire Praticien Hospitalier Attaché

C'est un honneur pour moi d'avoir pu réaliser ce travail à vos côtés. Je vous remercie pour votre implication et votre perfectionnisme tout au long de ce travail. Par votre bienveillance et votre rigueur, tous vos conseils ont été d'une grande aide pour moi. J'ai pu grâce à vous approfondir certains points de mon sujet et le faire évoluer. Je vous en suis extrêmement reconnaissante pour cela. Veuillez trouver ici l'expression de ma gratitude et de tout mon respect.

Table des matières

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUCTION..... | 6 |
| 2 | BASES FONDAMENTALES | 7 |
| 2.1 | Anatomie du sinus maxillaire | 7 |
| 2.1.1 | Parois osseuses..... | 7 |
| 2.1.2 | Vascularisation | 8 |
| 2.1.3 | Innervation | 9 |
| 2.1.4 | La membrane sinusienne de Schneider..... | 10 |
| 2.2 | Pathologies sinusiennes | 11 |
| 2.3 | Physiologie du sinus maxillaire..... | 13 |
| 2.3.1 | Fonctions du sinus maxillaire | 13 |
| 2.3.2 | Pneumatisation et remodelage osseux sous-sinusien | 13 |
| 2.3.3 | Imagerie..... | 17 |
| 3 | CONTRE-INDICATIONS ET INDICATIONS AU COMPLEMENT SINUSIEN | 18 |
| 3.1 | Les contre-indications générales..... | 18 |
| 3.1.1 | Les pathologies générales | 18 |
| 3.1.2 | Altération de l'état général : l'alcool-tabagisme..... | 18 |
| 3.1.3 | Les traitements médicamenteux..... | 19 |
| 3.1.4 | Les risques d'ostéonécrose | 19 |
| 3.2 | Les contre-indications locales | 19 |
| 3.3 | Indications en fonction de la hauteur d'os résiduel (HOR) | 20 |
| 4 | COMPLEMENT SOUS-SINUSIEN PAR VOIE CRESTAL..... | 23 |
| 4.1 | Rappel : la technique de SUMMERS..... | 23 |
| 4.1.1 | Rappel de la technique..... | 23 |
| 4.1.2 | Limites de la technique..... | 24 |
| 4.1.2.1 | Situations anatomiques complexes déconseillées | 24 |
| 4.1.2.2 | Problématique de la technique de Summers..... | 24 |
| 4.2 | La technique d'ostéodensification appliquée au soulevé de plancher sinusien par voie crestale..... | 25 |
| 4.2.1 | Le principe de l'ostéodensification..... | 25 |
| 4.2.2 | Conception des forêts | 29 |
| 4.2.3 | Protocoles dans le cadre du soulevé de membrane sinusienne | 30 |
| 4.2.4 | Utilisation d'un biomatériau..... | 34 |
| 4.2.5 | Utilisation de plasma riche en fibrine (PRF) | 36 |
| 4.3 | Apport de l'ostéodensification lors de l'élévation de la membrane sinusienne | 36 |
| 5 | CAS CLINIQUES..... | 39 |
| 5.1 | Cas clinique 1 : parallèle abord latéral, abord crestal par ostéodensification | 39 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.2 | Cas clinique 2 : présence de septa | 43 |
| 5.3 | Cas clinique 3 : plancher sinusien oblique..... | 45 |
| 5.4 | Cas clinique 4 : non-respect du protocole..... | 47 |
| 6 | DISCUSSION | 51 |
| 6.1 | Justification scientifique..... | 51 |
| 6.2 | Formation et protocole | 51 |
| 6.3 | Risque de perforation..... | 52 |
| 6.4 | Longévité et coût des forets..... | 52 |
| 6.5 | Une technique en constante évolution | 52 |
| 7 | CONCLUSION | 54 |
| | LISTE DES ABREVIATIONS..... | 55 |
| | LISTE DES TABLEAUX | 55 |
| | LISTE DES FIGURES | 55 |
| 8 | Bibliographie | 58 |

1 INTRODUCTION

L'implantologie dentaire est une discipline en constante évolution, visant à restaurer la fonction masticatoire et esthétique des patients ayant perdu une ou plusieurs dents. Lors de la mise en place d'un implant, l'objectif principal est d'obtenir une stabilité primaire de l'implant permettant d'augmenter le succès de son ostéointégration et ainsi sa longévité.

Au maxillaire postérieur le chirurgien-dentiste est confronté à de nombreux défis tels que l'anatomie et la physiologie particulière du sinus maxillaire mais également la résorption osseuse du plancher sinusien ainsi que sa faible densité osseuse.

Pour pallier une hauteur osseuse résiduelle faible, un soulèvement de la membrane sinusiennes peut être réalisée pour permettre la pose d'implant. La procédure chirurgicale consiste à pénétrer dans le sinus maxillaire à soulever la membrane sinusienne et y appliquer selon la hauteur d'os résiduelle un biomatériau avant de poser l'implant. Deux abords pour accéder à cet espace sous-sinusien sont possibles, l'abord latéral et l'abord crestal. Le choix de l'abord se fera en fonction de la hauteur d'os résiduel. Nous nous intéresserons dans cette thèse tout particulièrement à l'abord crestal. En 1986, Tatum fut le premier à imaginer l'abord sinusien par voie crestale¹. Plus tard, en 1994, Summers décrit la technique de l'ostéotome² telle qu'elle est pratiquée encore aujourd'hui.

Récemment une nouvelle approche s'est intéressée à la faible densité osseuse dans cette région qui pose notamment le problème de la stabilité primaire de l'implant.

Rappelons que la stabilité primaire est basée sur les interactions physiques entre l'os et l'implant³ et est directement liés à la qualité et à la quantité osseuse. D'après Albrektsson et al.⁴, la stabilité primaire de l'implant est un paramètre fondamental qui participe au succès de l'ostéointégration.

Cette nouvelle technique, l'ostéodensification, développée par l'utilisation de forêts implantaire en sens antihoraire pourrait remplir les critères permettant le soulèvement de la membrane sinusienne de façon atraumatique pour le patient, mais également l'augmentation de la stabilité primaire de l'implant en condensant l'os autour de celui-ci.

¹ Tatum, « Maxillary and Sinus Implant Reconstructions ».

² Summers, « A New Concept in Maxillary Implant Surgery ».

³ Halldin et al., « The Effect of Static Bone Strain on Implant Stability and Bone Remodeling ».

⁴ Albrektsson et al., « The Long-Term Efficacy of Currently Used Dental Implants ».

2 BASES FONDAMENTALES

2.1 Anatomie du sinus maxillaire

2.1.1 Parois osseuses

Le sinus maxillaire est un espace aérien qui occupe le maxillaire bilatéralement et est entouré par la cavité nasale mésialement, la tubérosité maxillaire latéralement, l'orbite supérieurement et l'os alvéolaire inférieurement. Il est généralement présent à la naissance et termine son développement à 18 ans⁵. Les sinus maxillaires sont des cavités pneumatiques occupant la totalité de la pyramide maxillaire, de volume variant de 5 à 12cm³⁶ pour Zijdeveld et al., et de 5 à 35cm³⁷ pour Arijj et al. Les sinus maxillaires sont en communication avec les cavités nasales par l'intermédiaire de l'ostium maxillaire situé au niveau du méat moyen.

Les parois osseuses du sinus maxillaire ont une forme de pyramide tronquée à base internes⁸ et sont formées par plusieurs os de la face, notamment :

- L'os maxillaire ou le plancher sinusien : Il constitue la principale paroi du sinus maxillaire. L'os maxillaire forme la majeure partie de la mâchoire supérieure et comprend le processus alvéolaire qui soutient les dents maxillaires. Une fine couche d'os spongieux est retrouvée à l'interface racine/sinus d'où le risque de communication bucco-sinusienne immédiate à la suite d'une extraction dentaire. La hauteur osseuse résiduelle correspond à la distance entre la crête osseuse maxillaire et le plancher sinusien. Elle est variable entre les individus et au sein d'un même sinus.
- L'os palatin : Il forme une partie de la paroi inférieure du sinus maxillaire. L'os palatin est situé à l'arrière de la voûte palatine et contribue à la formation du palais dur.
- L'os ethmoïde : Il forme une partie de la paroi médiale du sinus maxillaire. L'os ethmoïde est situé entre les orbites et contribue à la formation des parois nasales et des cavités sinusales.

Ces parois osseuses du sinus maxillaire sont recouvertes d'une muqueuse respiratoire qui produit du mucus.

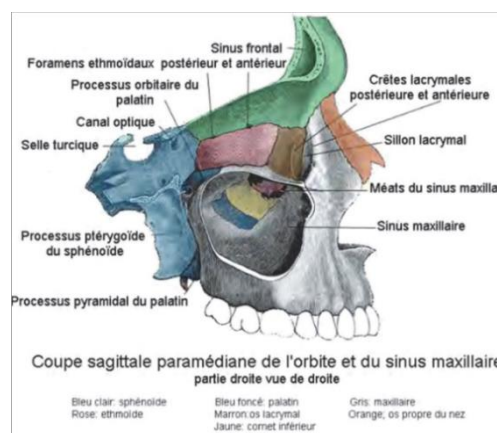


Figure 1 : Schéma de Berichard ; travail personnel d'après Gray's Anatomy publi

Source : Rouvière et al. 2002¹

⁵ Carrao et DeMatteis, « Maxillary Sinus Bone Augmentation Techniques ».

⁶ Zijdeveld et al., « Anatomical and Surgical Findings and Complications in 100 Consecutive Maxillary Sinus Floor Elevation Procedures ».

⁷ Arijj et al., « Age Changes in the Volume of the Human Maxillary Sinus ».

⁸ Grégoire, *Précis d'anatomie*.

Les septas : Dans environ 25 à 48 % des cas, le sinus maxillaire présente au moins un septum séparant les cavités. L'étude systématique⁹ menée par Pommer et al. incluant 8923 sinus permet de conclure à une prévalence de 28,4% de septa.

Ils correspondent à des cloisons incomplètes partant du plancher sinusal. Leur existence complique les étapes de décollement de la membrane sinusienne, augmentant ainsi le risque de déchirures en raison de son adhésion accrue à ces septas osseux. Selon plusieurs rapports, anatomiquement, 55 % du septum est situé dans la région molaire, 24 % dans la région prémolaire et 21 % au niveau rétro molaire¹⁰.

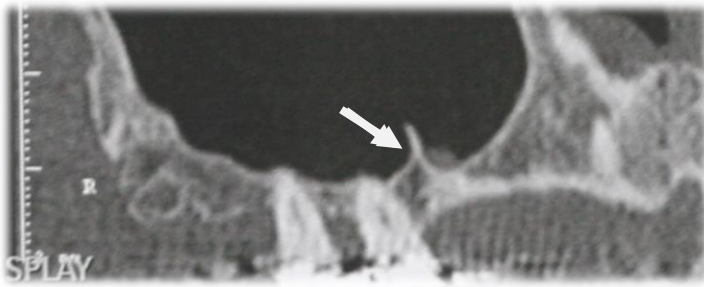


Figure 2 : CBCT sinus maxillaire droit avec présence de Septa

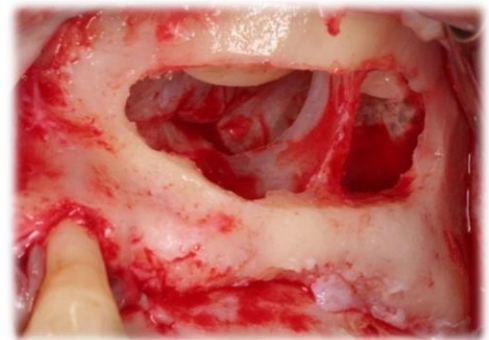


Figure 3 : vue par abord latéral d'un septa

2.1.2 Vascularisation

La vascularisation du sinus maxillaire est entièrement dépendante des branches de l'artère maxillaire. Cette artère est l'une des deux branches terminales de l'artère carotide externe. L'artère alvéolaire postérieure et supérieure naît de l'artère maxillaire et va entrer dans l'os maxillaire¹¹.

Les artères principales qui vascularisent le sinus maxillaire sont les suivantes :

- **Artère maxillaire** : C'est la principale artère qui alimente le sinus maxillaire. Elle est une branche de l'artère carotide externe. L'artère maxillaire pénètre dans le sinus maxillaire par le foramen infra-orbitaire, situé sur la paroi antérieure du sinus.
- **L'artère infra-orbitaire** : Une des branches de l'artère maxillaire qui vascularise la partie latérale du sinus.
- **Artères alvéolaires supérieures et postérieures** : Une des branches de l'artère maxillaire qui irrigue les dents maxillaires et donne un rameau appelé artère alvéolo-antrale qui se glisse ensuite entre la membrane sinusienne et l'os.

⁹ Pommer et al., « Prevalence, Location and Morphology of Maxillary Sinus Septa ».

¹⁰ Aimetti et al., « Correlation between Gingival Phenotype and Schneiderian Membrane Thickness ».

¹¹ Vacher, « Bases anatomiques de l'abord du sinus maxillaire pour l'implantologie ».

Le plancher sinusien est vascularisé par des rameaux perforants de l'artère grande palatine. La partie supérieure du sinus voit sa vascularisation dépendre de l'artère infra-orbitaire. La base médiale du sinus est vascularisée par des branches de l'artère sphéno-palatine.

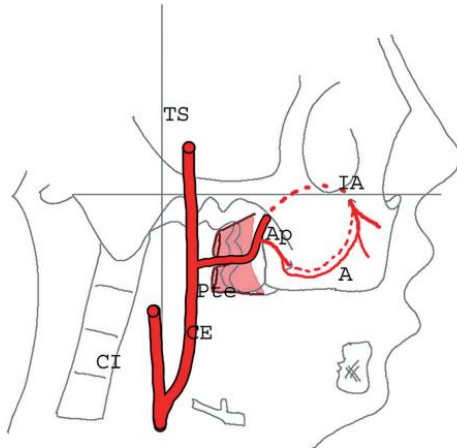


Figure 4 : Schéma de la vascularisation du sinus maxillaire¹¹

La carotide commune se divise en carotide interne (CI) et carotide externe (CE) qui vascularise la face. Celle-ci donne ses deux branches terminales : temporelle superficielle (TS) et maxillaire qui passe entre les deux faisceaux du muscle ptérygoïdien latéral (Pte). Il existe deux boucles anastomotiques (A), l'une périostée et l'autre intra-osseuse (en pointillés) entre l'artère alvéolaire postérieure et supérieure (Ap) et l'artère infra-orbitaire (IA) sphéno-palatine.

Les veines qui drainent le sinus maxillaire comprennent :

- **Veine infra-orbitaire** : Elle est située dans la paroi antérieure du sinus maxillaire et draine le sang du sinus maxillaire vers la veine ophtalmique supérieure.
- **Veine alvéolaire supérieure postérieure** : Elle draine le sang des tissus alvéolaires du sinus maxillaire et se connecte aux veines ptérygoïdiennes et au plexus ptérygoïdien.

La muqueuse du sinus maxillaire est richement vascularisée. Ces vaisseaux sanguins fournissent une irrigation sanguine essentielle à la muqueuse du sinus maxillaire. Ils permettent l'apport d'oxygène et de nutriments nécessaires aux cellules de la muqueuse, tout en évacuant les déchets métaboliques. La vascularisation du sinus maxillaire est importante pour la santé générale de cette région, car elle contribue également à la régulation de la pression et de l'humidité à l'intérieur du sinus.

Il est essentiel de comprendre la vascularisation du sinus maxillaire lors de procédures chirurgicales ou d'interventions médicales dans cette région pour éviter tout risque de saignement excessif et de complications.

2.1.3 Innervation

Le sinus maxillaire est innervé principalement par le nerf maxillaire, une branche du nerf trijumeau¹² (cinquième paire de nerfs crâniens).

¹² Dargaud et al., « [Venous drainage and innervation of the maxillary sinus] ».

Le nerf maxillaire se divise en plusieurs branches à mesure qu'il pénètre dans la région du sinus maxillaire. Les principales branches nerveuses qui fournissent l'innervation au sinus maxillaire comprennent :

- **Le nerf infra-orbitaire** : Il se divise à partir du nerf maxillaire et pénètre dans le sinus maxillaire par le foramen infra-orbitaire. Il innerve la partie antérieure du sinus maxillaire ainsi que la peau, les muqueuses et les structures adjacentes à la joue.
- **Le nerf alvéolaire supérieur postérieur** : Cette branche du nerf maxillaire fournit une innervation sensorielle aux dents supérieures postérieures et à la muqueuse associée.
- **Le nerf alvéolaire supérieur antérieur** : Également une branche du nerf maxillaire, il innerve les dents supérieures antérieures et la muqueuse correspondante.

Ces nerfs sensoriels transportent les sensations de pression, de douleur et de température provenant du sinus maxillaire vers le cerveau.

Il est important de noter que l'innervation du sinus maxillaire peut varier légèrement d'une personne à l'autre, et il peut y avoir d'autres connexions nerveuses mineures impliquées dans l'innervation globale de cette zone.

2.1.4 La membrane sinusienne de Schneider

La membrane sinusienne est une muqueuse respiratoire en continuité avec la muqueuse nasale. L'épithélium est pseudostratifié et constitué de cellules ciliées qui permettent à la muqueuse sinusale de drainer les sécrétions¹³. Il est recouvert d'un fin tissu conjonctif composé de glandes séreuses, muqueuses et séro-muqueuses, de fibres de collagène et de fibres élastiques associées au périoste du plancher sinusale. L'épaisseur de la membrane sinusale est variable d'un sinus à l'autre avec une épaisseur moyenne de 0,3 à 1,3 mm^{14, 10}.

L'épaisseur de la membrane sinusienne se détermine sur des coupes radiographiques tri-dimensionnelles ou sectorielles de type scanner. Lorsque la membrane est de faible épaisseur, le risque de perforation¹⁵ chirurgicale est accru et toute indication pouvant donner une idée de l'épaisseur de la membrane avant l'intervention peut être utile pour la gestion d'éventuelle perforation. Chez les fumeurs, la membrane sinusienne est le plus souvent amincie¹⁶, ce qui est en corrélation avec le risque encouru d'implantation chez le sujet fumeur.

Cependant, la membrane peut également être hypertrophique dans des cas de polypose, inflammation, infection, aspergillose, kystes muqueux, ce qui contre indique toute chirurgie sinusienne. Ces affections doivent être traitées avant d'envisager une chirurgie d'élévation de sinus.

La muqueuse sinusienne joue également un rôle important dans la cicatrisation osseuse. En effet, lors de l'élévation de la membrane sinusienne, le traumatisme va déclencher un processus de

¹³ Ag, « [Physiology and Pathophysiology of Respiratory Mucosa of the Nose and the Paranasal Sinuses] ».

¹⁴ Mogensen et Tos, « Quantitative Histology of the Maxillary Sinus »; Aimetti et al., « Correlation between Gingival Phenotype and Schneiderian Membrane Thickness ».

