

**UNIVERSITÉ DE LILLE**  
**FACULTÉ DE CHIRURGIE DENTAIRE**

Année de soutenance : 2019

N°:

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

Présentée et soutenue publiquement le 28/02/2019

Par Hugo CARREZ

Né le 20/01/1993 à Croix - France

**GREFFES ALLOGÉNIQUES PERSONNALISÉES DANS LE SECTEUR  
ANTÉRIEUR MAXILLAIRE : ANALYSE PRÉ-OPÉRATOIRE**

**JURY**

Président :	Monsieur le Professeur Guillaume PENEL
Assesseurs :	Monsieur le Docteur Claude LEFEVRE
	Monsieur le Docteur François BOSCHIN
	<u>Monsieur le Docteur Gilbert Nafash</u>

**ACADEMIE DE LILLE**  
**UNIVERSITE DU DROIT ET DE LA SANTE LILLE 2**  
- \* \* \* \* \* -

**FACULTE de chirurgie dentaire**  
**PLACE DE VERDUN**  
**59000 LILLE**  
- \* \* \* \* \* -

Président de l'Université : Pr. J-C. CAMART  
Directeur Général des Services de l'Université : P-M. ROBERT  
Doyen : Pr. E. DEVEAUX  
Vice-Doyens : Dr. E. BOCQUET, Dr. L. NAWROCKI et Pr. G. PENEL  
Responsable des Services : S. NEDELEC  
Responsable de la Scolarité : M. DROPSIT

\*\*\*\*\*

**PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.**

**PROFESSEURS DES UNIVERSITES :**

P. BEHIN Prothèses  
T. COLARD Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux  
E. DELCOURT-DEBRUYNE Professeur Emérite Parodontologie  
**E. DEVAUX Dentisterie Restauratrice Endodontie**  
**Doyen de la Faculté**  
**G. PENEL Responsable du Département de Biologie Orale**

## MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

K. AGOSSA	Parodontologie
T. BECAVIN	Dentisterie Restauratrice Endodontie
A. BLAIZOT	Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.
P. BOITELLE	Prothèses
<b>F. BOSCHIN</b>	Responsable du Département de <b>Parodontologie</b>
<b>E. BOCQUET</b>	Responsable du Département d' <b>Orthopédie Dento-Faciale</b>
<b>C. CATTEAU</b>	Responsable du Département de <b>Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé, Odontologie Légale.</b>
A. de BROUCKER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
M. DEHURTEVENT	Prothèses
T. DELCAMBRE	Prothèses
<b>C. DELFOSSE</b>	Responsable du Département d' <b>Odontologie Pédiatrique</b>
F. DESCAMP	Prothèses
A. GAMBIEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
F. GRAUX	Prothèses
<b>P. HILDEBERT</b>	Responsable du Département de <b>Dentisterie Restauratrice Endodontie</b>
C. LEFEVRE	Prothèses
J.L. LEGER	Orthopédie Dento-Faciale
M. LINEZ	Dentisterie Restauratrice Endodontie
G. MAYER	Prothèses
<b>L. NAWROCKI</b>	Responsable du Département de <b>Chirurgie Orale</b> Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin - CHRU Lille
C. OLEJNIK	Biologie Orale
P. ROCHER	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
L. ROBBERECHT	Dentisterie Restauratrice Endodontie
<b>M. SAVIGNAT</b>	Responsable du Département des <b>Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux</b>
T. TRENTESAUX	Odontologie Pédiatrique
<b>J. VANDOMME</b>	Responsable du Département de <b>Prothèses</b>

***Réglementation de présentation du mémoire de Thèse :***

Par délibération en date du 29 octobre 1998, le Conseil de la Faculté de Chirurgie Dentaire de l'Université de Lille 2 a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation, ni improbation ne leur est donnée.

Aux membres du jury ...

**Monsieur le Professeur Guillaume PENEL :**

**Professeur des Universités - Praticien Hospitalier**

*Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale*

*Département Biologie Orale*

- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Docteur en Odontologie de l'Université René DESCARTES (PARIS V)
- Certificat d'Etudes Supérieures d'Odontologie Chirurgicale
- Habilitation à Diriger des Recherches

Vice-Doyen Recherche de la Faculté de Chirurgie Dentaire

Responsable du Département de Biologie Orale

*Vous me faites l'honneur de présider le jury de cette thèse,  
je vous en remercie.  
Au cours de mes études,  
j'ai pu apprécier la qualité de votre enseignement,  
votre disponibilité pour les étudiants.  
Permettez moi de vous témoigner ma profonde reconnaissance.*

## **Monsieur le Docteur Claude LEFEVRE**

**Maître de Conférences des Universités - Praticien Hospitalier des CSERD**

*Section de Réhabilitation Orale*

*Département Prothèses*

- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2

Responsable des Relations avec L'Ordre et avec les Partenaires Industriels

*Vous me faites l'honneur d'accepter de  
siéger parmi les membres de ce jury.  
Votre implication dans la transmission,  
le partage de vos connaissances  
m'a toujours enthousiasmé.  
Je vous suis très reconnaissant du temps  
que vous m'avez accordé l'année dernière.*

## **Monsieur le Docteur François Boschin**

**Maître de Conférence des Universités - Praticien Hospitalier des CSERD**

*Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale*

*Département Parodontologie*

- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Docteur en Odontologie de l'Université de Lille 2
- Diplôme d'Etudes Approfondies de Génie Biologiques et Médicales
- Certificat d'Etudes Supérieures de Technologie des Matériaux utilisés en Art Dentaire
- Certificat d'Etudes Supérieures de Parodontologie

Responsable du Département de Parodontologie

*Je suis très heureux de vous compter dans ce jury.  
Vous avez su, par vos enseignements  
aussi bien théoriques que pratiques,  
durant mon cursus universitaire  
me donner l'envie d'exercer la chirurgie.  
Vous m'avez également énormément appris au bloc  
durant cette dernière année  
et je ne saurai comment vous en remercier.*



## **Monsieur le Docteur Gilbert NAFASH**

**Praticien Hospitalier des CSERD – Chargé d’Enseignement**

*U.F Implantologie – D.U Implantologie*

- Ancien Interne des Hôpitaux de Lille
- Docteur en Chirurgie Dentaire
- Master I Recherche Biologie Santé
- A.E.A en Odontologie
- C.E.S d’Odontologie Chirurgicale – Lille II
- D.I.U de Carcinologie Buccale – Paris VII/XII

*Tu me fais l’honneur d’être mon directeur de thèse  
je t’en suis reconnaissant.*

*Tu m’as tout d’abord accepté  
pour les vacations d’implantologie,  
puis soutenu et guidé durant cette année.*

*Avec un agenda très chargé tu as su  
te rendre disponible pour mener à bien ce projet.*

*Je souhaite que cette thèse  
soit à la hauteur de tes espérances.*

*Et te remercie pour ton précieux soutien.*

Je dédie cette thèse ...





# Table des matières

<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>14</b>
<b>1. Rappels généraux</b> .....	<b>16</b>
<b>1.1. Anatomie du secteur antérieur maxillaire</b> .....	<b>16</b>
1.1.1. Embryologie et croissance : mise en place de la face et du palais.....	16
1.1.2. Obstacles anatomiques.....	18
1.1.2.1. Pédicule incisif maxillaire.....	18
1.1.2.2. Fosses nasales.....	19
1.1.2.3. Nerf orbitaire inférieur.....	20
1.1.2.4. Bosse canine.....	20
1.1.2.5. Sinus maxillaire.....	21
<b>1.2. Généralités concernant le support osseux</b> .....	<b>21</b>
1.2.1. Histologie de l'os alvéolaire.....	21
1.2.2. Remodelage osseux permanent.....	21
1.2.3. Qualité osseuse au maxillaire antérieur.....	22
1.2.4. Résorptions osseuses.....	25
1.2.4.1. Classification des résorptions osseuses horizontales post extractionnelles .....	26
1.2.4.2. Facteurs influençant la résorption osseuse post-extractionnelle.....	28
1.2.5. Origine de l'os allogénique .....	29
1.2.5.1. Différents types d'os allogéniques disponibles .....	29
1.2.5.2. Conditionnement exigé en Europe .....	29
1.2.5.3. Solutions commerciales.....	31
1.2.6. Ostéointégration de l'os allogénique .....	32
1.2.7. Indications et contre indications générales des greffons allogéniques .....	34
1.2.7.1. Indications.....	34
1.2.7.2. Contre indications.....	34
<b>2. Les greffons allogéniques personnalisés</b> .....	<b>36</b>
<b>2.1. Protocole de réalisation</b> .....	<b>36</b>
2.1.1. Phase d'acquisition des données.....	36
2.1.2. Phase de planification .....	36
2.1.3. Fabrication puis stérilisation.....	40
<b>2.2. Avantages et inconvénients des greffons allogéniques personnalisés</b> .....	<b>41</b>
2.2.1. Avantages.....	41
2.2.2. Inconvénients.....	43
<b>2.3. Blocs cortico-spongieux versus blocs spongieux</b> .....	<b>43</b>
2.3.1. Notion de résorption entre cortico-spongieux et spongieux allogénique.....	44
2.3.2. Avantage majeur des blocs spongieux maxgraft bonebuilder® versus leur risque de résorption .....	45
2.3.3. Caractéristiques des blocs allogéniques personnalisés spongieux vs cortico-spongieux.....	46
<b>3. Analyse pré-opératoire dans le secteur antérieur maxillaire pour des greffes allogéniques personnalisées</b> .....	<b>48</b>
<b>3.1. Examen exobuccal</b> .....	<b>48</b>
<b>3.2. Examen endobuccal</b> .....	<b>49</b>
3.2.1. Analyse de la crête alvéolaire .....	49
3.2.2. Examen parodontal.....	49
3.2.3. Dents adjacentes.....	50
<b>3.3. Analyse radiologique 3D</b> .....	<b>50</b>
3.3.1. Différence entre Cone Beam et Tomodensitométrie.....	51
3.3.2. Particularité du secteur antérieur .....	52
<b>4. Classifications permettant de définir les patients éligibles à cette technique</b> ....	<b>54</b>
<b>4.1. Classification diagnostique</b> .....	<b>54</b>
<b>4.2. Classification thérapeutique</b> .....	<b>55</b>
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>57</b>
<b>Figures et Illustrations</b> .....	<b>59</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>60</b>