¹⁵ Jensen HKS, *Sinus Floor Elevation Procedures*.

¹⁶ Hadar et al., « Histopathological Changes of the Nasal Mucosa Induced by Smoking ».

cicatrisation osseuse similaire à celui observé lors d'une extraction dentaire. Ce phénomène est dû entre autres à la formation de caillots sanguins et au potentiel ostéogénique de la membrane¹⁷.

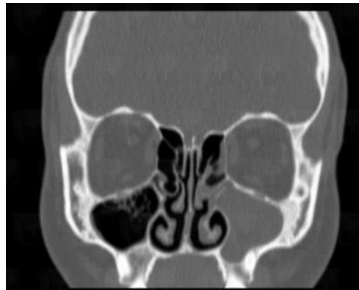
La complication la plus fréquente est la perforation de la membrane sinusienne¹⁸ avec une prévalence allant de 10 à 55% pouvant provoquer l'entrée de matière étrangère dans le sinus, exposant ainsi le patient à un risque de sinusite postopératoire et d'infection se propageant dans les sinus para nasaux.

2.2 Pathologies sinusiennes

La région sous-sinusienne est une région complexe qui peut être sujette à différentes pathologies. En effet, l'équilibre mis en place au sein du sinus maxillaire peut facilement être affecté par exemple entre autres lors de l'effraction de la muqueuse sinusienne au cours d'une extraction.

Parmi les pathologies les plus fréquentes des sinus maxillaires nous retrouvons :

- La sinusite : la contre-indication locale la plus fréquente. Il s'agit d'une inflammation des sinus que l'on peut traduire par un sinus opaque à la radiographie. Les sinusites peuvent être aiguës ou chroniques. Le plus souvent, la sinusite est une complication aiguë des rhinopharyngites ou des rhinites allergiques.



*Figure 5 : CBCT en coupe coronale :
Sinus maxillaire gauche radio opaque*

- Les polypes naso-sinusiennes : des excroissances de consistance molle, indolores et non cancéreuses situées sur la muqueuse des sinus. Ils résultent d'une inflammation chronique pouvant être causée par un asthme, une infection récurrente, des allergies ou encore certains troubles immunitaires.
- La mucocèle : La mucocèle est une formation pseudo kystique bénigne se développant rarement au niveau du sinus maxillaire. La mucocèle est secondaire à diverses situations ayant en commun une inflammation et une obstruction de l'ostium du sinus. Cette dernière

¹⁷ Srouji et al., « The Schneiderian Membrane Contains Osteoprogenitor Cells ».

¹⁸ F, Mm, et C, « Prevalence and Management of Schneiderian Membrane Perforations during Sinus-Lift Procedures ».

peut être primitive mais souvent secondaire à un traumatisme, une tumeur ou encore une inflammation chronique. Le diagnostic repose sur l'imagerie¹⁹.

- L'aspergillose : infection chronique des sinus causé par un champignon du genre des aspergillus présent dans l'air pouvant entraîner une sinusite.
- Les lésions apicales dentaires : La sinusite maxillaire d'origine dentaire est une pathologie qui s'explique par les rapports entre les dents antrales et les sinus. Celle-ci est causée par des granulomes ou kystes radiculo-dentaires qui vont conduire à une lyse osseuse et une inflammation de la muqueuse sinusienne ; une collection peut évoluer et se rompre dans la cavité sinusienne. Elle peut être à l'origine de kystes ou de polypes²⁰.

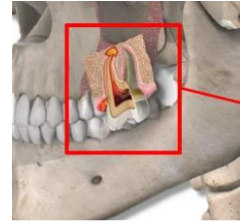


Figure 6 : schéma d'une lésion apicale dentaire au niveau du sinus



Figure 7 : CBCT du massif facial en coupe axiale

- sinus maxillaire droit radio opaque
- ⇒ Sinusite maxillaire droite élargissant le méat moyen



Figure 8 : CBCT du massif facial en coupe coronale

- migration de la racine 17 dentaire en intra-sinusien avec une lésion apicale importante

¹⁹ Sellami et Ghorbel, « [Nasosinusal polyposis revealing maxillary sinus mucocoele] ».

²⁰ Kallel et Ghorbel, « [Facial abscess revealing maxillary sinusitis of dental origin] ».

- La communication bucco-sinusienne (CBS) : En cas de communication large (3-4 mm) entre le sinus et la cavité buccale, les parois de la communication s'épithélialisent et la pesanteur engendre un écoulement continu de mucus par la CBS, empêchant la cicatrisation. Arrive souvent à la suite d'une extraction.



Figure 9 : CBCT avec une CBS :
Présence d'un corps étranger dans le sinus

2.3 Physiologie du sinus maxillaire

2.3.1 Fonctions du sinus maxillaire

On reconnaît aux sinus maxillaires de nombreuses fonctions telles que l'humidification, le réchauffement et la filtration de l'air inspiré, la contribution à la régulation de la pression intranasale, l'allègement du crâne pour maintenir un équilibre approprié de la tête, l'amplification de la résonance de la voix et l'absorption des fonctions chocs au niveau de la tête²¹.

L'ostium du sinus joue un rôle primordial dans les fonctions de drainage et de ventilation ; la muqueuse sinusienne, grâce à l'action de ces cellules ciliées, permet le déplacement du mucus vers l'ostium offrant ainsi un drainage continu. Ceci entraîne la protection de son épithélium contre les irritants, certains virus et bactéries. Il neutralise les molécules étrangères et les inactive et les cils ont ensuite pour mission de transporter le mucus hors de la cavité à travers l'ostium. La perméabilité de l'ostium est un élément clé de la physiologie sinusienne et du drainage muco-ciliaire. De part ce système de drainage le sinus maxillaire fonctionne de manière presque entièrement stérile.

La physiologie du sinus maxillaire s'étudie à l'aide d'un CBCT grand champs permettant entre autres la mise en évidence de l'ostium.

2.3.2 Pneumatisation et remodelage osseux sous-sinuisien

Au niveau des sinus se produit un processus de pneumatisation²², à l'inspiration et l'expiration des **pressions mécaniques** s'exercent sur les cavités sinusiennes :

- **Inspiration** : pression positive dans le sinus et négative dans la fosse nasale

²¹ Sieron et al., « [Function and physiology of the maxillary sinus] ».

²² Yeung et al., « The Use of CBCT in Evaluating the Health and Pathology of the Maxillary Sinus ».

- **Expiration** : pression négative dans le sinus et positive dans la fosse nasale

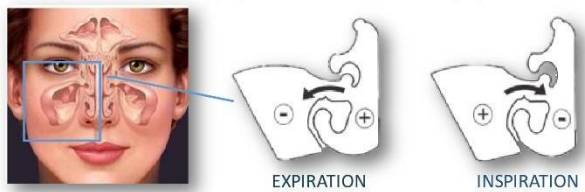


Figure 10 : Schéma de la pneumatisation des sinus maxillaires

L'os alvéolaire naît, vit et meurt avec la dent. Dans le cas d'un édentement, l'os n'est plus stimulé et ce phénomène est amplifié dans les secteurs postérieurs maxillaires par le phénomène de pneumatisation des sinus. Les cavités sinusiennes évoluent ainsi vers les zones de moindre résistance.

En cas d'extraction dentaire il y a donc résorption de l'os alvéolaire et disparition de contraintes mécaniques permettant le métabolisme osseux.

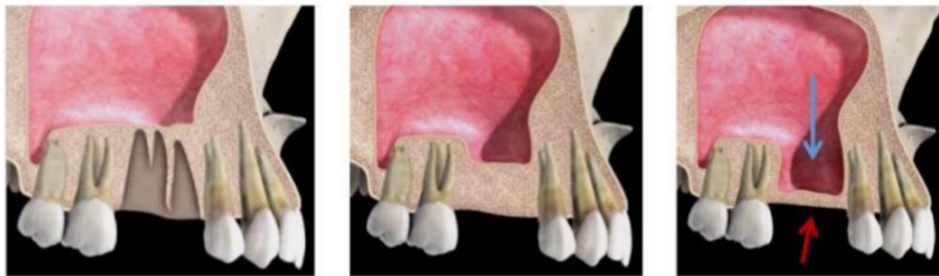
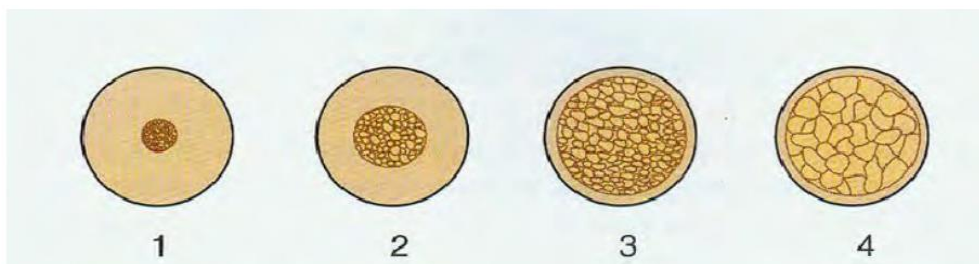


Figure 11 : Evolution de l'os par suite d'extractions dentaires avec le phénomène de pneumatisation des sinus

La perte d'une dent va engendrer un désordre structurel et fonctionnel se manifestant par une désorganisation de l'orientation des trabécules ainsi que leurs raréfactions.

En 1985 Zarb et Lekholm ont créé une classification se basant sur la qualité et la densité osseuse.

- Type D1 : Os compact homogène
- Type D2 : Os compact épais entourant un noyau d'os spongieux à trabéculations denses
- Type D3 : Os cortical fin entourant un noyau spongieux à trabéculations denses
- Type D4 : Os cortical fin entourant un noyau spongieux peu dense



Le maxillaire postérieur est composé d'un type d'os III ou IV et donc d'un os peu corticalisé et peu dense.

Nous nous intéresserons tout particulièrement à ce remodelage osseux et à la densité osseuse lors de la mise en place d'un implant et de son ostéointégration.

- Interface os/implant et ostéointégration

L'ostéointégration est à l'origine définie par Brånemark comme une « une apposition osseuse directe sur la surface implantaire sans interposition de tissu fibreux »²³ (1977). Plus tard, en 1985, cette définition est modifiée en « une jonction anatomique et fonctionnelle directe entre l'os vivant remanié et la surface de l'implant mis en charge »²⁴.

Dans le phénomène d'ostéointégration, nous distinguons 2 phases :

-La stabilisation primaire : phase d'ancrage mécanique de l'implant dans le site préparé. Elle dépendra en particulier de la qualité de l'os et de son volume disponible, de la technique chirurgicale et de la morphologie implantaire, surtout dans un os de densité faible comme au maxillaire. En effet cette stabilité primaire, facteur déterminant pour l'ostéointégration sera plus difficile à obtenir au maxillaire.

-La stabilisation secondaire : phase pendant laquelle se crée la formation d'une cohésion biologique entre le tissu osseux et l'implant. Si un os peu dense assure plus difficilement la stabilité primaire, les réactions d'ostéointégration menant à la stabilité secondaire sont plus rapides que pour un os compact de type I ou II.

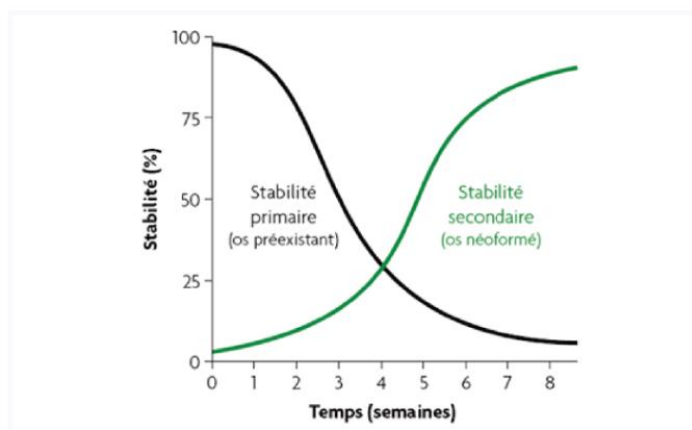


Figure 12 : Stabilité primaire et secondaire des implants d'après M. Davarpanah

L'ostéointégration conditionne donc la réussite et la pérennité d'un implant. Albrektsson, Zarb, Worthington et Eriksson définissent en 1986 les critères de succès d'un implant⁴:

²³ Brånemark et al., « Osseointegrated Implants in the Treatment of the Edentulous Jaw. Experience from a 10-Year Period ».

²⁴ Albrektsson et Johansson, « Osteoinduction, Osteoconduction and Osseointegration ».

-L'implant doit rester immobile quand il est testé cliniquement

-L'absence de zones radio-claires autour de l'implant doit être évidente sur un cliché rétro-alvéolaire de bonne qualité.

-La perte osseuse doit être inférieure à 0,2 mm entre deux examens espacés d'un an, après la perte survenant au cours de la première année de mise en fonction de l'implant, au plus égale à 1,5mm.

-De nombreux signes cliniques subjectifs et objectifs persistants et/ou irréversibles doivent être absents : douleur, infection, nécrose tissulaire, paresthésie ou anesthésie de la zone implantée, communication bucco-sinusienne ou bucco-nasale, effraction du canal dentaire inférieur.

-Le taux de réussite à 5 ans doit être de 85 % et de 80% à 10 ans pour parler de technique à succès, en fonction des critères précédemment définis.

De nombreuses études analysent également 3 critères mesurables :

-L'ISQ : Implant Stability Quotient : mesure utilisée en implantologie orale pour évaluer la stabilité des implants dentaires dans l'os²⁵. Il s'agit d'une méthode quantitative permettant d'évaluer dans quelle mesure un implant est intégré et ancré dans le tissu osseux environnant. Les valeurs ISQ sont obtenues à l'aide d'un appareil appelé analyseur de fréquence de résonance, l'ostell. L'ISQ varie généralement de 1 à 100. Des valeurs ISQ plus élevées indiquent une plus grande stabilité de l'implant, tandis que des valeurs plus faibles suggèrent une stabilité moins qualitative. Il est admis qu'une stabilité est élevée au-delà d'un ISQ de 70, qu'elle est modérée entre 60 et 69 et considérée comme faible en dessous de 60.

-le contact os/implant ou Bone-to-Implant Contact % (BIC) : Il fait référence à la connexion structurelle et fonctionnelle directe entre le tissu osseux vivant et la surface d'un implant dentaire. L'obtention d'un solide contact os-implant est essentielle pour la stabilité, la longévité et la fonctionnalité de l'implant.

-Fraction de la zone osseuse occupée ou Bone Area Fraction Occupied %(BAFO) : mesure utilisée dans le domaine de l'histomorphométrie osseuse pour évaluer la quantité de tissu osseux dans une région d'intérêt définie dans un échantillon osseux. Elle est exprimée en pourcentage et représente la proportion de la zone occupée par le tissu osseux. BAFO est un paramètre précieux dans la recherche osseuse, en particulier dans les études liées à la densité osseuse, à la qualité osseuse et au remodelage osseux.

Plus ces 3 critères seront importants, mieux sera l'ostéointégration de l'implant.

²⁵ H, G, et E, « The Clinical Significance of Implant Stability Quotient (ISQ) Measurements ».

2.3.3 Imagerie

Le scanner à faisceau conique (CBCT) grand champ est considéré comme la norme lors de la planification d'une procédure d'augmentation des sinus. Toutes les coupes des scans doivent être étudiées : coronales, transversales et axiales, pour obtenir une image claire de l'anatomie des sinus, y compris la présence de septa et de toute variabilité anatomique du plancher sinusien qui pourrait diminuer la prévisibilité d'un soulèvement crestal.

Ces analyses doivent avoir une acquisition haute et un champ de vision large pour inclure les ostia et l'infundibulum afin que le clinicien ait une image claire de l'état de santé et de ventilation du sinus²⁶.

On veillera à observer :

- l'ostium et sa perméabilité
- l'épaisseur et la configuration de la membrane sinusienne : paramètre important relié au risque de perforation. Tout épaissement de celle-ci, accompagné de signes cliniques devra être traité avant la chirurgie²⁷.
- la présence de septum sinusien (nombre, hauteur, topographie)
- l'épaisseur de la paroi antéro-latérale du maxillaire
- la position de l'artère alvéolo-antrale (intra-osseuse, muqueuse ou mixte)

Si l'examen panoramique et le CBCT révèlent un épaissement important de la membrane de Schneider, le patient sera redirigé vers un oto-rhino-laryngologiste (ORL) qui pourra par la suite réaliser si nécessaire un examen plus approfondi et spécifique telle que l'endoscopie sinusienne avec une endoscopie des fosses nasales et inspection des méats sinusiens. Cet examen lui permettra d'observer la perméabilité du méat moyen et l'écoulement au niveau de l'ostium, reflétant ainsi l'état du sinus. Un ostium obturé, par exemple, est une contre-indication absolue au comblement sinusien.

²⁶ Gandhi, « Endoscopically monitored maxillary sinus augmentation - The chairside approach (Rationale and protocol) ».

²⁷ Antoun, *Les greffes de sinus en implantologie*.

3 CONTRE-INDICATIONS ET INDICATIONS AU COMPLEMENT SINUSIEN

3.1 Les contre-indications générales

Lors de l'anamnèse, les contre-indications doivent être systématiquement recherchées afin de sélectionner la meilleure option thérapeutique. Ils peuvent être liés à la pathologie générale et à ses traitements éventuels, ou encore à une pathologie dentaire, sinusale ou osseuse.

3.1.1 Les pathologies générales

Les pathologies générales peuvent être présentées comme des contre-indications absolues ou relatives lorsqu'elles entraînent un risque infectieux ou un risque hémorragique et oncologique. L'état général du patient est évidemment à prendre en compte avant toute greffe.

Source : Agence nationale de sécurité du médicament, « Prescription des antibiotiques en pratique bucco-dentaire », 2005.

Tableau 1 : Recommandations de prescription d'une antibiothérapie prophylactique pour les actes chirurgicaux en implantologie

| Actes bucco-dentaires invasifs | Patient | | |
|--|---------------------|---------------|---|
| | population générale | immunodéprimé | à haut risque d'endocardite infectieuse |
| Chirurgie préimplantaire : | | | |
| Élévation du plancher sinusien avec ou sans matériau de comblement | R | R* | acte contre-indiqué |
| Greffe osseuse en onlay | R _c | R* | acte contre-indiqué |
| Membrane de régénération osseuse ou matériau de comblement | R | R* | acte contre-indiqué |
| Chirurgie implantaire : | | | |
| Pose de l'implant | - | R* | acte contre-indiqué |
| Dégagement de l'implant | - | R* | acte contre-indiqué |
| Chirurgie des péri-implantites : | | | |
| Lambeau d'accès, comblement, greffe osseuse, membrane | - | R* | acte contre-indiqué |

-- : prescription non recommandée.

R : prescription recommandée.

En indice : grade de la recommandation. Si celui-ci n'est pas indiqué, comprendre « Accord professionnel ».