# INTRODUCTION

Nous sommes conquis par les nouvelles technologies ainsi que l'informatique. Cela nous fournit aujourd'hui des outils formidables qui prendront de plus en plus de place dans notre pratique clinique de tous les jours en tant que chirurgiens-dentistes.

Les crêtes alvéolaires atrophiées sont un obstacle à la pose d'implants dans les meilleures conditions possibles. C'est pour cela que de nombreuses techniques d'augmentation osseuse ont vu le jour dernièrement. Il existe trois principaux types de greffons osseux : l'autogénique, provenant du patient - il ne sera pas développé ici - ; l'allogénique, provenant d'un donneur différent du patient ; le xénogénique - non développé ici - .

L'autogreffe est encore reconnue comme étant le gold standard grâce à sa reproductibilité constante même si un taux de résorption de 10 à 15% est reconnu selon les études. (1)

Le secteur antérieur maxillaire étant une zone esthétique, toutes les mesures seront à prendre afin d'obtenir le résultat le plus satisfaisant possible. Nous traiterons donc la correction des défauts osseux de ce secteur avant la pose implantaire dans le but d'éviter un préjudice esthétique. Le travail se limite uniquement aux défauts horizontaux qui présentent le plus de recul clinique avec l'utilisation des allogreffes. De plus, les dents monoradiculées présentes dans ce secteur aboutissent le plus souvent à des défauts horizontaux contrairement aux dents pluriradiculées pour lesquelles les défauts sont plutôt verticaux. (2)

Il existe plusieurs techniques, notamment les coffrages 2D ou 3D (Khoury), mais les greffes personnalisées sont particulièrement adaptées au secteur antérieur pour les raisons que nous verrons. Il n'existe pas d'étude comparative entre ces techniques.

Nous allons étudier la reconstruction osseuse pré-implantaire, par des blocs osseux allogéniques créés sur mesure, à partir de têtes fémorales humaines, plus connus sous le nom de greffons osseux allogéniques personnalisés.

Cette technique très récente est en plein développement et de plus en plus employée en raison de sa morbidité plus faible que les greffes autogéniques (absence du site de prélèvement), une diminution du temps opératoire, un confort plus important pour le patient, une précision plus grande (par sa personnalisation) et une limitation du facteur opérateur dépendant comparé aux greffons autogéniques.

(3)

Pour répondre à l'intitulé, nous débuterons par des rappels généraux sur le secteur antérieur maxillaire et sur les greffes allogéniques en général.

Nous étudierons la personnalisation des greffons allogéniques avec leur procédé de fabrication puis les différences majeures entre les greffons spongieux et cortico-spongieux.

Ensuite nous développerons l'analyse clinique et radiologique nécessaire à l'étude pré-opératoire des greffes allogéniques personnalisées.

Enfin nous proposerons une classification diagnostique ainsi qu'une classification thérapeutique afin de faciliter la sélection des patients éligibles à cette technique de chirurgie pré-implantaire.

# 1. Rappels généraux

## 1.1. Anatomie du secteur antérieur maxillaire

### 1.1.1. Embryologie et croissance : mise en place de la face et du palais

Le prémaxillaire ou palais primaire est la pièce osseuse qui constitue la partie antérieure du maxillaire supérieur (Figure 1). Il joue un « rôle essentiel dans la croissance du maxillaire » (4).

Il a pour origine les bourgeons nasaux internes ou médians, qui contiennent les germes des 4 incisives maxillaires. Ces deux bourgeons viennent fusionner entre eux dès la 6<sup>ème</sup> semaine de la vie intra-utérine pour donner la suture inter-incisive et avec les bourgeons maxillaires pour donner les sutures incisivo-canines (Figure 2).

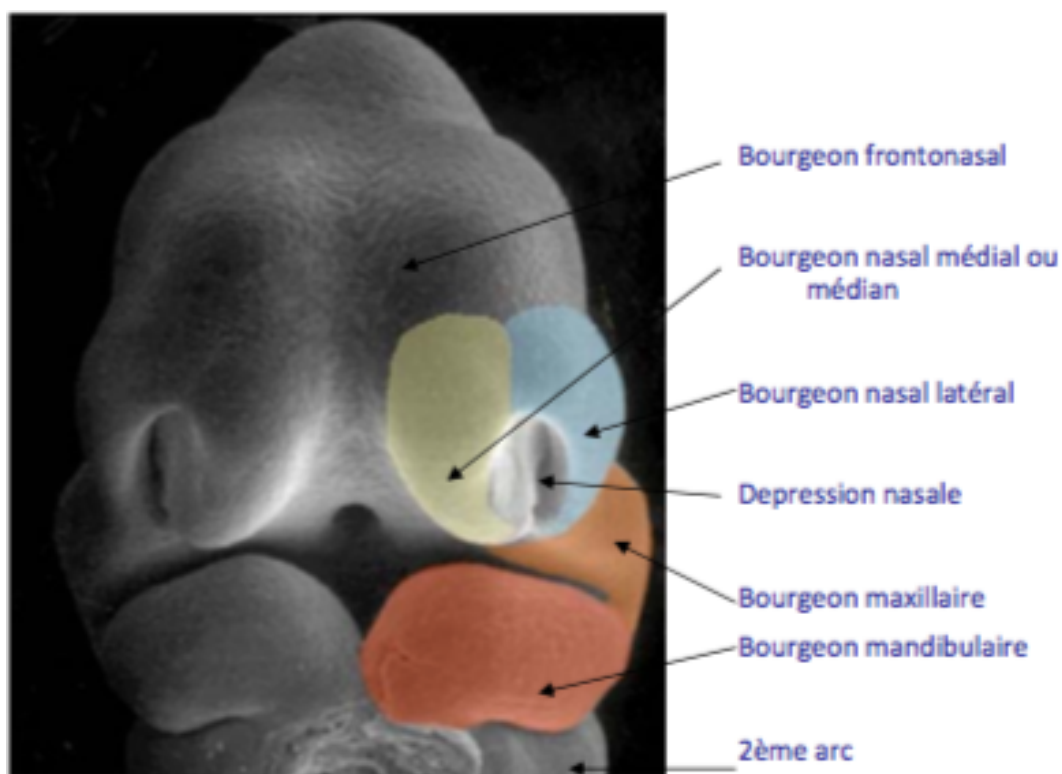
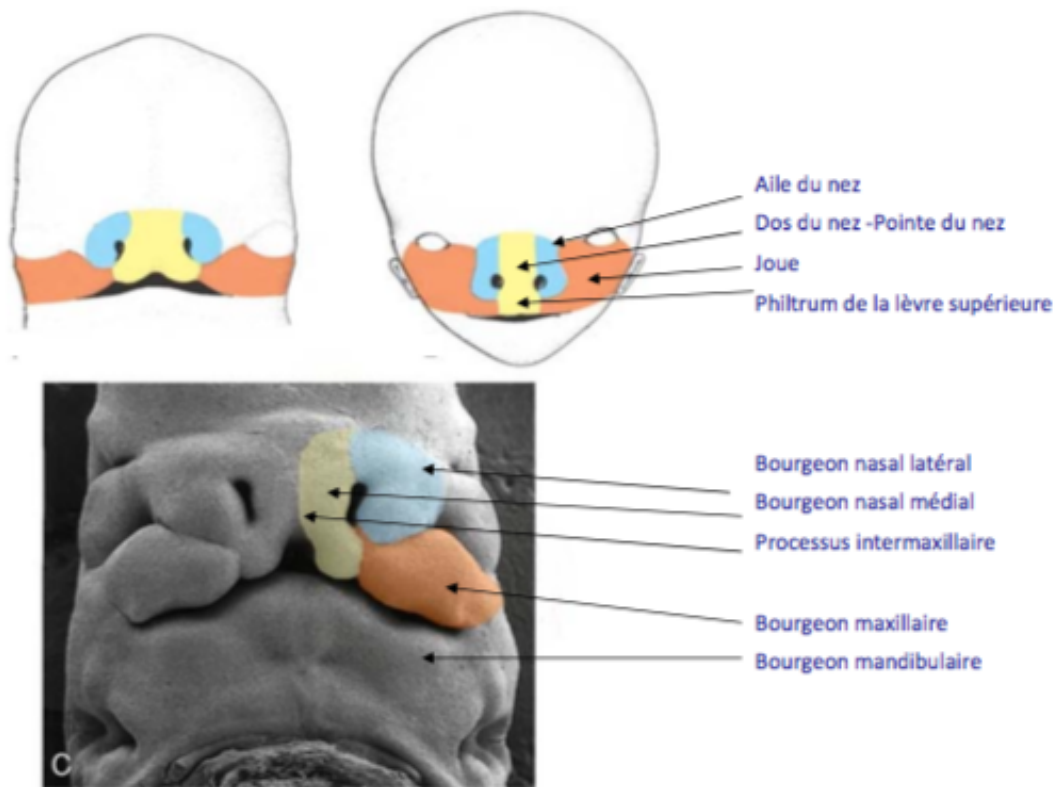