* Chez le patient immunodéprimé, le rapport entre bénéfice de l'intervention et risque infectieux devra être pris en compte.

3.1.2 Altération de l'état général : l'alcool-tabagisme

-Alcool et implant :

- La différenciation ostéoblastique de la moëlle osseuse est fortement diminuée.
- L'éthanol réduit la formation osseuse.
- La cicatrisation est retardée.
- Le remodelage osseux diminue.
- La réparation osseuse est déficiente.

-Tabac et implant

- Le taux d'échec implantaire augmente particulièrement chez les gros fumeurs (> 7 cig/j).
- Taux d'échec plus important au maxillaire.
- Taux d'échec augmenté des implants placés dans les sinus greffés.

3.1.3 Les traitements médicamenteux

Les traitements médicamenteux sont à prendre en compte par la perturbation métabolique qui les accompagne.

- **Les antithrombotiques**

Lors d'un comblement sinusien, la prise d'anticoagulants oraux ou d'antiagrégants plaquettaires est à prendre en considération. Le décollement de la membrane sinusienne et le fraisage de l'os constituent un haut risque hémorragique. Il est fortement conseillé de prendre contact avec le médecin traitant qui peut dans certain cas stopper temporairement la prise selon le risque thrombotique du patient.

- **Les corticoïdes**

La corticothérapie à forte dose augmente le risque infectieux et perturbe la cicatrisation.

3.1.4 Les risques d'ostéonécrose

L'ostéonécrose est la mort des ostéocytes par insuffisance circulatoire aboutissant à une nécrose osseuse. L'administration intraveineuse de biphosphonates dans le cadre de différents cancers et pathologies osseuses sont à l'origine d'ostéo-chimionécrose. Il est donc contre-indiqué de réaliser un comblement sinusien chez un patient sous ce type de traitement. De même, une irradiation de la sphère oro-faciale dans le cadre de traitement des cancers des voies aéro-digestives supérieures peut être à l'origine d'une ostéo-radionécrose. Cependant il est communément admis qu'un tel risque est présent lorsque que la dose de rayonnement dépasse 60 Gy²⁸.

3.2 Les contre-indications locales

De nombreuses contre-indications locales sont à vérifier lors de l'examen clinique survenant avant la prise de décision d'un éventuel comblement sinusien. Parmi ces contre-indications on retrouve la présence d'une parodontite non-traitée ou encore des dents antrales infectées. Il est en effet indispensable d'avoir une crête osseuse sous-sinusienne totalement assainie avant toute chirurgie de comblement sinusien pour éviter toute contamination et défaut de cicatrisation. A la suite de tumeurs endo sinusiennes, (type papillome inversé, carcinome épidermoïde ou lymphome)

²⁸ Ali et al., « Implant Rehabilitation of Irradiated Jaws ».

la réalisation d'un sinus lift est contre-indiquée. Ce type de pathologie nécessite une surveillance au long terme car le risque de récurrence élevé.

Enfin, des sinus sains sont nécessaires avant d'entreprendre tout acte. La sinusite aiguë doit être traitée et nécessite la mise en relation avec un ORL pour en identifier la cause. Une attention particulière doit être accordée aux sinusites chroniques dont les principales causes sont entre autres les infections dentaires, la rhinite, l'aspergillose. Une endoscopie sinusale peut s'avérer nécessaire pour donner l'autorisation à une intervention chirurgicale. La sinusite chronique est le plus souvent asymptomatique et est diagnostiquée radiologiquement. Le sinus est radiographiquement opaque en raison de la présence de sécrétions excessives et d'un épaissement de la muqueuse sinusale.

On retrouve aussi des contre-indications relatives tel que :

- La parodontite, même traitée
- Une muqueuse épaissie due à un processus infectieux
- Relation intermaxillaire défavorable
- Facteurs occlusaux (bruxisme, para fonctions)
- Etats des dents au voisinage du site : parodontites non traitées, infections péri-apicales

3.3 Indications en fonction de la hauteur d'os résiduel (HOR)

TATUM (1976) fut le premier à décrire l'élévation du plancher sinusien par la voie latérale¹ en s'inspirant de la technique de Caldwell-Luc. Par la suite, il introduira la technique par abord cristaux qui sera approfondie par Summers en 1994, en se basant sur l'utilisation des ostéotomes².

L'approche chirurgicale par fenêtre latérale du sinus maxillaire est la plus souvent réalisée, pour l'augmentation du maxillaire postérieur atrophié avant la pose d'implants.

L'inconvénient de cette technique est qu'elle représente une intervention chirurgicale relativement lourde, un besoin d'instruments spécifiques et une procédure longue. La patience et l'expérience du clinicien est donc requise pour éviter une éventuelle perforation de la membrane de Schneider. La technique s'accompagne également souvent de symptômes postopératoires tels qu'un œdème facial fréquemment associé à des ecchymoses, des douleurs plus ou moins importantes pour le patient.

Une procédure moins invasive, la technique d'élévation de la membrane sinusienne transcristale se basant sur l'utilisation des ostéotomes, a été présentée pour la première fois par le Dr. Summers en 1994 et constitue une alternative viable dans certains contextes cliniques à la procédure d'élévation du sinus par fenêtre latérale²⁹. Elle est décrite comme étant plus simple, moins risquée, plus courte et entraînant moins de complications post-opératoires³⁰ que la voie latérale. On lui confère également l'avantage de préserver la vascularisation grâce à un lambeau beaucoup moins

²⁹ Bhalla et Dym, « Update on Maxillary Sinus Augmentation ».

³⁰ Wiltfang et al., « Endoscopic and Ultrasonographic Evaluation of the Maxillary Sinus after Combined Sinus Floor Augmentation and Implant Insertion ».

étendu contrairement à la technique latérale. Cependant dans plusieurs cas les patients décrivent cette technique comme étant plus traumatisante^{31 32} avec une survenue de céphalées³³.

Un tableau regroupant les avantages et les inconvénients de chaque technique a été réalisé pour identifier clairement les différences qui existent entre ces deux techniques.

Tableau 2 : Avantages et inconvénients relatif des techniques d'élévations sinusiennes par voie latérale et crestale

| ABORD LATERAL | ABORD CRESTAL |
|--|---|
| <p style="text-align: center;">AVANTAGES</p> <ul style="list-style-type: none"> -Accès visuel direct -Greffe importante possible en hauteur car décollement de plus grande étendue -Délicate en per-opératoire en comparaison aux coups des ostéomes | <p style="text-align: center;">AVANTAGES</p> <ul style="list-style-type: none"> -technique simplifiée -Chirurgie plus courte en durée -Suites opératoires réduites -Pose d'implant simultanée plus fréquente |
| <p style="text-align: center;">INCONVENIENTS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Durée de la chirurgie -Courbe d'apprentissage nécessaire -Suites opératoires parfois importantes -Délais de cicatrisation plus longs | <p style="text-align: center;">INCONVENIENTS</p> <ul style="list-style-type: none"> -Pas d'accès visuel -Incertitude chirurgical (perforation) -Utilisation des ostéotomes traumatisante pour le patient |

Source : Auteur d'après Gouet et Touré., Sinus & Implant : la chirurgie d'élévation sinusienne à visée implantaire, 2017

Avant de poser l'indication de l'élévation du plancher sinusien il est primordial d'évaluer le contexte osseux et la situation clinique :

Certaines classifications nous aident à orienter notre plan de traitement en fonction du bilan clinique :

La Classification de Misch^{24 34}, créée en 1993, comporte 4 niveaux classant les pertes osseuses :

- SA 1 : H > 12 mm : La mise en place des implants peut se réaliser sans augmentation osseuse.
- SA 2 : 12 mm < H < 8 mm : Le traitement implantaire nécessite une augmentation sinusienne par voie crestale.
- SA 3 : 5 mm < H < 8 mm : Ici, une augmentation sinusienne par abord latéral est préconisée.
- SA 4 : H < 5 mm : Une augmentation par abord latéral est préconisée.

³¹ Peñarrocha-Diago et al., « Benign Paroxysmal Vertigo Secondary to Placement of Maxillary Implants Using the Alveolar Expansion Technique with Osteotomes ».

³² Sammartino, Mariniello, et Scaravilli, « Benign Paroxysmal Positional Vertigo Following Closed Sinus Floor Elevation Procedure ».

³³ Checchi et al., « Crestal Sinus Lift for Implant Rehabilitation ».

³⁴ Misch et Judy, « Classification of Partially Edentulous Arches for Implant Dentistry ».

La Classification de Jensen, créée en 1999, montre l'évolution des techniques et des indications :

- Classe A : 10 mm ou plus d'os résiduel sont présents. Généralement, aucune greffe n'est nécessaire avant la mise en place d'implant(s).
- Classe B : 7 à 9 mm ou plus d'os résiduel sont présents. La technique de comblement sinusien la plus adaptée à cette situation clinique se faisait par voie crestale à l'aide d'ostéotomes.
- Classe C : 4 à 6 mm d'os résiduel sont présents. Dans ce cas, la voie d'abord latérale est indiquée en utilisant un greffon autogène, allogène, une xéno greffe, un matériau alloplastique ou une combinaison de deux greffons différents.
- Classe D : 1 à 3 mm d'os résiduel sont présents. Seule l'utilisation d'os autogène, greffé par voie d'abord latéral, aboutit à des résultats satisfaisants.

Tableau 3 : Classification de Jensen, technique opératoire en fonction de la HOR (mm)

| | HOR (mm) | Technique opératoire |
|----------|----------|--|
| Classe A | ≥ 10 | pas de soulevé sinusien |
| Classe B | ≥ 7-9 | soulevé sinusien par voie crestale |
| Classe C | 4-6 | soulevé sinusien par abord latéral avec matériau de comblement |
| Classe D | 1-3 | soulevé sinusien par abord latéral associé à une greffe osseuse autogène |

Source : Jensen et al, « Report of the sinus consensus conference of 1996 », 1998.

Ainsi, la greffe sous-sinusienne présente 2 voies d'abord : la latérale et la transcrestale. L'indication dépendra de paramètres tels que la hauteur osseuse et la situation clinique. Nous nous intéresserons en particulier à l'abord crestal.

Les greffes d'élévation du plancher sinusien par voie transcrestale seront indiquées dans les situations suivantes :

- catégories 2, 3 et 4 de Misch et catégories B, C et D de Jensen
- Absence d'antécédent de pathologie sinusienne
- Absence d'obstacles anatomiques majeurs

La classification de Chiapasco³⁵ de 2003, propose de prendre en considération le rapport inter arcade en plus de la hauteur et la largeur osseuse résiduelle, afin d'éviter de se retrouver dans des cas défavorables au niveau biomécanique (rapport couronne/implant ou occlusion inversée)³⁶

³⁵ Chiapasco, Casentini, et Zaniboni, « Bone Augmentation Procedures in Implant Dentistry ».

³⁶ Chiapasco, Zaniboni, et Rimondini, « Dental Implants Placed in Grafted Maxillary Sinuses ».

4 COMPLEMENT SOUS-SINUSIEN PAR VOIE CRESTAL

Le comblement sous-sinusien par voie crestale est une alternative moins invasive à la voie latérale en présence d'un minimum d'os résiduel. Summers fut l'un des premiers à ouvrir la voie de cette technique. Aujourd'hui de nouvelles approches telle que l'ostéodensification permettent de se projeter dans des indications plus larges et des interventions simplifiées.

4.1 Rappel : la technique de SUMMERS

4.1.1 Rappel de la technique

En 1994, Summers propose une technique² permettant d'élever le plancher sinusien depuis un accès crestal à l'aide d'un instruments appelés ostéotome à diamètres croissants, ainsi que la pose de l'implant dans le même acte chirurgical. On rappelle que cette technique ne s'effectue qu'en présence d'un minimum de 6 mm d'os résiduel.

Protocole :

- Incisions crestale avec décollement de pleine épaisseur
- Marquage du point d'émergence implantaire puis passage de la corticale à la fraise boule de diamètre 2mm.
- Forage implantaire jusqu'à 1 à 2mm de la corticale sinusienne.
- Elargissement successif de la logette implantaire par passage des ostéotomes de diamètres croissants mais toujours inférieur au diamètre de l'implant.
- Fracture de la corticale à l'aide d'un ostéotome et d'un maillet
- Remplissage de l'espace créé avec un matériau de comblement
- Mise en place de l'implant

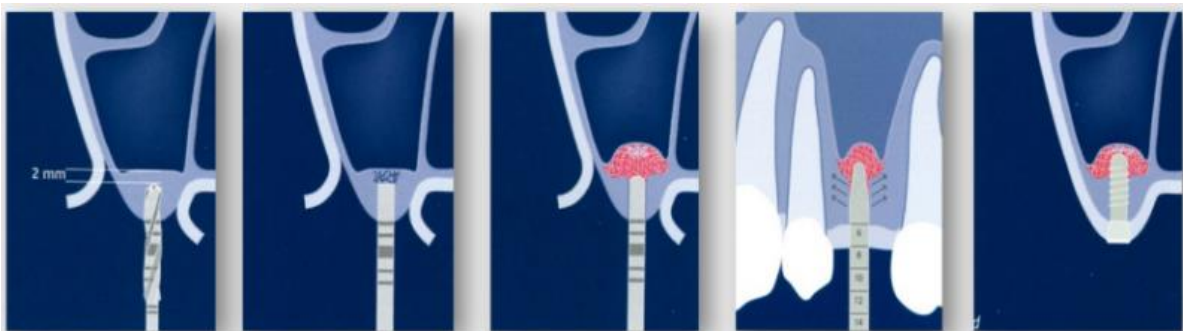


Figure 13 : schémas des étapes de la technique de Summers

4.1.2 Limites de la technique

4.1.2.1 Situations anatomiques complexes déconseillées

La technique de Summers est déconseillée dans certains cas complexes qu'il est indispensable de connaître avant toute intervention.

- Présence de septas et d'irrégularité du plancher** : présents dans 25 à 48% des cas¹⁰ ils potentialisent le risque de déchirement de la membrane lors de la fracture du plancher sinusien à l'aide de l'ostéotome final et du maillet.
- La présence d'un plancher sinusien oblique** : plus l'angle formé par la paroi externe et la paroi interne du sinus est aigu plus il sera difficile d'élever la membrane sans perforation³⁷.
- Un plancher étroit avec une corticale épaisse** : des coups de maillets plus importants sont nécessaires avec donc un risque accru de perforation de la membrane sinusienne.

4.1.2.2 Problématique de la technique de Summers

En dehors des contre-indications à cette technique, des problématiques essentielles liées à cette technique se posent :

- elle se fait à l'aveugle et aucun contrôle ne peut se faire au niveau du décollement de la muqueuse sinusienne ;
- s'il y a perforation de la muqueuse sinusienne, l'accès ne permet pas la gestion de cette complication^{38 39} ;
- Les coups de maillet peuvent être traumatisants pour le patient qui peut en garder un mauvais souvenir mais également des séquelles avec de nombreuses complications post-opératoires pouvant survenir tels que des saignements nasaux, une sensation de nez bouché, un hématome excessif⁴⁰.

Il a été rapporté par Buchter et al. que la technique de l'ostéotome entrave l'unité de remodelage osseux et provoque des micro-dommages ultra structuraux qui prolongent le temps de cicatrisation et retardent ainsi l'ostéointégration de l'implant⁴¹. La stabilité biomécanique peut être significativement diminuée peu de temps après la pose de l'implants⁴². Leur étude a conclu que les dommages traumatiques causés à l'os retardent l'obtention de la stabilité secondaire, car la réparation des micro-dommages est chronophage et stimulent l'activation des ostéoclastes.

³⁷ Alhayati et Al-Anee, « Evaluation of Crestal Sinus Floor Elevations Using Versah Burs with Simultaneous Implant Placement, at Residual Bone Height ≥ 2.0 _ < 6.0 Mm. A Prospective Clinical Study ».

³⁸ Nkenke et al., « The Endoscopically Controlled Osteotome Sinus Floor Elevation ».

³⁹ Reiser et al., « Evaluation of Maxillary Sinus Membrane Response Following Elevation with the Crestal Osteotome Technique in Human Cadavers ».

⁴⁰ Romero-Millán et al., « Indirect Osteotome Maxillary Sinus Floor Elevation ».

⁴¹ Büchter et al., « Interface Reaction at Dental Implants Inserted in Condensed Bone ».

⁴² Zitzmann et Schäfer, « Sinus Elevation Procedures in the Resorbed Posterior Maxilla. Comparison of the Crestal and Lateral Approaches ».

En 2012, une méta-analyse⁴³ portant sur l'augmentation de la hauteur osseuse lors de la technique de Summers retient un total de 11 articles publiés avec un total de 2063 implants posés sur 1219 patients.

On recense une hauteur d'os résiduelle préopératoire comprise entre 4,1 et 8,8mm et une augmentation de hauteur comprise entre 2,28mm et 5,55mm en post opératoire.

Deux complications ont été rapportées dans les études : la perforation de la membrane sinusienne dans 6.5 % des cas et l'apparition de vertiges positionnels paroxystiques bénins dans 2.13% des cas. Le taux de survie implantaire, établi comme un implant fonctionnel et non symptomatique, variait selon le suivi des études de 98 % à 6 mois et 90.80 % à 12 ans.

4.2 La technique d'ostéodensification appliquée au soulevé de plancher sinusien par voie crestale

4.2.1 Le principe de l'ostéodensification

En 2015, le Dr. Huwais crée les forêts Densah®, des forêts s'utilisant dans le sens anti horaire, ne retirant pas l'os mais le compactant contre les parois du fut implantaire créant un phénomène d'ostéodensification⁴⁴.

L'ostéodensification en implantologie consiste à augmenter la densité de l'os autour de l'implant lors de l'ostéotomie. Les copeaux osseux ne sont pas expulsés et perdus comme lors d'un forage classique mais condensés et compactés vers l'extérieur de l'ostéotomie⁴⁵⁴⁶. On peut assimiler ceci à une autogreffe ayant pour objectifs d'augmenter la densité osseuse dans un os peu dense comme le maxillaire, d'augmenter la surface de contact os/implant, d'augmenter la stabilité primaire et ainsi optimiser l'ostéointégration de l'implant⁴⁷.

⁴³ Antonaya-Mira et al., « Meta-Analysis of the Increase in Height in Maxillary Sinus Elevations with Osteotome ».

⁴⁴ Huwais et Meyer, « A Novel Osseous Densification Approach in Implant Osteotomy Preparation to Increase Biomechanical Primary Stability, Bone Mineral Density, and Bone-to-Implant Contact ».

⁴⁵ Pai, « 44. Indirect Sinus Lift of Atrophic Posterior Maxilla Using Osseodensification ».

⁴⁶ Lahens et al., « Biomechanical and Histologic Basis of Osseodensification Drilling for Endosteal Implant Placement in Low Density Bone. An Experimental Study in Sheep ».

⁴⁷ Padhye, Padhye, et Bhatavadekar, « Osseodensification -- A Systematic Review and Qualitative Analysis of Published Literature ».