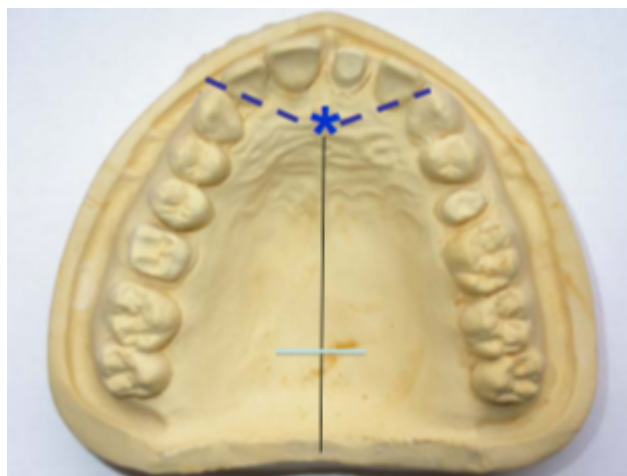
Figure 1 : Les bourgeons à la 6<sup>ème</sup> semaine de vie intra-utérine (5)





**Figure 2 : Correspondance des bourgeons avec les différentes parties de la face (5)**

Le prémaxillaire (ou palais primaire) formera la partie antérieure du palais définitif et la partie antérieure de l'arcade dentaire tout en étant à l'origine de la formation de la partie moyenne du nez et de la lèvre supérieure avec le philtrum présent en exo-buccal. (Figure 3)



**Figure 3 : Le palais primaire se situe en avant du trait en pointillés et le palais secondaire en arrière. (5)**

Cependant le maxillaire antérieur comprend les canines. Ces dents sont originaires des bourgeons maxillaires qui viennent fusionner entre eux pour former le palais dur (ou palais secondaire).

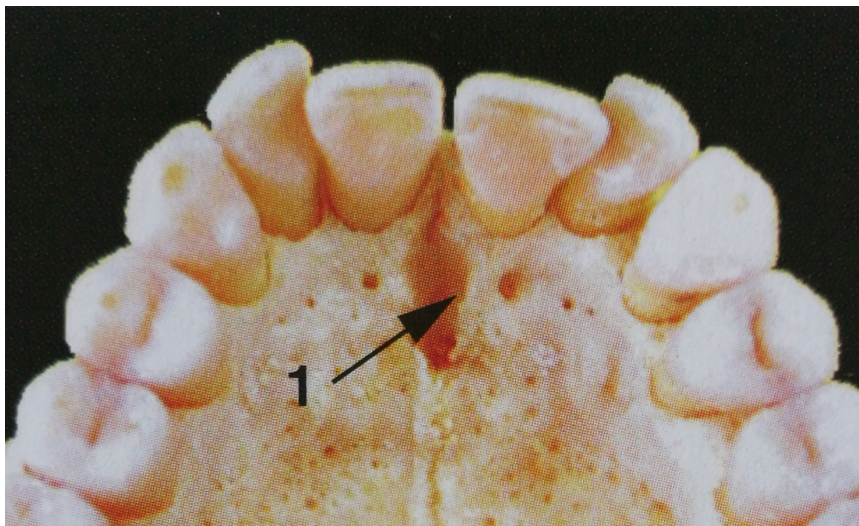
Les greffons allogéniques sont prélevés dans d'autres parties du corps (tête fémorale, côtes...) et n'ont pas la même composition ni la même fonction que l'os maxillaire de par leur origine embryologique. Les os de la face ont une ossification membraneuse, les os longs tels que le fémur ont une ossification endochondrale.

### 1.1.2.Obstacles anatomiques

Ils seront à repérer en pré-opératoire et à protéger durant la réalisation de la greffe.

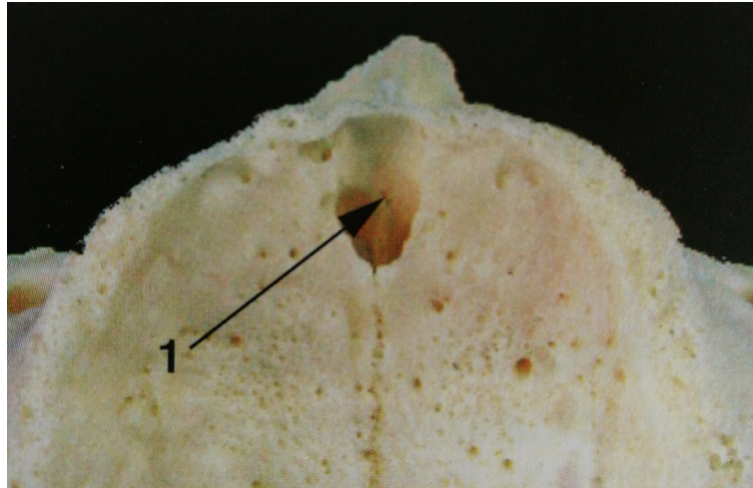
#### 1.1.2.1. Pédicule incisif maxillaire

Il fait son émergence au niveau de la papille bunoïde via le conduit incisif (Figure 4). Il est composé de l'artère sphéno-palatine et du nerf naso-palatin qui « assure un complément minoritaire de l'innervation sensitive » (6) de la région palatine antérieure.