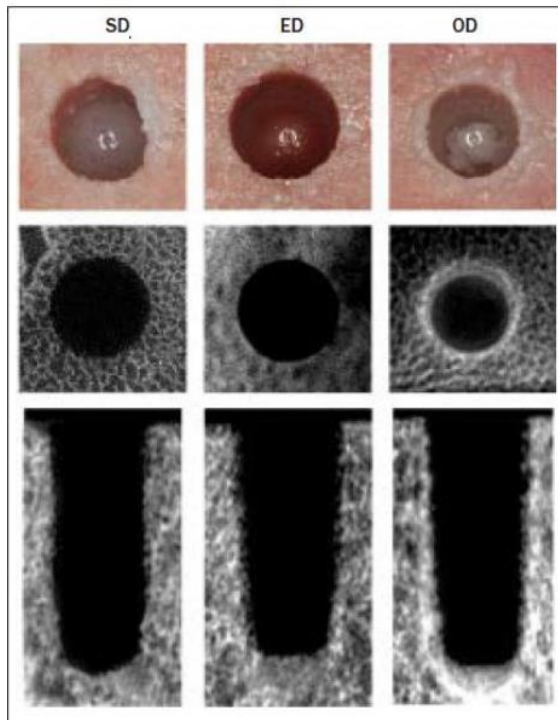


Figure 14 : Surfaces et coupes cliniques observées au microscope optique :

SD :Standard drilling

ED :extraction drilling

OD :Osseodensification

Source: Huwais, « A novel osseous densification approach », 2016.

On peut voir sur les images observées au microscopes un dépôt osseux en périphérie du fût implantaire.

Ces fragments agissent comme des surfaces de nucléation osseuse favorisant une nouvelle formation osseuse autour des implants et fournissant une plus grande densité osseuse et une meilleure stabilité.

Ainsi, nous avons constaté un effet de retour élastique de l'os compacté, ce qui peut être important pour augmenter l'ostéointégration de l'implant en réduisant les espaces initiaux entre l'implant et l'os⁴⁸. Ce phénomène appelé spring-back effect⁴⁹ est alors mis en avant grâce aux propriétés visco-élastiques de l'os qui crée une réduction de la taille des ostéotomies lorsque les fraises sont retirées. Il augmenterait considérablement le contact entre l'implant et l'os, le BIC (Bone-to-Implant Contact) et jouerai donc un rôle important dans la stabilité primaire de l'implant.

⁴⁸ Kold et al., « Compacted Cancellous Bone Has a Spring-Back Effect ».

⁴⁹ Formiga et al., « Effects of Osseodensification on Immediate Implant Placement: Retrospective Analysis of 211 Implants ».

Sur des coupes de microradiographie avec un grossissement plus élevé (x50) Slete et Al. comparent l'histomorphométrie de l'os avec l'utilisation de la technique de Summers et l'utilisation de l'ostéodensification⁵⁰. Avec la technique de Summers utilisant les ostéotomes on retrouve des trabécules osseuses fracturées pouvant favoriser une phase inflammatoire prolongée et de « nettoyage » par les ostéoclastes avant la prochaine croissance osseuse. Alors qu'avec la technique d'ostéodensification, nous retrouvons la compression et la condensation de trabécules osseuses entières intactes.



Figure 15 : Micrographie osseuse post ostéotome



Figure 16 : Micrographie osseuse post ostéodensification

L'os en périphérie, autogreffé, est directement vascularisé par les capillaires sanguins de l'os adjacent qui ont été préservés lors de la compaction⁵¹. L'os compacté au niveau des parois est donc un os vivant en remaniement que l'on peut assimiler à une matrice osseuse qui va contenir des ostéoblastes, des capillaires sanguins, et des zones de remodelage. Pour illustrer ce remaniement, Lahens et Al. comparent à l'aide de micrographies cet os lors d'un forage standard et lors de l'utilisation de l'ostéodensification⁴⁷.

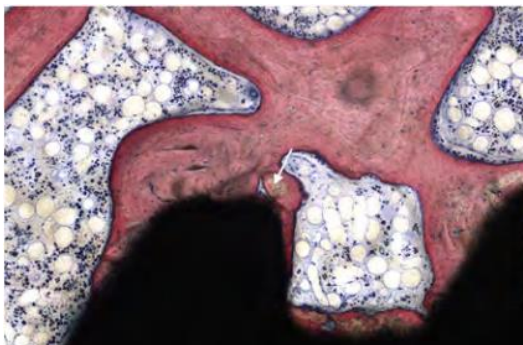


Figure 17 : Micrographie osseuse après la technique de forage standard

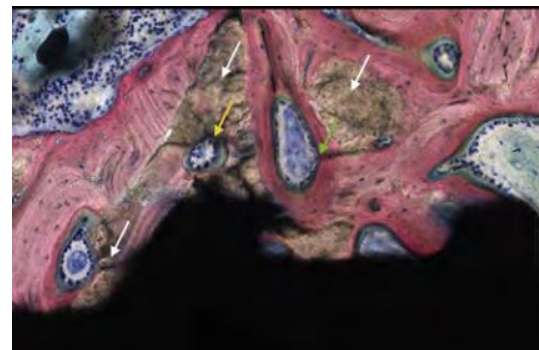


Figure 18 : Micrographie osseuse après la technique d'ostéodensification

Les flèches blanches représentent les résidus de fragments osseux provenant du forage, les flèches jaunes représentant les sites de remodelage des fragments osseux et les flèches vertes les sites de remodelage de la surface des fragments osseux.

⁵⁰ Slete, Olin, et Prasad, « Histomorphometric Comparison of 3 Osteotomy Techniques ».

⁵¹ Mello-Machado, « Osseodensification Enables Bone Healing Chambers with Improved Low-Density Bone Site Primary Stability: An in Vivo Study ».

On observe ainsi un remaniement plus important au niveau de l'os ostéocondensé et donc par la suite un plus haut potentiel d'ostéointégration de l'implant.

En 2021, dans une méta-analyse⁵² évaluant l'efficacité de la technique d'ostéodensification sur le site d'implantation, Inchigolo et al., cherchent à répondre à la question : « quels sont les effets cliniques et histologiques obtenus au niveau de tissu osseux lors de la préparation du site implantaire avec la technique d'ostéodensification ? ». Une analyse a été réalisée pour comparer le % de contact os-implant (BIC), la fraction de surface osseuse occupée% (BAFO) et le couple d'insertion lors de la procédure d'ostéodensification dans le sens antihoraire et dans la procédure de forage classique.

Sur 818 articles, 16 ont été retenus et les résultats ont montré que le BIC % chez le groupe dans le sens anti-horaire comparé au groupe dans le sens horaire était significativement plus important. Dans la même étude, une comparaison sur la quantité et la qualité de l'os autologue maintenu au niveau de la préparation avec la technique d'ostéodensification au maxillaire et les ostéotomes de Summers, a été réalisée. Les résultats ont rapporté un BIC supérieur avec l'utilisation de la technique d'ostéodensification.

Un couple d'insertion significativement plus élevé entre le groupe dans le sens inverse des aiguilles d'une montre par rapport au groupe dans le sens horaire a été mis en évidence.

Aucune différence significative n'a été relevée concernant le BAFO % entre le groupe en sens antihoraire et le groupe dans le sens horaire.

Bien que cela ne soit pas significatif, parmi les quatre groupes étudiés, le système d'ostéodensification a montré la plus forte augmentation du volume osseux dans les trois dimensions⁵³.

Dans une autre étude⁵⁴ les protocoles d'ostéodensification montre un meilleur torque d'insertion et un ISQ plus élevé par rapport au forage standard recommandé lors de la mise en place d'implants coniques BioHorizons® sur os de faible densité.

Une étude réalisée sur des cadavres⁵⁵ montre également que le torque d'insertion est significativement plus élevé avec la technique d'ostéodensification qu'avec un forage standard.

On remarque que les études analysées confirment l'efficacité de l'ostéodensification dans l'augmentation du Bone to Implant contact, de l'ISQ et du torque d'insertion mais aussi le maintien de la qualité et la quantité d'os autologue. Cela influencera le résultat de la chirurgie implantaire d'une manière notable car, comme vu précédemment, ces critères sont le reflet d'une bonne stabilité primaire de l'implant et donc d'une ostéointégration optimale.

⁵² Inchigolo et al., « The Effectiveness of Osseodensification Drilling Protocol for Implant Site Osteotomy ».

⁵³ Bhargava et al., « Comparison of Heat Production and Bone Architecture Changes in the Implant Site Preparation with Compressive Osteotomes, Osseodensification Technique, Piezoelectric Devices, and Standard Drills ».

⁵⁴ Cáceres et al., « Effects of Osseodensification Protocol on Insertion, Removal Torques, and Resonance Frequency Analysis of BioHorizons® Conical Implants. An Ex Vivo Study ».

⁵⁵ Mercier, Bartala, et Ella, « Evaluation of the Osseodensification Technique in Implant Primary Stability ».

4.2.2 Conception des forêts

Pour élargir au fur et à mesure le site de forage et progresser avec stabilité à chaque forage, on observe une géométrie évolutive, conique puis droite. Ceci est facilité par des fraises spécialement conçues avec un nombre de spires plus important et des angles de coupe négatifs. Ces forets lorsqu'ils sont déplacés avec un mouvement de rebond, sous pression contrôlée, exercent une déformation viscoélastique de l'os, toujours sous irrigation abondante.

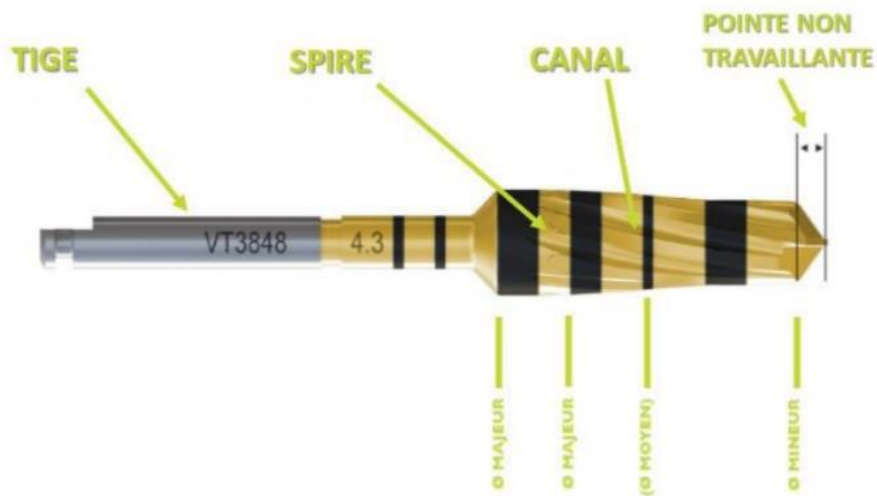


Figure 19 : schéma légendé d'un foret densah®

Une identification marquée au laser est retrouvée sur la tige des forets et permet de les identifier.

VT/VS xX Y , par exemple VT3848 4.3 VT ou VS :

x : diamètre mineur du foret à sa pointe

X : diamètre majeur du foret partir de la graduation de 10 mm

Y : diamètre moyen du foret à la graduation 8 mm

Les caractéristiques intrinsèques du design de la fraise permettent de travailler sous 2 modes :

- Mode de coupe (rotation dans le sens horaire) à 800-1500 tr/min
- Mode de densification (rotation dans le sens antihoraire) à 800-1500 tr/min

Les fraises Densah® peuvent tourner dans le sens des aiguilles d'une montre pour couper proprement l'os comme une fraise chirurgicale traditionnelle. Cette capacité à double usage permet au praticien de préparer simultanément plusieurs sites d'ostéotomie de différentes

largeurs/conditions osseuses en ostéodensifiant ou en forant chaque site sans retirer la fraise Densah® du moteur de forage.



Figure 20 : Séquence de forets Densah®

Source : Versah™, Mode d'emploi, 2019.

4.2.3 Protocoles dans le cadre du soulèvement de membrane sinusienne

Il existe plusieurs protocoles de forage en fonction de la densité osseuse. Nous rappelons qu'au maxillaire postérieur nous sommes confrontés à un os peu dense de type D3 ou D4 de la classification de ZARB et LEKHOLM (1985).

Avant toute chose, une analyse pré-opératoire est indispensable avec l'examen du CBCT grand champ, la mise en évidence de l'ostium et la ventilation physiologique du sinus. L'absence de pathologie sinusienne est un prérequis indispensable à l'intervention. Nous nous intéresserons à 2 critères principaux : la hauteur et la largeur résiduelle de l'os.

En effet, Huwais, a différencié 2 protocoles variant en fonction de la hauteur et largeur résiduelle de l'os sous sinusien.

- **Atrophie légère** : Lorsque la hauteur résiduelle minimale de l'os est de 6 mm et sa largeur minimale de 4 mm.



Figure 21 : radio pré-opératoire

Source : Versah® mode d'emploi 2019

1. Après avoir mesuré la hauteur d'os jusqu'au plancher du sinus sur la radio, réaliser une incision crestale avec décollement de pleine épaisseur.
2. Fraise pilote jusqu'à 1 mm sous le plancher du sinus en **SENS HORAIRE**. Dans les cas où la hauteur résiduelle postérieure de la crête alvéolaire est de plus de 6 mm, et si une profondeur verticale supplémentaire est désirée, fraisez à l'aide de la fraise pilote (en mode horaire vitesse 800-1500 tr/mn avec forte irrigation) jusqu'à la profondeur déterminée en gardant une zone de sécurité d'environ 1 mm depuis le plancher du sinus. Confirmer la position de la fraise pilote par une radio.

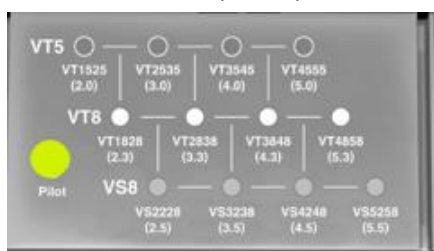


Figure 22 : séquence des forets
On débute avec le pilote

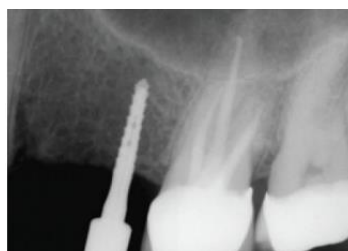


Figure 23: Radiographie foret pilote en place

Source : Versah® mode d'emploi 2019

3. Fraise Densah® (2.0) **SENS ANTI-HORAIRE** jusqu'à 1mm du plancher du sinus. Suivant le type d'implant et le diamètre retenu pour le site, commencer par la fraise Densah® la plus fine (2.0). Passer le moteur sur le mode Reverse (contre horaire - vitesse 800- 1500 tr/mn avec forte irrigation). Commencer à faire tourner la fraise dans l'ostéotomie en suivant la technique de rebond pompage. Lorsque vous ressentez la corticale du plancher sinusien, arrêter et confirmer par une radio la position verticale du foret densah®.



Figure 24 : séquence des forets
Passage au foret 2.0



Figure 25 : Radiographie foret Densah® en place

Source : Versah™, Mode d'emploi, 2019.

- Pénétrer avec le foret de 3,0 mm jusqu'à un maximum de 3 mm au-delà du plancher du sinus en **SENS ANTI-HORAIRE**. Utiliser le à une vitesse de 800 à 1500 tr/min avec irrigation abondante. Le faire progresser en appliquant une pression modulée et un mouvement de pompage. Lorsque la sensation de la résistance du foret contre la corticale du plancher sinusien se fait ressentir, continuer au-delà du plancher par incréments de 1 mm. **Ne jamais dépasser 3mm au-dessus du plancher**. Le foret suivant est choisi en fonction du diamètre de l'implant. Un apport de substitut osseux est poussé vers l'extrémité apicale afin d'obtenir une profondeur verticale supplémentaire et un soulèvement maximal de la membrane de 3,0 mm. Confirmer l'emplacement vertical du foret avec une radiographie.

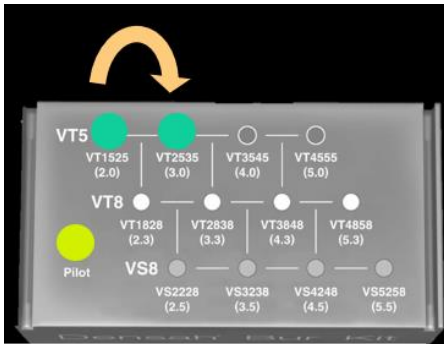


Figure 26 : séquence des forets
Passage au foret 3.0



Figure 27 : Radiographie foret Densah® en place
Source : Versah™, Mode d'emploi, 2019.

- Pénétrer avec le foret de 4,0 mm en **SENS ANTI-HORAIRE** jusqu'à 3 mm au-dessus du plancher du sinus en effectuant des légers mouvements de pompage.

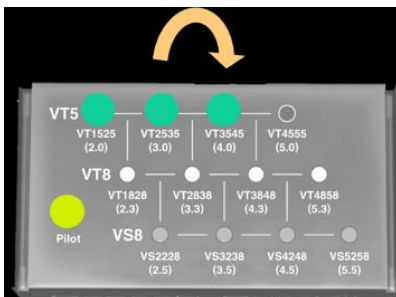


Figure 28 : séquence des forets
Passage au foret 4.0

- Selon le diamètre de l'implant à placer, continuer avec le foret 5,0mm.
- Après vérification de l'intégrité de la membrane de Schneider, positionner l'implant.


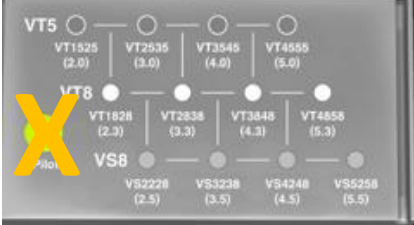

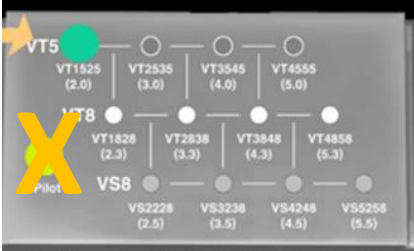
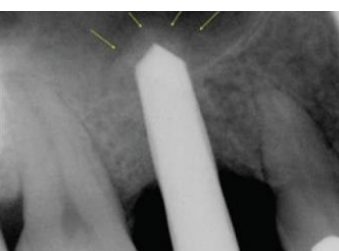
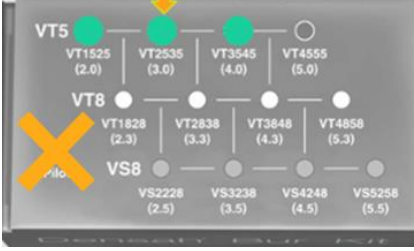
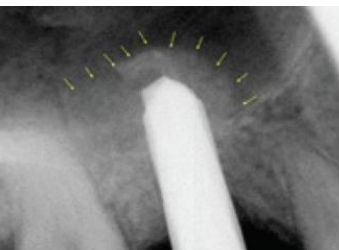
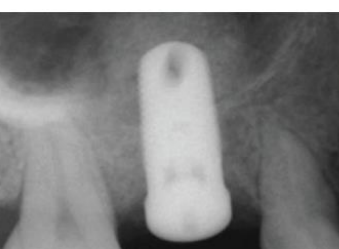


Figure 29 : radiographie implant en place

- **Atrophie modérée** : Lorsque la hauteur résiduelle minimale de l'os est de 4 à 5mm et sa largeur minimale de 5 mm.

Le protocole est similaire que pour l'atrophie légère à l'exception de **la non-utilisation du foret pilote**.

Tableau 4 : protocole illustré par un cas lors d'une atrophie modérée

| | | |
|---|---|--|
|  | <p>Radio pré-opératoire : Hauteur osseuse résiduelle (HOR) =4,2 mm</p> |  <p>PAS DE FORET PILOTE</p> |
|  | <p>Foret intermédiaire de 2 mm SENS ANTI-HORAIRE à 1 mm du plancher sinusien</p> |  |
|  | <p>Passage successif des forets (en fonction du diamètre implantaire) en SENS ANTI-HORAIRE en ne dépassant pas 3mm au-delà du plancher</p> |  |
|  | <p>Mise en place de biomatériau, Compactage au fond du fût implantaire</p> | |
|  | <p>Après vérification de l'intégrité de la membrane, positionnement de l'implant</p> | |

4.2.4 Utilisation d'un biomatériau

L'utilisation d'un biomatériau semble intéressante lorsque la crête présente une atrophie modérée.

En 2018, Neiva et al. analysent cliniquement et radiographiquement la technique d'ostéodensification appliquée au soulèvement de la membrane sinusienne par abord crestal avec et sans substitut osseux au phosphosilicate de calcium synthétique et résorbable⁵⁶.

42 implants sont posés sur 28 patients, 21 avec la technique d'ostéodensification seule et 21 avec la technique d'ostéodensification avec un substitut osseux. Aucune différence statistiquement significative n'a été observée dans les valeurs moyennes du couple d'insertion. Le groupe avec le substitut osseux a démontré des gains statistiquement significatifs supérieurs de la hauteur de la crête alvéolaire (groupe 2 – 5,9 mm) par rapport au groupe 1 (2,8 mm).

L'utilisation d'un substitut osseux permet un gain de hauteur d'os. Cela nous intéresse tout particulièrement dans le cas d'une atrophie modérée lorsqu'un gain de hauteur est indispensable à la survie de l'implant.

Un biomatériau sous forme de pâte d'os haute viscosité avec une granulométrie très fine, est utilisé car il semble être le plus adapté à la situation. Il est en effet facile à injecter dans l'espace d'ostéotomie, modulable et plastique et ne présente pas de particules tranchantes risquant de perforer la membrane sinusale.

On rappelle cependant que son utilisation n'est pas obligatoire étant donné le potentiel ostéogénique de la membrane sinusienne.

Dans le protocole, après le passage des dernières forêts et la vérification de l'intégrité de la membrane de Schneider avec la manœuvre de Vasalva la mise en place d'un biomatériau est donc préconisée.



Figure 30 : Insertion du biomatériau dans le fût implantaire

⁵⁶ Neiva et al., « Osseodensification Crestal Sinus Floor Elevation with or without Synthetic and Resorbable Calcium Phosphosilicate Putty ».

Il faut alors combler le fut implantaire avec la greffe osseuse avec la dernière fraise Densah® employée en mode densification (dans le sens anti-horaire) avec une vitesse lente de 150-200Tr/min sans irrigation afin de propulser la greffe dans le sinus. Le foret doit uniquement servir au compactage du substitut osseux et ainsi soulever la membrane sinusienne. L'étape de propulsion sera répétée afin de repousser d'avantage la membrane et créer un espace autour de l'implant. Tout cela est toujours réalisé sans dépasser 3mm au-delà du plancher.



Figure 31 : « Effet piston » pour repousser le biomatériau

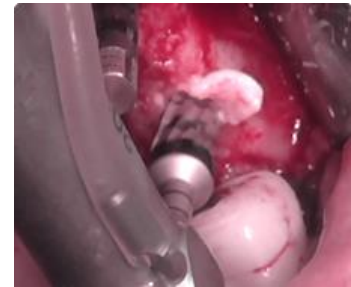
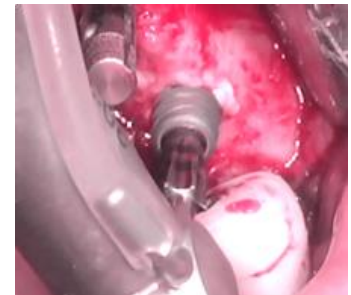


Figure 32 : Insertion de l'implant dans le biomatériau



Sur ce modèle, nous pouvons voir la crête maxillaire mais aussi le sinus vu de l'intérieur avec la membrane sinusale. Il vise à montrer avant tout le mécanisme du soulèvement de membrane qui se produit avec les forets ostéocondensants. Le passage des forets Versah a été réalisé et un biomatériau a été mis en place. La vision de l'intérieur du sinus nous permet de bien observer l'espace pris par le biomatériau autour de l'implant.

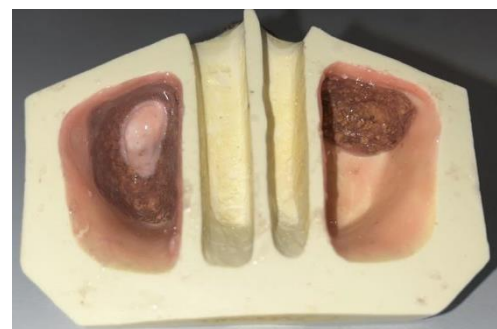


Figure 33 : Modèle du sinus maxillaire après soulèvement de la fausse membrane et mise en place de biomatériau

4.2.5 Utilisation de plasma riche en fibrine (PRF)

Nous pouvons également apporter avant la mise en place de l'implant du Plasma Riche en Fibrine (PRF) afin de potentialiser la cicatrisation. La composition de ce matériau est une matrice de fibrine chargée en plaquettes et en facteurs de croissance et il est obtenu en préopératoire en centrifugeant du sang appartenant au patient. La membrane de PRF est assimilée à un matériau autologue bioactif ayant des propriétés angiogéniques, ostéogéniques, anti-inflammatoires et antimicrobiennes⁵⁷.

Tout comme avec l'utilisation d'un biomatériau, la membrane de PRF va être repoussée dans le fût implantaire avec la dernière fraise Densah® employée en mode densification (dans le sens anti-horaire) avec une vitesse lente de 150-200Tr/min sans irrigation afin de la propulser dans le sinus. Ceci permettra de repousser et décoller la membrane sinusienne. Les membranes de PRF seront alors placées entre la membrane et l'os.

L'avantage de son utilisation dans un cas d'abord crestal est notamment la protection de la membrane sinusienne en cas de perforation⁵⁸. Grâce à son utilisation, il n'y aura pas de risque, comme avec l'utilisation d'un biomatériau par exemple, de passage de corps étranger dans le sinus⁵⁹. La membrane est ainsi protégée et son potentiel de cicatrisation augmentée par les propriétés bioactives du PRF.

4.3 Apport de l'ostéodensification lors de l'élévation de la membrane sinusienne

Nous avons pu voir que la technique d'ostéodensification permettait de gagner en stabilité primaire lors de la pose d'un implant. L'objectif principal de notre travail est d'analyser dans quelles mesures elle est un apport dans l'élévation de la membrane sinusienne par voie crestale.

Dans un premier temps nous pouvons évoquer le risque minimisé de perforation de la membrane sinusienne grâce à la force hydraulique créée par les forets tournants en sens inverse.

Il faut savoir que la pression hydraulique dans un système clos, exerce une pression égale sur toutes les surfaces du système, éliminant ainsi la source ponctuelle de pression et élevant la membrane sinusale de manière égale à tous les points d'attachement de celle-ci.

⁵⁷ Bonnat A, « Évaluation des PRFs en chirurgie implantaire : revue narrative de la littérature récente - ».

⁵⁸ Barbu et al., « PRF-Solution in Large Sinus Membrane Perforation with Simultaneous Implant Placement-Micro CT and Histological Analysis ».

⁵⁹ Powell et al., « The Application of Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF) in Maxillary Sinus Augmentation ».

Nous avons réalisé une expérience mettant en évidence cette force hydraulique en utilisant, dans un milieu visqueux, d'un côté le foret traditionnel dans le sens horaire et de l'autre le foret ostéocondensant dans le sens anti-horaire.



Figure 34 : Foret traditionnel en marche dans la solution visqueuse



Figure 35 : Foret ostéocondensant en marche dans la solution visqueuse

On observe avec le foret ostéocondensant une onde qui se propage sous forme de dôme au-dessus du foret. Cette expérience montre bien que la membrane est soulevée par une force hydraulique. Si le protocole est bien respecté et en particulier la technique de rebond pompage le foret ne rentre donc jamais en contact avec la membrane ce qui minimise le risque de perforation.

De plus, il est important de rappeler que la pointe du foret n'est pas coupante.

On note également de nombreux avantages à cette technique en comparaison à la technique de Summers.

Une revue systématique et méta-analyse⁶⁰ datant de juillet 2023, a pour objectif d'évaluer la différence de stabilité primaire de l'implant et d'augmentation de la hauteur osseuse lors du soulèvement indirect des sinus par ostéodensification et par la technique de l'ostéotome (Summers). Sur 8521 articles publiés entre 2002 et 2022, pour la synthèse qualitative, 9 études ont été incluses et pour la synthèse quantitative, 5 études ont été incluses.

Il a été déterminé que l'ostéodensification entraînait un gain de hauteur osseuse similaire à celui du groupe ostéotome. Cependant, aucune différence statistiquement significative dans le gain de hauteur osseuse n'est apparue en raison de la forte hétérogénéité, de la courte période de suivi et du petit nombre d'études incluses dans la méta-analyse. Pour la stabilité primaire des implants, une différence statistiquement significative a été observée entre les 2 groupes. La technique d'ostéodensification présentait une stabilité primaire d'implant comparativement plus élevée par rapport à la technique d'ostéotomie.

⁶⁰ Potdukhe, Iyer, et Nadgere, « Evaluation of Implant Stability and Increase in Bone Height in Indirect Sinus Lift Done with the Osseodensification and Osteotome Technique ».

Plusieurs études montrent également un gain de temps des procédures et en post-opératoire on note un confort en matière de déglutition, la possibilité de poursuivre des activités quotidiennes, de manger, de parler, d'ouvrir la bouche et de poursuivre les activités scolaires et professionnelles⁶¹.

Un des avantages majeurs est son utilisation dans des cas complexe dans lesquels l'abord crestal par technique de Summers serait déconseillé tels que :

-La présence de septa et d'irrégularité du plancher : alors qu'avec la technique de Summers le risque de déchirement de la membrane est très élevé, nous pourrions avec la technique d'ostéodensification réaliser l'intervention avec un risque minimisé.

-La présence d'un plancher sinusien oblique : dans ce cas également nous avons un risque important de perforation avec la technique de Summers alors qu'avec l'ostéodensification on pourra aisément passer le plancher sinusien sans risque augmenté.

-Un plancher étroit avec une corticale épaisse : grâce au phénomène d'ostéoexpansion permettant de palier à un plancher étroit ce cas limite sera indiqué dans la technique d'ostéodensification.

La technique d'ostéodensification a comme vertu de simplifier l'abord de certains cas complexes, mais aussi et surtout de rendre le résultat escompté moins praticien-dépendant et donc plus reproductible.

⁶¹ Elsaid et al., « Transcrestal sinus lift with simultaneous implant placement using osseodensification in posterior maxilla with residual bone height of 4-6 mm ».

5 CAS CLINIQUES

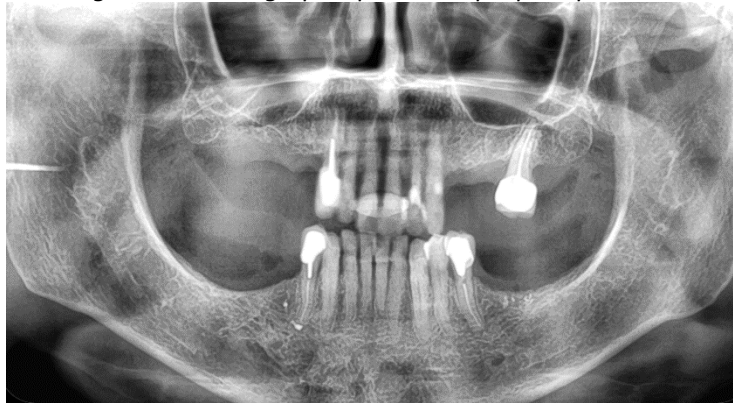
Les cas cliniques présentés ci-après ont été réalisés dans le cadre d'une pratique spécialisée par le Dr Laurine BIRAUT. Nous verrons ici 4 cas particuliers dans lesquelles la technique d'ostéodensification a été réalisée.

5.1 Cas clinique 1 : parallèle abord latéral, abord crestal par ostéodensification

M. P 55 consulte pour réhabiliter ses édentements postérieurs maxillaires et mandibulaires. Il ne présente aucune contre-indication générale ou locale. Il est non-fumeur et ne prend aucun traitement médicamenteux.

Nous nous intéressons dans son cas tout particulièrement à la réhabilitation de ses édentements maxillaires. On retrouve à droite et à gauche des crêtes sinusales atrophiées et donc l'indication de réaliser des comblements sinusiens des deux côtés. Cependant, à droite il présente une hauteur osseuse résiduelle (HOR) de 3mm et donc une crête très atrophiée, une classe D de la classification de Misch et à gauche une hauteur résiduelle (HOR) de 5,9 mm et donc une atrophie légère, correspondant à une classe C de Misch. D'après la classification de Misch les deux cas devraient être traités par abord latéral. Or nous avons vu que la technique d'ostéodensification nous permettait un abord crestal pour une HOR allant jusqu'à 4mm. Au niveau du sinus droit nous avons donc $HOR < 4mm$ et au niveau du sinus gauche $HOR > 5mm$. Ce cas, présente donc une double indication d'abord latérale à droite et d'abord crestal à gauche par ostéodensification, nous permettant de mettre en parallèle ces deux techniques.

Figure 36 : Radiographie panoramique pré-opératoire



Indication : Soulevé de membrane par abord latéral

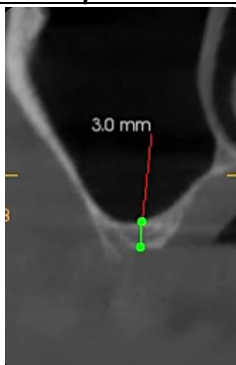


Figure 37 : CBCT coupe sagittale au niveau du sinus droit

Indication : Soulevé de membrane par voie latérale ou crestale

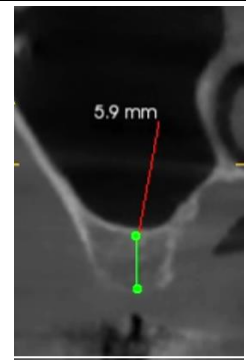


Figure 38 : CBCT coupe sagittale au niveau du sinus gauche

Nous optons pour un abord latéral à droite et un abord crestal par ostéodensification à gauche.

Abord latéral



-Incision crestal, décharges mésiale et distale
-Décollement du lambeau en pleine épaisseur



-Ostéotomie à l'aide d'une fraise boule diamantée

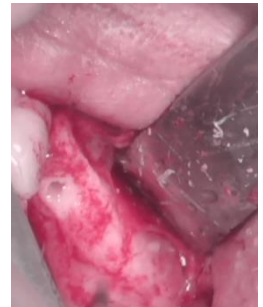


-Décollement de la fenêtre osseuse



-Décollement délicat de la membrane sinusienne à l'aide de curettes

Abord crestal par ostéodensification



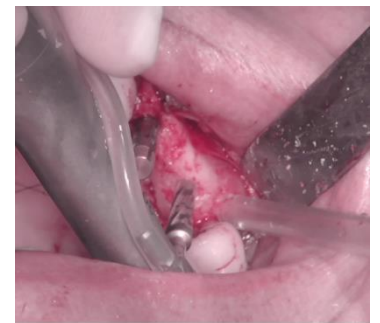
-Incision crestal uniquement
-Décollement en pleine épaisseur de faible étendue



-Passage du foret pilote **jusqu'à 1mm du plancher sinusien**



-Foret Densah® 2mm SENS ANTI-HORAIRE A 1200trs/min Avec irrigation Technique du « rebond-pompage » **jusqu'à 1mm du plancher sinusien**

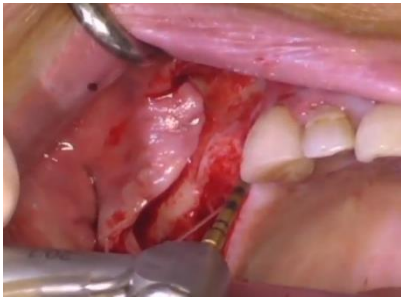
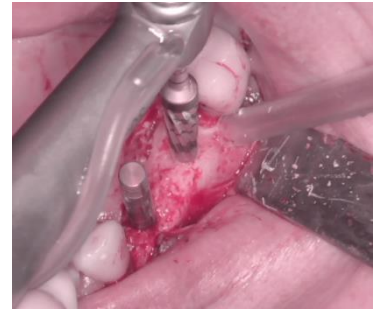


-Foret Densah® 3mm SENS ANTI-HORAIRE A 1200trs/min Avec irrigation Technique du « rebond-pompage » Passage du plancher sinusien **sans dépasser 3mm**



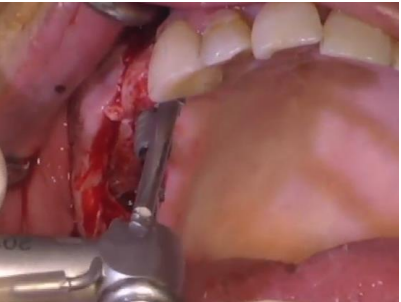
-Mise en place de PRF

-Foret Densah® 4mm SENS ANTI-HORAIRE A 1200trs/min Avec irrigation Technique du « rebond-pompage » Sans dépasser 3mm



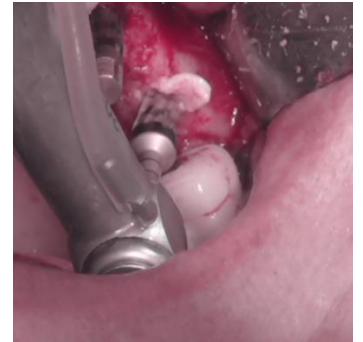
-Forage implantaire

-Contrôle de l'intégrité de la membrane



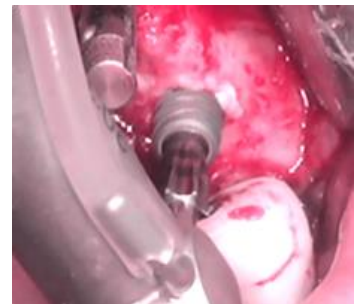
-Mise en place simultanée des implants

-mise en place du comblement osseux par effet piston



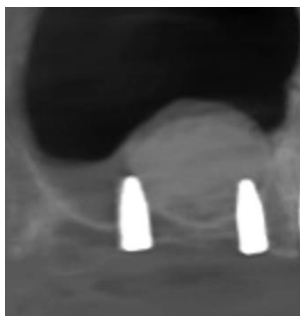
-Mise en place d'un substitut osseux -sutures

-Mise en place des implants -sutures

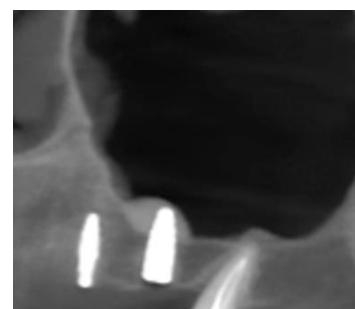


Durée de l'intervention plus d'1h

Durée de l'intervention : 30min



Radiographie post-opératoire coupe coronale



Radiographie post-opératoire coupe coronale

D'un côté nous nous retrouvons dans le cas d'une intervention longue et invasive avec un lambeau de grande étendue et une étape délicate de décollement de la membrane sinusienne et de l'autre une intervention rapide avec une incision crestale et un soulèvement de la membrane réalisé grâce à la pression hydraulique créée par les forêts d'ostéodensification. Les 2 cas sont une réussite en post opératoire avec une élévation de la membrane sinusienne sans perforation et une bonne stabilité primaire avec à droite un ISQ de 65 et à gauche un ISQ de 70.