**Figure 4 : émergence du nerf incisif (6)**

« Il existe une résorption centripète qui amène le nerf incisif au voisinage immédiat de la crête » osseuse (7), mais toute section de ce pédicule n'aura pas de conséquences majeures au niveau sensitif pour les patients (6) (Figure 5).

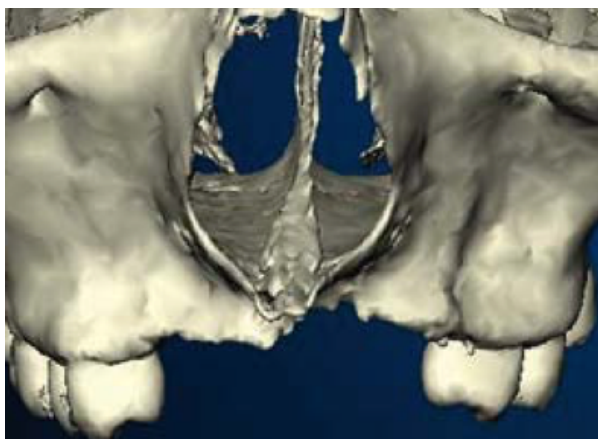


**Figure 5 : Proximité de l'émergence du nerf avec la crête osseuse lors de la résorption centripète (6)**

#### 1.1.2.2. Fosses nasales

Elles sont tapissées d'une muqueuse nasale qu'il faudra préserver pour éviter toutes complications.

Par exemple, la pénétration d'une vis d'ostéosynthèse, utilisée lors de la stabilisation du greffon allogénique personnalisé, dans la cavité nasale provoquera une inflammation chronique de la muqueuse qui obstruera le canal lacrymal comprimant le globe oculaire (Figure 6). (7)

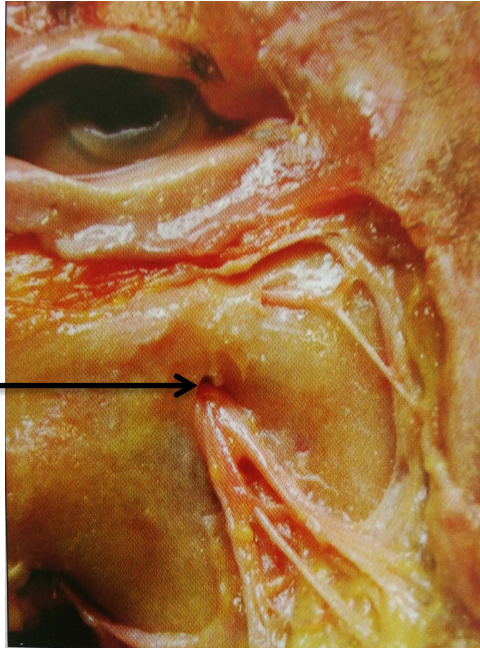


**Figure 6 : Reconstitution d'un volume osseux au moyen d'un Cone Beam permettant de visualiser la proximité des apex dentaires du secteur antérieur maxillaire avec les fosses nasales chez un patient édenté depuis 7 ans.**

### 1.1.2.3. Nerf orbitaire inférieur

Sa situation anatomique est très haute mais il conviendra de ne pas léser une de ses ramifications, laquelle innerve la région cutanée antérieure de la face (Figure 7). Ce nerf sera recherché lors de l'anesthésie dite « canine haute » pour endormir largement cette zone. C'est lors du décollement muqueux, important pour la pose du greffon allogénique personnalisé, qu'il faudra être vigilant.

Emergence du nerf  
orbitaire inférieur



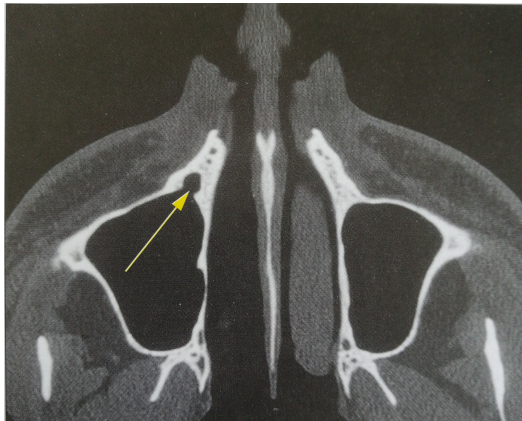
**Figure 7 : émergence du nerf infra-orbitaire (6)**

### 1.1.2.4. Bosse canine

« La bosse canine contribue à l'architecture de la face » (7) c'est pourquoi il est primordial de la respecter et de la reconstruire au mieux lors de la chirurgie pré-implantaire pour un rendu esthétique des plus biomimétique possible.