Dans un cas comme la situation secteur 2 où les deux techniques sont indiquées on optera donc préférentiellement pour la technique moins invasive d'ostéodensification.

5.2 Cas clinique 2 : présence de septa

Mme S., 47 ans se présente pour réhabiliter l'édentement site 27. Elle est en bonne santé et ne présente pas de pathologie sinusienne. La situation ne semble également pas présenter de contre-indication pour les chirurgies implantaire et comblement osseux per opératoire.

A l'analyse radiographique, nous identifions la présence d'un septum vertical et d'un septum horizontal.

C'est un cas dans lequel la technique de Summers est fortement déconseillée car il y a un risque de déchirure de la membrane sinusienne trop important. L'abord latéral, dans ce cas, serait également complexe à opérer avec plusieurs fenêtres d'accès à réaliser, une chirurgie longue et difficile et un risque de déchirure important.

Nous sommes en présence d'un cas idéal pour utiliser l'ostéodensification.

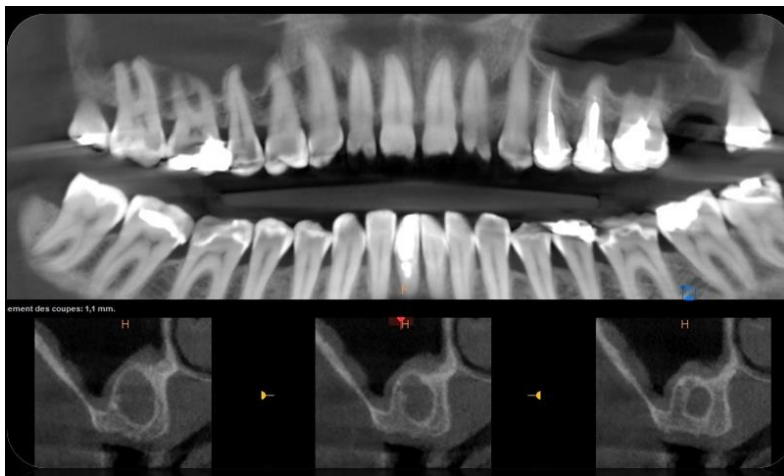


Figure 39 : CBCT coupe coronale pré-opératoire

Figure 40 : CBCT coupes sagittales sinus gauche

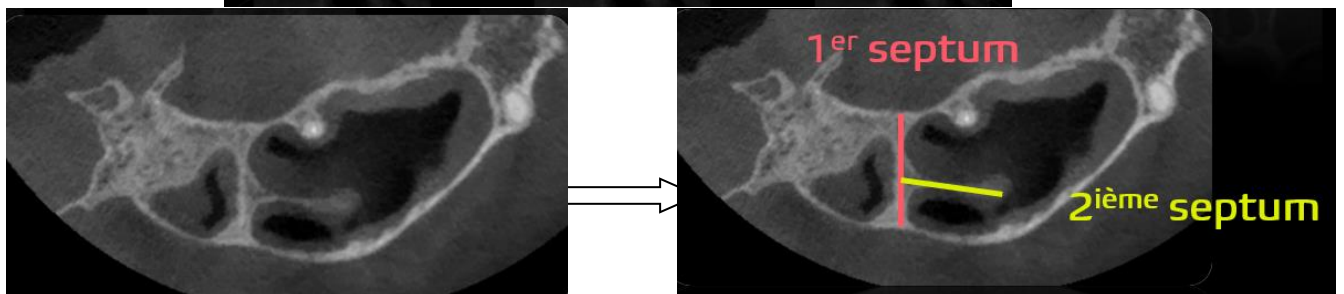


Figure 41 : CBCT coupe pré-opératoire transversale du sinus gauche avec les 2 septas

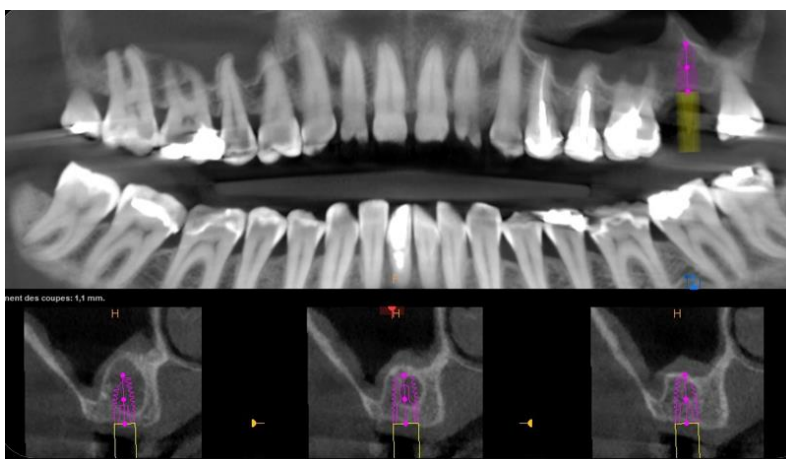


Figure 42 : Planification implantaire : Placement de l'implant à l'intersection des 2 septum

L'implant est mis en place avec la technique d'otéodensification à l'intersection des deux septas.



Figure 43 : CBCT coupe coronale implant placé

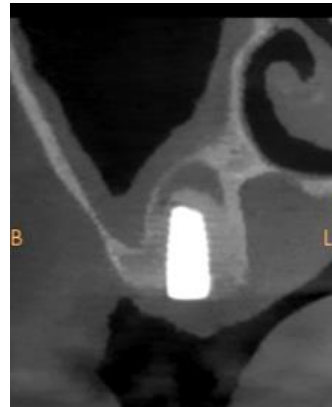


Figure 44 : CBCT coupe sagittale implant placé

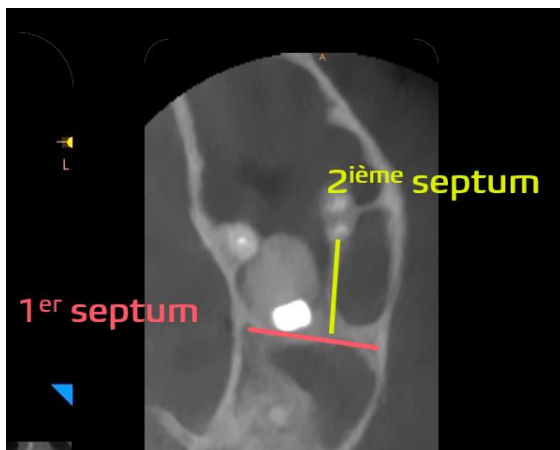


Figure 45 : CBCT coupe transversale implant placé

On mesure un ISQ de 71. L'implant présente donc une bonne stabilité primaire.

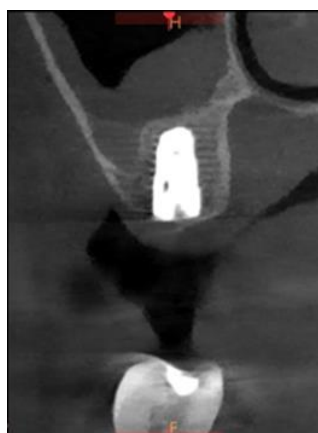


Figure 46 : CBCT coupe coronale et sagittale 6 mois après l'intervention

6 mois après on voit au CBCT une formation osseuse autour de l'implant. Radiologiquement et cliniquement, l'implant est parfaitement ostéointégré.

Ce cas nous montre encore une fois l'apport de la technique d'ostéodensification qui nous permet de réaliser des comblements sinusiens dans des cas complexes qui seraient déconseillés et risqués avec un abord crestal traditionnel ou latéral.

5.3 Cas clinique 3 : plancher sinusien oblique

Mme C. 63 ans, en bonne santé générale, sans pathologie sinusienne, se présente pour réhabiliter son édentement site 15. La situation ne semble pas présenter de contre-indication pour les chirurgies implantaire et comblement osseux per opératoire.

Cas plancher oblique : déconseillé avec la technique de Summers

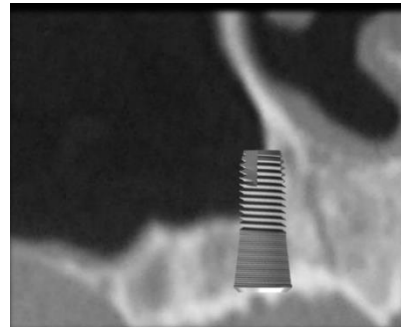
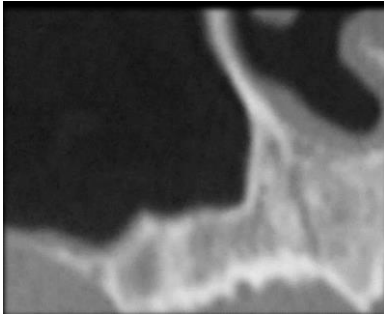


Figure 47 : CBCT coupe coronal : exemple d'un plancher oblique per-opératoire

Dans ce cas nous seront comme dans la situation ci-dessus, le plancher est oblique, nous voulons quand même placer notre implant en 14 mais la technique de Summers est contre-indiquée car il y a un risque de perforation trop important. On utilise donc la technique d'ostéodensification dans ce cas. On note que protocole clinique a été respecté.

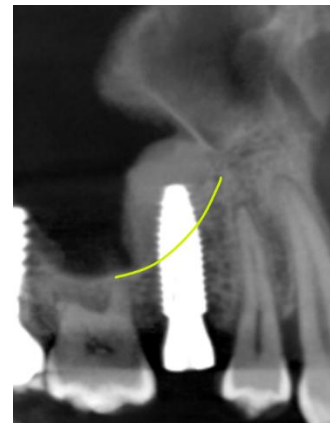


Figure 48 : radiographie après mise en place de l'implant avec biomatériau

On voit bien grâce à notre ligne verte la limite de notre plancher sinusien oblique initial. Après l'intervention on a un soulèvement important de la membrane d'au moins 4mm avec mis en place d'un implant de 10mm.

L'intervention est réussie, nous avons un ISQ de 75. L'implant présente donc une bonne stabilité primaire.

On réévalue 3 mois après pour voir si l'ostéointégration s'est bien réalisée et s'il y a bien eu création d'os au niveau du plancher sinusien.



Figure 49 : Radiographie post-opératoire à J+3 mois

A J+3mois, cliniquement nous n'avons aucune mobilité avec un ISQ de 73.

Sur la radiographie on peut voir une formation osseuse autour de l'apex de l'implant. On note une augmentation osseuse d'au moins 3 mm au niveau du plancher sinusien.

Grâce à l'ostéodensification, nous avons transformé un cas complexe en un cas simple qui aurait été encore une fois très difficile et long à réaliser avec la technique de Summers. Ce cas nous permet encore une fois de montrer l'intérêt de l'utilisation de cette nouvelle approche dans des cas particuliers comme celui-ci.

5.4 Cas clinique 4 : non-respect du protocole

Cas clinique de Mme B. Elle ne présente aucune contre-indication générale ou locale. Elle est non-fumeuse et ne prend aucun traitement médicamenteux.

C'est un cas dans lequel le protocole n'a pas été respecté. En effet, il y a eu utilisation du foret pilote dans les 2 cas d'atrophie modéré à sévère. Site 16, la hauteur d'os résiduel est de 3,1mm et donc la technique d'augmentation sinusienne indiquée demeure l'abord latéral.

Figure 50 : CBCT coupe coronale Pré-opératoire

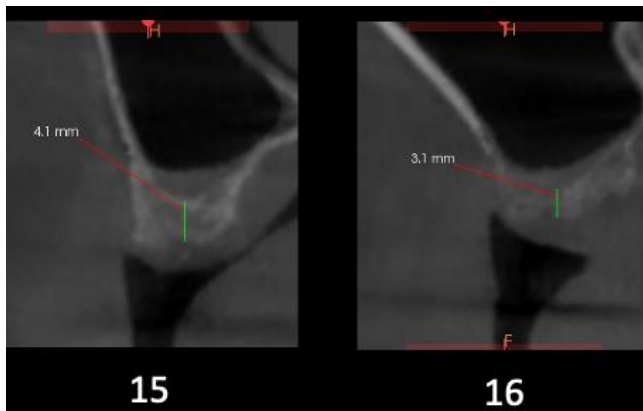
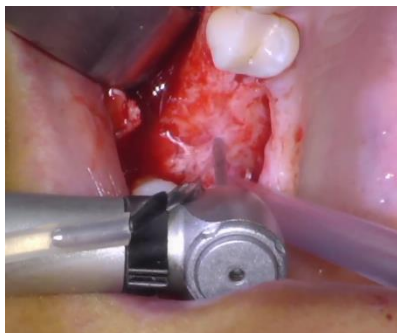


Figure 51 : CBCT coupe sagittale au niveau de 15 et 16 pré- opératoire

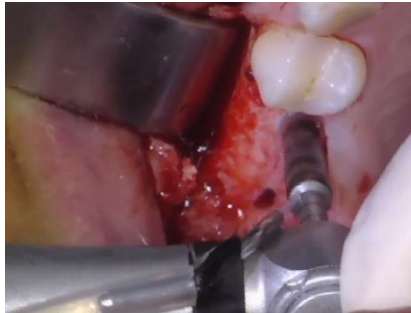
STEP BY STEP DE L'INTERVENTION



Passage du foret pilote en 15 et 16
On est dans le cas d'une crête sinusale avec atrophie modérée donc d'après les protocoles on **NE DOIT PAS PASSER LE FORET PILOTE.**



-Foret Densah® 2mm SENS ANTI-HORAIRE
A 1200trs/min
Avec irrigation
Technique du « rebond-pompage »
normalement jusqu'à 1mm du plancher
sinusien
Au moment du passage en 16, on a vu le foret
s'enfoncer au-delà du plancher sinusien
(sensation d'aspiration du foret)
Puis passage des foret 2,3 et 2,5mm



- Foret Densah® 3mm SENS ANTI-HORAIRE
A 1200trs/min
Avec irrigation
Technique du « rebond-pompage »
Passage du plancher sinusien **sans dépasser
3mm**



- Foret Densah® 3, 3 puis 3,5mm SENS ANTI-
HORAIRE
A 1200trs/min
Avec irrigation
Technique du « rebond-pompage »
Passage du plancher sinusien **sans dépasser
3mm**



-Mise en place du comblement osseux par effet
piston



-Mise en place des implants
Les 2 implants présentent un torque
d'insertion >40Ncm et ISQ=66

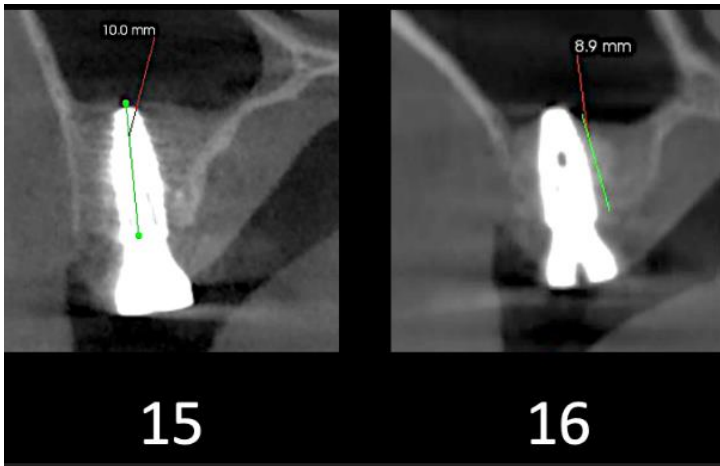


Figure 52 : Cone beam post-opératoire au niveau de 15 et 16

Au niveau de 16 on suspecte une perforation car on ne voit pas de biomatériau au niveau de l'apex.

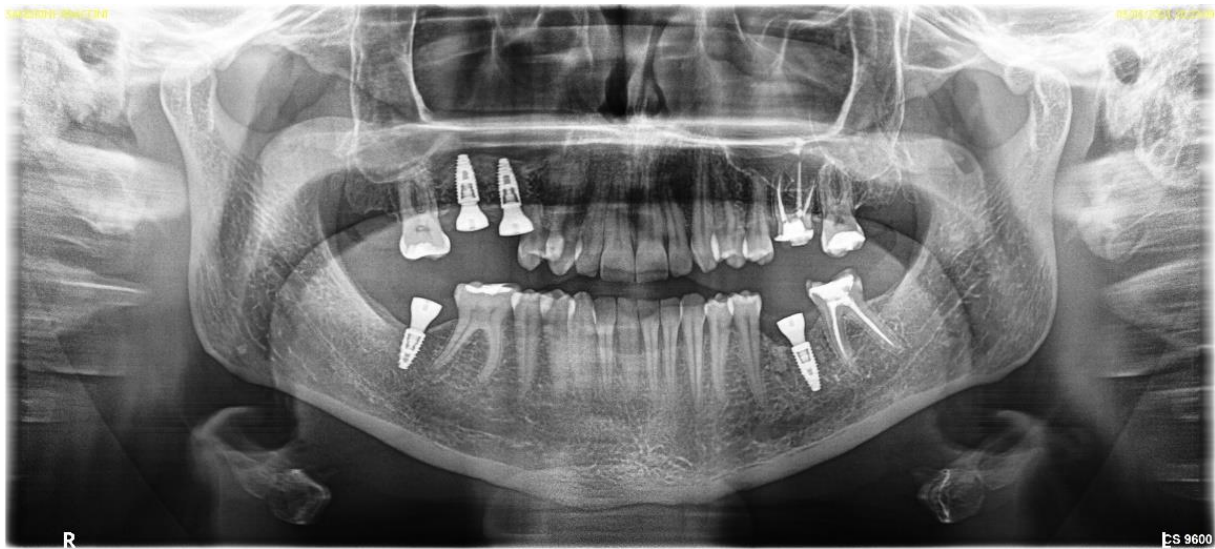


Figure 53 : Radiographie panoramique post-opératoire



Figure 54 : Radiographie panoramique 3 mois post-intervention

Nous n'observons toujours pas d'os à l'apex de l'implant site 16 sur au moins les 2 derniers millimètres. On peut donc confirmer la perforation de la membrane lors de l'intervention 6 mois auparavant. Cependant, malgré l'erreur de protocole, l'implant est ostéo-intégré et la cicatrisation osseuse autour de l'implant a parfaitement eu lieu. Aucune réintervention n'est indiquée.