#### 1.1.2.5. Sinus maxillaire

Le sinus maxillaire peut se prolonger antérieurement dans la poutre canine, c'est pour cela qu'il faut être vigilant dans cette zone et rechercher une pneumatisation éventuelle du sinus sur le Cone Beam (CBCT) (Figure 8).



**Figure 8 : pneumatisation du sinus maxillaire (6)**

## **1.2. Généralités concernant le support osseux**

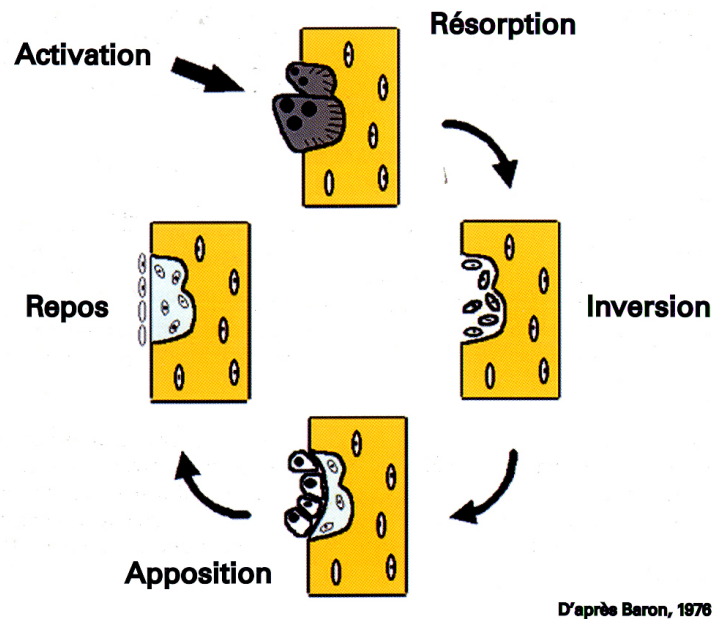
### 1.2.1. Histologie de l'os alvéolaire

L'os alvéolaire se compose de trois éléments : une corticale externe, de l'os spongieux médian et une corticale interne permettant l'insertion des fibres desmodontales ou fibres de Sharpey (8). Cette partie d'os alvéolaire porte le nom d'os de liaison (bundle bone)(9). Il n'existe que par la présence de la dent sur l'arcade alvéolaire. Cela signifie qu'après toute extraction dentaire, cet os va avoir tendance à disparaître, ainsi l'équilibre du remodelage osseux est rompu et tend vers l'ostéoclasie. (10) (11)

### 1.2.2. Remodelage osseux permanent

Les greffes osseuses permettent de reconstituer un volume qui a été perdu suite à une extraction ou à une atteinte parodontale. C'est pourquoi il est nécessaire de connaître le mode de fonctionnement des résorptions osseuses.

Une fois la croissance terminée, il y aura, tout au long de la vie un remaniement osseux permanent et équilibré passant par des phases d'ostéoclasie (destruction osseuse) d'abord activée, puis inversée pour donner suite à une phase d'ostéoplasie (ostéosynthèse) de l'os alvéolaire et enfin passer par une phase de repos, avant de recommencer un nouveau cycle (Figure 9). Ces différentes phases sont stimulées par la présence sur l'arcade alvéolaire des dents.

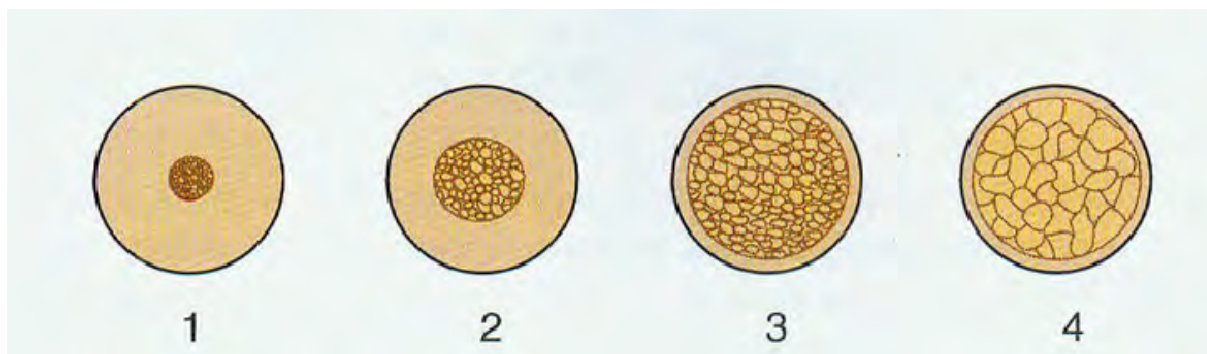


**Figure 9 : Schéma du remaniement osseux (12)**

### 1.2.3. Qualité osseuse au maxillaire antérieur

Des études ont été menées pour décrire la qualité osseuse alvéolaire, parmi celles ci nous retrouvons la classification de Lekholm et Zarb (1985), une analyse histomorphométrique de Trisi et Rao (1999), une étude de Fanusco et Chang (2004), Rozé et al. ont analysé la microarchitecture de l'os maxillaire et mandibulaire chez trois patients (2009) et une étude de Zhang (2015).