A 3 mois, l'ISQ affiche 71 pour l'implant site 15 et 73 pour l'implant site 16, soit un niveau de stabilité élevé pour les deux implants.

Dans cas au niveau du site 16, le protocole n'a pas été respecté et on a suspecté une perforation sans avoir la capacité de la confirmer. Par chance, la suite de l'intervention s'est bien déroulée et l'implant s'est finalement bien intégré. Cependant, d'une part, il est impératif de respecter les protocoles afin de minimiser le risque de perforation de la membrane sinusienne et d'autre part dans le cas d'une suspicion de perforation de la membrane il est nécessaire de placer une membrane de PRF au contact de celle-ci avant le placement de l'implant.

C'est donc précisément dans des cas comme celui-ci, dans lequel nous nous interrogeons sur une possible perforation, que l'utilisation de plaquettes riche en fibrine (PRF) pourra s'avérer particulièrement intéressante.

6 DISCUSSION

6.1 Justification scientifique

Malgré le fait que la technique d'ostéodensification appliquée au soulevé de la membrane sinusienne semble aujourd'hui être de plus en plus utilisée et devenir une référence dans l'indication de l'abord crestal, on note une justification scientifique encore trop peu fournie sur ce sujet.

En effet, sur PUBMED lorsque les termes (osseodensification) AND (implant) sont recherchés 77 résultats apparaissent mais lorsque l'on recherche (osseodensification) AND (sinus) AND (implant), pour être au plus proche de notre sujet, seulement 15 résultats apparaissent.

Peu d'articles sont des études sur des humains, le reste étant sur le modèle animal. Parmi ces études sur l'homme on retrouve des études de cas isolés⁶² ou encore des études sur un nombre limité de patients comme lorsque Gandhi¹⁹ évalue les perforations sinusiennes avec l'utilisation des forêts Densah®, chez seulement 10 patients.

D'autres études sont écrites par Huwais et présentent donc un conflit d'intérêts appartenant lui-même à la société commercialisant les forêts.

De plus le protocole opératoire décrit par Huwais est uniquement détaillé dans la brochure commerciale.

La publication de plus d'études scientifiques sur des humains est donc nécessaire pour valider scientifiquement définitivement l'apport de cette technique dans l'indication du soulevé de membrane sinusienne.

6.2 Formation et protocole

Une prise en main est indispensable avant toute utilisation des forêts Densah®. Le chirurgien ressent à travers le contre-angle le « refoulement » de l'onde de compression hydrodynamique et peut en contrôler l'intensité en modulant la pression vers le bas. Ce retour haptique en temps réel permet au praticien de trouver intuitivement le point de pression auquel l'os commence à se dilater plastiquement. Le chirurgien contrôle alors la pression vers le bas de sorte que l'ostéotomie continue à se dilater à un rythme approprié.

Une maîtrise du rebond pompage pour éviter toute perforation est ainsi nécessaire et les techniques et protocoles d'utilisation doivent être parfaitement intégrés. On note une courbe d'apprentissage avec un besoin d'assimilation des différentes sensations lors de l'utilisation des forêts. La participation à la formation au système paraît donc incontournable avant de se lancer dans son utilisation avec un suivi des premiers cas simples telles que des atrophies légères.

⁶² Mohrez et al., « Immediate Dental Implantation after Indirect Sinus Elevation Using Osseodensification Concept ».

Nous notons qu'il n'existe malheureusement qu'une seule formation privée et payante en France mise en place par la société commercialisant les forêts elle-même.

6.3 Risque de perforation

La perforation de la membrane sinusienne est la complication la plus fréquemment recensée lors des chirurgies de comblement sinusien. Dans le cas de l'ostéodensification, les forêts créant une onde de pression au niveau apical, il existe un risque de perforation de la membrane sinusienne dans des mains inexpérimentées²⁸. De plus, la vision restreinte d'une éventuelle perforation entraîne une capacité très limitée de réparation de la membrane par l'approche crestale⁶⁵.

La perforation peut entraîner une fuite des biomatériaux, lorsqu'ils sont utilisés, dans les sinus, conduisant à une sinusite, qui peut devenir une source d'infection chronique conduisant à un échec implantaire.

Il est donc impératif de suivre les protocoles pour réduire les risques de perforations.

Lorsqu'elles sont classées et prises en charge de manière appropriée, les perforations de la membrane sinusale ne constituent pas une indication absolue pour interrompre la procédure d'augmentation en cours.

En cas de perforation mineure lors d'un abord crestal, la mise en place d'une membrane collagénique ou de PRF au niveau de la membrane sinusienne sera nécessaire⁶³.

6.4 Longévité et coût des forêts

Contrairement aux ostéotomes dans la technique de Summers qui ne nécessite un changement que très rarement, il est conseillé par les données commerciales de changer un forêt d'ostéodensification après 20 ostéotomies. Cela représente un coût à prendre en compte. De plus au-delà de ce délai, les spires sont en moins bon état avec un effet de coupe diminué et il y a un risque d'échauffement. Cette surchauffe qui comme avec des forêts conventionnels peut entraîner un stress osseux avec en conséquence une moins bonne cicatrisation ainsi qu'un risque accru de perforation de la membrane sinusienne.

6.5 Une technique en constante évolution

Comme vu précédemment, une formation est nécessaire en premier lieu avant l'utilisation des forêts ostéocondensants, puis on a une courbe d'apprentissage du chirurgien-dentiste en fonction de la complexité des cas. Les indications tendent, en effet, à s'élargir notamment dans des cas d'atrophie sévère dans lesquelles les protocoles de Huwais ne s'appliquent pas.

⁶³ Katranji, Fotek, et Wang, « Sinus Augmentation Complications ».

Un nouveau protocole d'utilisation des forets Densah® à travers une série de cas⁶⁴ a été publié par le dentiste canadien Niles Salgar. 3 patients avec 3 situations cliniques difficiles nécessitant une augmentation sinusale et une hauteur résiduelle osseuse comprise entre 0.4mm à 1.5mm et nécessitant une pose d'implant sont inclus dans l'étude. La hauteur osseuse obtenue en postopératoire est de 10.3 mm à 13.6 mm. L'implant n'est pas mis en place dans le même temps.

Par conséquent, la méthode semble pouvoir être comparée aux gains de hauteur de l'abord latéral.

Il faut cependant faire attention à l'arrivée de nouvelles indications devant être appuyées par des études prospectives plus importantes et non sporadiques, comme dans ce cas, pour pouvoir valider scientifiquement de nouveaux protocoles.

Ces nouvelles utilisations sont, en effet, à observer et à analyser avec la plus grande des précautions car il faut rappeler que le principal écueil lors de l'utilisation des forets Densah® est l'absence de contrôle visuel per-opératoire de l'intégrité de la membrane sinusienne. Il reste donc fortement déconseillé d'utiliser les forets Densah dans d'autres indications que celles des protocoles en place pour minimiser ce risque.

⁶⁴ Salgar, « Osseodensified Crestal Sinus Window Augmentation ».

7 CONCLUSION

La gestion du maxillaire postérieur atrophié peut s'avérer complexe pour le chirurgien-dentiste. De nombreuses techniques ont été mises au point au cours du temps pour palier à ce manque osseux au niveau de la crête sinusienne. Longtemps l'abord latéral pour les atrophies modérées à sévères et la technique de Summers pour les atrophies légères à modérées ont été la référence en implantologie. Malgré de nombreuses études approuvant leur efficacité, ces deux techniques peuvent s'avérer invasives et traumatisantes pour le patient.

Aujourd'hui, comme nous avons pu le voir tout au long de notre travail, la technique d'ostéodensification semble être une avancée majeure dans la gestion osseuse de cette région, notamment pour le confort qu'elle apporte au patient mais aussi par son utilisation qui tend à simplifier des cas complexes. Alors que par abord latéral ou technique de Summers certains cas difficiles seraient délicats et risqués, cette nouvelle technique offre une tout autre vision en simplifiant leur réalisation.

Une formation semble indispensable à l'utilisation des forets ostéocondensants et une courbe de progression, inhérente à l'apprentissage de toute nouvelle technique, est observé par le besoin d'assimilation des différentes sensations lors de l'utilisation des forets.

L'absence de vision directe de la membrane sinusienne reste la problématique principale de l'abord crestal quel que soit la technique utilisée et oblige le praticien à utiliser l'ostéodensification au niveau du sinus maxillaire dans le plus grand respect des protocoles.

Une justification scientifique plus étoffée reste cependant aujourd'hui primordiale pour mettre l'ostéodensification au même niveau que la technique de Summers. Mais cette approche innovante constitue une perspective enthousiasmante pour contribuer à démocratiser l'élévation sinusienne et espérer la rendre reproductible, sûre et accessible au plus grand nombre de praticiens.

LISTE DES ABREVIATIONS

CBCT : Cone Beam Computed Tomography

ISQ : Implant Stability Quotient

BIC: Bone-to-Implant Contact

BAFO : Bone Area Fraction Occupied

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Recommandation de prescription d'une antibiothérapie prophylactique pour les actes chirurgicaux en implantologie

Tableau 2 : Avantages et inconvénients relatif des techniques d'élévations sinusiennes par voie latérale et crestale

Tableau 3 : Classification de Jensen, technique opératoire en fonction de la HOR (mm)

Tableau 4 : Protocole illustré par un cas lors d'une atrophie modérée

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Schéma de Berichard ; travail personnel d'après Gray's Anatomy publi

Figure 2 : CBCT sinus maxillaire droit avec présence de Septa

Figure 3 : Vue par abord latéral d'un septa

Figure 4 : Schéma de la vascularisation du sinus maxillaire

Figure 5 : CBCT en coupe coronale : sinus maxillaire gauche radio opaque

Figure 6 : Schéma d'une lésion apicale dentaire au niveau du sinus

Figure 7 : CBCT du massif facial en coupe axiale

Figure 8 : CBCT du massif facial en coupe coronale

Figure 9 : CBCT avec une CBS : Présence d'un corps étranger dans le sinus

Figure 10 : Schéma de la pneumatisation du sinus maxillaire

Figure 11 : Evolution de l'os par suite d'extractions dentaires avec le phénomène de pneumatisation des sinus

Figure 12 : Stabilité primaire et secondaire des implants d'après M. Davarpanah

Figure 13 : Schémas des étapes de la technique de Summers

Figure 14 : Surfaces et coupes cliniques observées au microscope optique

Figure 15 : Micrographie osseuse post ostéotome

Figure 16 : Micrographie osseuse post ostéodensification

Figure 17 : Micrographie osseuse après la technique de forage standard

Figure 18 : Micrographie osseuse après la technique d'ostéodensification

Figure 19 : Schéma légendé d'un foret densah®

Figure 20 : Séquence de forets Densah®

Figure 21 : Radio pré-opératoire cas d'atrophie légère

Figure 22 : Séquence des forets : On débute avec le pilote cas d'atrophie légère

Figure 23 : Radiographie foret pilote en place cas d'atrophie légère

Figure 24 : Séquence des forets : passage au foret 2.0

Figure 25 : Radiographie foret Densah® en place

Figure 26 : séquence des forets : Passage au foret 3.0

Figure 27 : Radiographie foret Densah® en place

Figure 28 : Séquence des forets : passage au foret 4.0

Figure 29 : Radiographie implant en place

Figure 30 : Insertion du biomatériau dans le fût implantaire

Figure 31 : « Effet piston » pour repousser le biomatériau

Figure 32 : Insertion de l'implant dans le biomatériau

Figure 33 : Modèle du sinus maxillaire après soulèvement de la fausse membrane et mise en place de biomatériau

Figure 34 : Foret traditionnel en marche dans la solution visqueuse

Figure 35 : Foret ostéocondensant en marche dans la solution visqueuse

Figure 36 : Radiographie panoramique pré-opératoire (cas clinique 1)

Figure 37 : CBCT coupe sagittale au niveau du sinus droit (cas clinique 1)

Figure 38 : CBCT coupe sagittale au niveau du sinus gauche (cas clinique 1)

Figure 39 : CBCT coupe coronale pré-opératoire (cas clinique 2)

Figure 40 : CBCT coupes sagittales sinus gauche (cas clinique 2)

Figure 41 : CBCT coupe pré-opératoire transversale du sinus gauche avec les 2 septas visibles (cas clinique 2)

Figure 42 : Planification implantaire : Placement de l'implant à l'intersection des 2 septum (cas clinique 2)

Figure 43 : CBCT coupe coronale implant placé (cas clinique 2)

Figure 44 : CBCT coupe sagittale implant placé (cas clinique 2)

Figure 45 : CBCT coupe transversale implant placé (cas clinique 2)

Figure 46 : CBCT coupe coronale et sagittale 6 mois après l'intervention (cas clinique 2)

Figure 47 : CBCT coupe coronale : exemple d'un plancher oblique per-opératoire (cas clinique 3)

Figure 48 : radiographie après mise en place de l'implant avec biomatériau (cas clinique 3)

Figure 49 : radio post-op à J+3 mois (cas clinique 3)

Figure 50 : CBCT coupe coronale Pré-opératoire (cas clinique 4)

Figure 51 : CBCT coupe sagittale au niveau de 15 et 16 pré- opératoire (cas clinique 4)

Figure 52 : Cone beam post-opératoire au niveau de 15 et 16 (cas clinique 4)

Figure 53 : Radiographie panoramique post-opératoire (cas clinique 4)

Figure 54 : Radiographie panoramique 3 mois post-intervention (cas clinique 4)

8 Bibliographie

- (1) Tatum, H. « Maxillary and Sinus Implant Reconstructions ». *Dental Clinics of North America* 30, n° 2 (avril 1986): 207-29.
- (2) Summers, R. B. « A New Concept in Maxillary Implant Surgery: The Osteotome Technique ». *Compendium (Newtown, Pa.)* 15, n° 2 (février 1994): 152, 154-56, 158 passim; quiz 162.
- (3) Halldin, Anders, Ryo Jimbo, Carina B. Johansson, Ann Wennerberg, Magnus Jacobsson, Tomas Albrektsson, et Stig Hansson. « The Effect of Static Bone Strain on Implant Stability and Bone Remodeling ». *Bone* 49, n° 4 (octobre 2011): 783-89. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2011.07.003>.
- (4) Albrektsson, T., G. Zarb, P. Worthington, et A. R. Eriksson. « The Long-Term Efficacy of Currently Used Dental Implants: A Review and Proposed Criteria of Success ». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 1, n° 1 (1986): 11-25.
- (5) Carrao, Vincent, et Isabelle DeMatteis. « Maxillary Sinus Bone Augmentation Techniques ». *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America* 27, n° 2 (mai 2015): 245-53. <https://doi.org/10.1016/j.coms.2015.01.001>.
- (6) Zijderveld, Steven A., Johan P.A. Van Den Bergh, Engelbert A.J.M. Schulten, et Christiaan M. Ten Bruggenkate. « Anatomical and Surgical Findings and Complications in 100 Consecutive Maxillary Sinus Floor Elevation Procedures ». *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 66, n° 7 (juillet 2008): 1426-38. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2008.01.027>.
- (7) Ariji, Y, T Kuroki, S Moriguchi, E Ariji, et S Kanda. « Age Changes in the Volume of the Human Maxillary Sinus: A Study Using Computed Tomography. » *Dentomaxillofacial Radiology* 23, n° 3 (août 1994): 163-68. <https://doi.org/10.1259/dmfr.23.3.7835518>.
- (8) Grégoire. *Précis d'anatomie*. 11ème édition., s. d.
- (9) Pommer, Bernhard, Christian Ulm, Martin Lorenzoni, Richard Palmer, Georg Watzek, et Werner Zechner. « Prevalence, Location and Morphology of Maxillary Sinus Septa: Systematic Review and Meta-Analysis ». *Journal of Clinical Periodontology* 39, n° 8 (août 2012): 769-73. <https://doi.org/10.1111/j.1600-051X.2012.01897.x>.
- (10) Aimetti, Mario, Giampiero Massei, Matteo Morra, Enrico Cardesi, et Federica Romano. « Correlation between Gingival Phenotype and Schneiderian Membrane Thickness ». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 23, n° 6 (2008): 1128-32.
- (11) Vacher, Christian. « Bases anatomiques de l'abord du sinus maxillaire pour l'implantologie ». *Actualités Odonto-Stomatologiques*, n° 265 (octobre 2013): 19-23. <https://doi.org/10.1051/aos/2013503>.

- (12) Dargaud, J., C. Lamotte, J. P. Dainotti, et A. Morin. « [Venous drainage and innervation of the maxillary sinus] ». *Morphologie: Bulletin De l'Association Des Anatomistes* 85, n° 270 (septembre 2001): 11-13.
- (13) Ag, Beule. « [Physiology and Pathophysiology of Respiratory Mucosa of the Nose and the Paranasal Sinuses] ». *Laryngo- Rhino- Otologie* 89 Suppl 1 (mai 2010). <https://doi.org/10.1055/s-0029-1246124>.
- (14) Mogensen, C., et M. Tos. « Quantitative Histology of the Maxillary Sinus ». *Rhinology* 15, n° 3 (septembre 1977): 129-40.
- (15) Jensen HKS. *Sinus Floor Elevation Procedures*. 1st edition. Vol. 5. ITI treatment guide, 2011.
- (16) Hadar, Tuvia, Eitan Yaniv, Ytzhak Shvili, Rumelia Koren, et Jacob Shvero. « Histopathological Changes of the Nasal Mucosa Induced by Smoking ». *Inhalation Toxicology* 21, n° 13 (novembre 2009): 1119-22. <https://doi.org/10.3109/08958370902767070>.
- (17) Srouji, S., T. Kizhner, D. Ben David, M. Riminucci, P. Bianco, et E. Livne. « The Schneiderian Membrane Contains Osteoprogenitor Cells: In Vivo and in Vitro Study ». *Calcified Tissue International* 84, n° 2 (février 2009): 138-45. <https://doi.org/10.1007/s00223-008-9202-x>.
- (18) F, Hernández-Alfaro, Torradeflot Mm, et Marti C. « Prevalence and Management of Schneiderian Membrane Perforations during Sinus-Lift Procedures ». *Clinical Oral Implants Research* 19, n° 1 (janvier 2008). <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01372.x>.
- (19) Sellami, Moncef, et Abdelmonem Ghorbel. « [Nasosinusal polyposis revealing maxillary sinus mucocele] ». *The Pan African Medical Journal* 26 (2017): 28. <https://doi.org/10.11604/pamj.2017.26.28.11373>.
- (20) Kallel, Souha, et Abdel Mounem Ghorbel. « [Facial abscess revealing maxillary sinusitis of dental origin] ». *The Pan African Medical Journal* 32 (2019): 115. <https://doi.org/10.11604/pamj.2019.32.115.14103>.
- (21) Sieron, H. L., F. Sommer, T. K. Hoffmann, A.-S. Grossi, M. O. Scheithauer, F. Stupp, et J. Lindemann. « [Function and physiology of the maxillary sinus] ». *HNO* 68, n° 8 (août 2020): 566-72. <https://doi.org/10.1007/s00106-020-00869-2>.
- (22) Yeung, Andy Wai Kan, Kuo Feng Hung, Dion Tik Shun Li, et Yiu Yan Leung. « The Use of CBCT in Evaluating the Health and Pathology of the Maxillary Sinus ». *Diagnostics (Basel, Switzerland)* 12, n° 11 (16 novembre 2022): 2819. <https://doi.org/10.3390/diagnostics12112819>.
- (23) Brånemark, P. I., B. O. Hansson, R. Adell, U. Breine, J. Lindström, O. Hallén, et A. Ohman. « Osseointegrated Implants in the Treatment of the Edentulous Jaw.

Experience from a 10-Year Period ». *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery. Supplementum* 16 (1977): 1-132.

- (24) Albrektsson, T., et C. Johansson. « Osteoinduction, Osteoconduction and Osseointegration ». *European Spine Journal: Official Publication of the European Spine Society, the European Spinal Deformity Society, and the European Section of the Cervical Spine Research Society* 10 Suppl 2, n° Suppl 2 (octobre 2001): S96-101. <https://doi.org/10.1007/s005860100282>.
- (25) H, Huang, Wu G, et Hunziker E. « The Clinical Significance of Implant Stability Quotient (ISQ) Measurements: A Literature Review ». *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* 10, n° 4 (2020): 629-38. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2020.07.004>.
- (26) Gandhi, Yazad. « Endoscopically monitored maxillary sinus augmentation - The chairside approach (Rationale and protocol) ». *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* 10, n° 3 (2020): 247-52. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2020.05.002>.
- (27) Antoun, Hadi. *Les greffes de sinus en implantologie*. CDP. JPIO, 2020.
- (28) Ali, A., D. W. Patton, A. M. el-Sharkawi, et J. Davies. « Implant Rehabilitation of Irradiated Jaws: A Preliminary Report ». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 12, n° 4 (1997): 523-26.
- (29) Bhalla, Natasha, et Harry Dym. « Update on Maxillary Sinus Augmentation ». *Dental Clinics of North America* 65, n° 1 (janvier 2021): 197-210. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2020.09.013>.
- (30) Wiltfang, J., S. Schultze-Mosgau, H. A. Merten, P. Kessler, A. Ludwig, et W. Engelke. « Endoscopic and Ultrasonographic Evaluation of the Maxillary Sinus after Combined Sinus Floor Augmentation and Implant Insertion ». *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 89, n° 3 (mars 2000): 288-91. [https://doi.org/10.1016/s1079-2104\(00\)70090-4](https://doi.org/10.1016/s1079-2104(00)70090-4).
- (31) Peñarrocha-Diago, Miguel, Javier Rambla-Ferrer, Vanesa Perez, et Herminio Pérez-Garrigues. « Benign Paroxysmal Vertigo Secondary to Placement of Maxillary Implants Using the Alveolar Expansion Technique with Osteotomes: A Study of 4 Cases ». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 23, n° 1 (2008): 129-32.
- (32) Sammartino, Gilberto, Mauro Mariniello, et Maria Serena Scaravilli. « Benign Paroxysmal Positional Vertigo Following Closed Sinus Floor Elevation Procedure: Mallet Osteotomes vs. Screwable Osteotomes. A Triple Blind Randomized Controlled Trial ». *Clinical Oral Implants Research* 22, n° 6 (juin 2011): 669-72. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2010.01998.x>.
- (33) Checchi, Luigi, Pietro Felice, Elisa Soardi Antonini, Ferdinando Cosci, Gerardo Pellegrino, et Marco Esposito. « Crestal Sinus Lift for Implant Rehabilitation: A

Randomised Clinical Trial Comparing the Cosci and the Summers Techniques. A Preliminary Report on Complications and Patient Preference ». *European Journal of Oral Implantology* 3, n° 3 (2010): 221-32.

- (34) Misch, C. E., et K. W. Judy. « Classification of Partially Edentulous Arches for Implant Dentistry ». *The International Journal of Oral Implantology: Implantologist* 4, n° 2 (1987): 7-13.
- (35) Chiapasco, Matteo, Paolo Casentini, et Marco Zaniboni. « Bone Augmentation Procedures in Implant Dentistry ». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 24 Suppl (2009): 237-59.
- (36) Chiapasco, Matteo, Marco Zaniboni, et Lia Rimondini. « Dental Implants Placed in Grafted Maxillary Sinuses: A Retrospective Analysis of Clinical Outcome According to the Initial Clinical Situation and a Proposal of Defect Classification ». *Clinical Oral Implants Research* 19, n° 4 (avril 2008): 416-28. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2007.01489.x>.
- (37) Alhayati, Jenna Z., et Auday M. Al-Anee. « Evaluation of Crestal Sinus Floor Elevations Using Versah Burs with Simultaneous Implant Placement, at Residual Bone Height ≥ 2.0 _ < 6.0 Mm. A Prospective Clinical Study ». *Oral and Maxillofacial Surgery* 27, n° 2 (juin 2023): 325-32. <https://doi.org/10.1007/s10006-022-01071-0>.
- (38) Nkenke, Emeka, Andreas Schlegel, Stefan Schultze-Mosgau, Friedrich W. Neukam, et Jörg Wiltfang. « The Endoscopically Controlled Osteotome Sinus Floor Elevation: A Preliminary Prospective Study ». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 17, n° 4 (2002): 557-66.
- (39) Reiser, G. M., Z. Rabinovitz, J. Bruno, P. D. Damoulis, et T. J. Griffin. « Evaluation of Maxillary Sinus Membrane Response Following Elevation with the Crestal Osteotome Technique in Human Cadavers ». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 16, n° 6 (2001): 833-40.
- (40) Romero-Millán, Javier, Luis Martorell-Calatayud, Maria Peñarrocha, et Berta García-Mira. « Indirect Osteotome Maxillary Sinus Floor Elevation: An Update ». *The Journal of Oral Implantology* 38, n° 6 (décembre 2012): 799-804. <https://doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-11-00160>.
- (41) Büchter, André, Johannes Kleinheinz, Hans Peter Wiesmann, Mythili Jayaranan, Ulrich Joos, et Ulrich Meyer. « Interface Reaction at Dental Implants Inserted in Condensed Bone ». *Clinical Oral Implants Research* 16, n° 5 (octobre 2005): 509-17. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0501.2005.01111.x>.
- (42) Zitzmann, N. U., et P. Schärer. « Sinus Elevation Procedures in the Resorbed Posterior Maxilla. Comparison of the Crestal and Lateral Approaches ». *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics* 85, n° 1 (janvier 1998): 8-17. [https://doi.org/10.1016/s1079-2104\(98\)90391-2](https://doi.org/10.1016/s1079-2104(98)90391-2).

- (43) Antonaya-Mira, Rocío, Cristina Barona-Dorado, Natalia Martínez-Rodríguez, Esther Cáceres-Madroño, et José-Ma Martínez-González. « Meta-Analysis of the Increase in Height in Maxillary Sinus Elevations with Osteotome ». *Medicina Oral, Patologia Oral Y Cirugia Bucal* 17, n° 1 (1 janvier 2012): e146-152.
<https://doi.org/10.4317/medoral.16921>.
- (44) Huwais, Salah, et Eric G. Meyer. « A Novel Osseous Densification Approach in Implant Osteotomy Preparation to Increase Biomechanical Primary Stability, Bone Mineral Density, and Bone-to-Implant Contact ». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 32, n° 1 (2017): 27-36. <https://doi.org/10.11607/jomi.4817>.
- (45) Pai, Umesh Yeshwanth. « 44. Indirect Sinus Lift of Atrophic Posterior Maxilla Using Osseodensification: A Case Report ». *The Journal of Indian Prosthodontic Society* 18, n° 6 (2018): 108. <https://doi.org/10.4103/0972-4052.246620>.
- (46) Lahens, Bradley, Rodrigo Neiva, Nick Tovar, Adham M. Alifarag, Ryo Jimbo, Estevam A. Bonfante, Michelle M. Bowers, et al. « Biomechanical and Histologic Basis of Osseodensification Drilling for Endosteal Implant Placement in Low Density Bone. An Experimental Study in Sheep ». *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* 63 (octobre 2016): 56-65.
<https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2016.06.007>.
- (47) Padhye, Ninad Milind, Ashvini Mukul Padhye, et Neel B. Bhatavadekar. « Osseodensification -- A Systematic Review and Qualitative Analysis of Published Literature ». *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* 10, n° 1 (2020): 375-80. <https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2019.10.002>.
- (48) Kold, Søren, Joan E. Bechtold, Ming Ding, Keerati Chareancholvanich, Ole Rahbek, et Kjeld Søballe. « Compacted Cancellous Bone Has a Spring-Back Effect ». *Acta Orthopaedica Scandinavica* 74, n° 5 (octobre 2003): 591-95.
<https://doi.org/10.1080/00016470310018018>.
- (49) Formiga, Márcio, Kinga Grzech-Lesniak, Vittorio Moraschini, Jamil Shibli, et Rodrigo Neiva. « Effects of Osseodensification on Immediate Implant Placement: Retrospective Analysis of 211 Implants ». *Materials* 15 (15 mai 2022): 3539.
<https://doi.org/10.3390/ma15103539>.
- (50) Slete, Frederic B., Paul Olin, et Hari Prasad. « Histomorphometric Comparison of 3 Osteotomy Techniques ». *Implant Dentistry* 27, n° 4 (août 2018): 424-28.
<https://doi.org/10.1097/ID.0000000000000767>.
- (51) Mello-Machado, Rafael Coutinho. « Osseodensification Enables Bone Healing Chambers with Improved Low-Density Bone Site Primary Stability: An in Vivo Study ». *Scientific Reports*, 2021.
- (52) Inchingolo, Alessio Danilo, Angelo Michele Inchingolo, Ioana Roxana Bordea, Edit Xhajanka, Donato Mario Romeo, Mario Romeo, Carlo Maria Felice Zappone, et al. « The Effectiveness of Osseodensification Drilling Protocol for Implant Site

Osteotomy: A Systematic Review of the Literature and Meta-Analysis ». *Materials (Basel, Switzerland)* 14, n° 5 (28 février 2021): 1147.
<https://doi.org/10.3390/ma14051147>.

- (53) Bhargava, Nishith, Vittoria Perrotti, Vito Carlo Alberto Caponio, Victor Haruo Matsubara, Diana Patalwala, et Alessandro Quaranta. « Comparison of Heat Production and Bone Architecture Changes in the Implant Site Preparation with Compressive Osteotomes, Osseodensification Technique, Piezoelectric Devices, and Standard Drills: An Ex Vivo Study on Porcine Ribs ». *Odontology* 111, n° 1 (janvier 2023): 142-53. <https://doi.org/10.1007/s10266-022-00730-8>.
- (54) Cáceres, Felipe, Cristian Troncoso, Ramón Silva, et Nelson Pinto. « Effects of Osseodensification Protocol on Insertion, Removal Torques, and Resonance Frequency Analysis of BioHorizons® Conical Implants. An Ex Vivo Study ». *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research* 10, n° 4 (2020): 625-28.
<https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2020.08.019>.
- (55) Mercier, Florian, Michel Bartala, et Bruno Ella. « Evaluation of the Osseodensification Technique in Implant Primary Stability: Study on Cadavers ». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 37, n° 3 (2022): 593-600.
<https://doi.org/10.11607/jomi.9144>.
- (56) Neiva, Rodrigo, Bruna Tanello, Wagner Duarte, et Fred Silva. « Osseodensification Crestal Sinus Floor Elevation with or without Synthetic and Resorbable Calcium Phosphosilicate Putty ». *Clinical Oral Implants Research* 29, n° S17 (octobre 2018): 446-446. https://doi.org/10.1111/clr.331_13358.
- (57) Bonnat A, Kleinfinger I. « Évaluation des PRFs en chirurgie implantaire : revue narrative de la littérature récente - », *Implant*, n° 3 (1 septembre 2019).
https://www.editionsmdp.fr/revues/implant/article/n-103-25-03/evaluation-des-prfs-en-chirurgie-implantaire-revue-narrative-de-la-littacature-raccete-Implant_25-3_P225-P230.html.
- (58) Barbu, Horia Mihail, Stefania Andrada Iancu, Violeta Hancu, Daniel Referendaru, Joseph Nissan, et Sarit Naishlos. « PRF-Solution in Large Sinus Membrane Perforation with Simultaneous Implant Placement-Micro CT and Histological Analysis ». *Membranes* 11, n° 6 (10 juin 2021): 438.
<https://doi.org/10.3390/membranes11060438>.
- (59) Powell, Charles A., Alicia Casarez-Quintana, Jacob Zellner, Omar Al-Bayati, et Kerri Font. « The Application of Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin (L-PRF) in Maxillary Sinus Augmentation ». *Clinical Advances in Periodontics* 12, n° 4 (décembre 2022): 277-86. <https://doi.org/10.1002/cap.10216>.
- (60) Potdukhe, Shruti S., Janani M. Iyer, et Jyoti B. Nadgere. « Evaluation of Implant Stability and Increase in Bone Height in Indirect Sinus Lift Done with the Osseodensification and Osteotome Technique: A Systematic Review and Meta-

Analysis ». *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 5 juillet 2023, S0022-3913(23)00278-0. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.04.021>.

- (61)Elsaid, Mohammed Gamal Abdelftah Hamed, Mohsen Fawzy Aboelhasan, Mohammad Abd Elhamied Shuman, Mohammed Mahgob Mohamed Alashmawy, Ahmed Omar Ahmed Abdelrahman, et Safwat Saber Mohamed Mursey Ali Elwaseef. « Transcrestal sinus lift with simultaneous implant placement using osseodensification in posterior maxilla with residual bone height of 4-6 mm ». *Brazilian Dental Science* 25, n° 4 (2022): e3403. <https://doi.org/10.4322/bds.2022.e3403>.
- (62)Mohrez, Majd, Mohey A. Amam, Amirah Alnour, Ealaf Abdoh, Alaa Alnajjar, et Zavin K. Beit. « Immediate Dental Implantation after Indirect Sinus Elevation Using Osseodensification Concept: A Case Report ». *Annals of Medicine and Surgery (2012)* 85, n° 8 (août 2023): 4060-66. <https://doi.org/10.1097/MS9.0000000000000907>.
- (63)Katranji, Amar, Paul Fotek, et Hom-Lay Wang. « Sinus Augmentation Complications: Etiology and Treatment ». *Implant Dentistry* 17, n° 3 (septembre 2008): 339. <https://doi.org/10.1097/ID.0b013e3181815660>.
- (64)Salgar, Nilesh. « Osseodensified Crestal Sinus Window Augmentation: An Alternative Procedure to the Lateral Window Technique ». *The Journal of Oral Implantology* 47, n° 1 (1 février 2021): 45-55. <https://doi.org/10.1563/aaid-joi-D-19-00288>.



Approbation – Improbation

Les opinions émises par les dissertations présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, sans aucune approbation ou improbation de la Faculté de Chirurgie dentaire (1).

Lu et approuvé,

Vu,

Nice, le

Le Président du jury,

Le Doyen de la Faculté de
Chirurgie Dentaire d'UCA

Professeur

Professeur Laurence LUPI

(1) Les exemplaires destinés à la bibliothèque doivent être obligatoirement signés par le Doyen et par le Président du Jury.

Serment d'Hippocrate

En présence des Maîtres de cette Faculté, de mes chers condisciples, devant l'effigie d'Hippocrate,

Je promets et je jure, au nom de l'Être Suprême, d'être fidèle aux lois de l'Honneur et de la probité dans l'exercice de La Médecine Dentaire.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail, je ne participerai à aucun partage clandestin d'honoraires.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui se passe, ma langue taira les secrets qui me seront confiés et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, de parti ou de classe sociale viennent s'interposer entre mon Devoir et mon patient.

Je garderai le respect absolu de la vie humaine dès sa conception.

Même sous la menace, je n'admettrai pas de faire usage de mes connaissances médicales contre les lois de l'Humanité.

Respectueux et reconnaissant envers les Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses,

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Camille RANAIVOARISONA

**L'APPORT DE LA TECHNIQUE
D'OSTEODENSIFICATION EN IMPLANTOLOGIE
APPLIQUEE AU SOULEVE DE LA MEMBRANE
SINUSIENNE PAR ABORD CRESTAL**

Thèse : Chirurgie Dentaire, Nice, 2023, n° 42 57 23 35

Directeur de thèse : Dr. COCHAIS Patrice

Mots-clés : Ostéodensification, élévation de sinus, sinus maxillaire, implant dentaire

Résumé :

Au maxillaire postérieur, dans la région sous-sinusienne, le chirurgien-dentiste est confronté à une anatomie et une physiologie particulière du sinus maxillaire. La résorption osseuse du plancher sinusien ainsi que sa faible densité osseuse peuvent rendre complexe la pose d'un implant.

Pour pallier une hauteur osseuse résiduelle faible, un soulèvement de la membrane sinusienne peut être réalisé pour permettre la pose d'implant. Dans ce travail nous nous intéresserons à la voie la moins invasive, l'abord crestal. La procédure chirurgicale consiste à pénétrer dans le sinus maxillaire et à soulever la membrane sinusienne. En 1994, Summers décrit la technique de l'ostéotome telle qu'elle est pratiquée encore aujourd'hui. Cette technique dont les résultats ont été scientifiquement démontrés est traumatisante pour le patient avec l'utilisation d'un ostéotome impacté par un maillet.

Récemment, une nouvelle approche, l'ostéodensification, s'est intéressée à la faible densité osseuse dans cette région qui pose notamment le problème de la stabilité primaire de l'implant.

Ce travail a pour objectif de montrer l'apport de cette nouvelle technique chirurgicale, développée par l'utilisation de forets implantaires en sens antihoraire, et de mettre en lumière son utilisation dans le soulevé de la membrane sinusienne de façon atraumatique.