Tout d'abord, la classification de Lekholm et Zarb (1985) se compose de 4 catégories d'os en tenant compte de leur densité (13) (14): (Figure 10)



**Figure 10 : Représentation des 4 densités osseuses) décrites dans la classification de Lekholm et Zarb (13)**

CLASSES	CARACTERISTIQUES
<b>Classe I</b>	Constituée presque essentiellement d'os cortical compact (région symphysaire mandibulaire).
<b>Classe II</b>	Os cortical épais entourant un cœur spongieux à trabécules denses (secteur prémolaire maxillaire).
<b>Classe III</b>	Os cortical fin entourant un os spongieux à trabécules denses (secteur postérieur mandibulaire et antérieur maxillaire).
<b>Classe IV</b>	Os cortical fin entourant un os spongieux peu dense (région postérieure maxillaire).

Ensuite, Trisi et Rao en 1999 ont quant à eux, procédé à des biopsies osseuses, tout en notant le score osseux durant le forage (perception manuelle et résistance au forage). Leurs résultats ont donné un pourcentage de trabécules en fonction de la zone de biopsie. Ils ont classés ces résultats en 4 catégories (15) :

ÉCHANTILLONS	DENSITÉ HISTOMORPHOMÉTRIQUE MOYENNE
D1	76,5% +/- 16,2
D2	66,8% +/- 15,8
D3	59,6% +/- 19,6
D4	28,3% +/- 12

Une analyse de corrélation interclasse des variances, a montré que les classes D1 et D4 étaient significativement différentes à l'opposé de D2 et D3.

Puis Fanusco et Chang ont mené une étude en 2004, qui a démontré que l'os maxillaire possède plus de trabéculations que l'os mandibulaire et que celles-ci sont plus nombreuses en antérieur qu'en postérieur. (16)

Rozé et al. en 2009 ont mené une étude sur trois patients et ils ont conclu que le volume et le nombre des trabéculations était en moyenne plus élevé au maxillaire (51%) qu'à la mandibule (31%). Ils ont également noté que la corticale était en moyenne plus épaisse à la mandibule qu'au maxillaire (1,2mm contre 0,4mm). (17)

En 2015, Zhang a mené une étude d'analyse de Cone Beam montrant que l'os alvéolaire est plus fin au niveau de l'incisive latérale dans le secteur antérieur au maxillaire.(18)

Ces 5 études permettent donc de conclure qu'au maxillaire antérieur l'os sera généralement composé d'une corticale fine englobant un os spongieux volumineux et dense. Cela nous permet donc de savoir quelle architecture et typologie d'os il est souhaitable de retrouver au maxillaire antérieur à la suite d'une chirurgie de reconstruction osseuse.

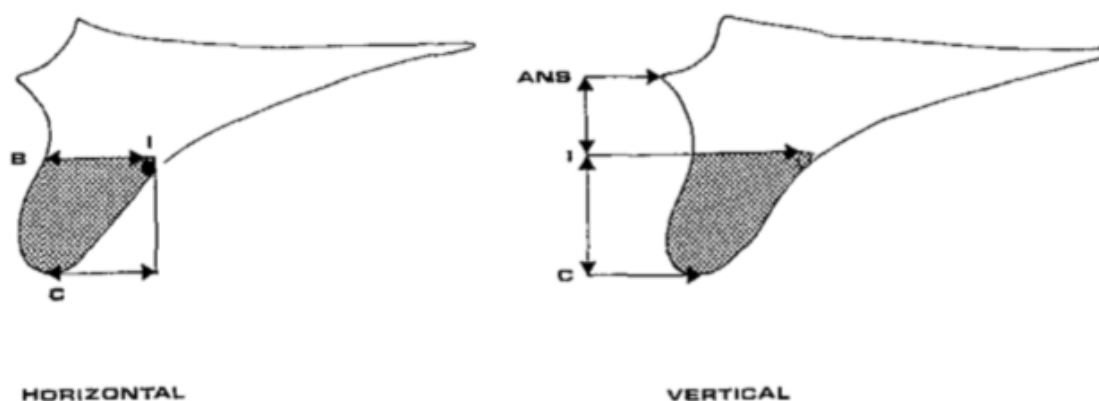


#### 1.2.4. Résorptions osseuses

Au maxillaire, la résorption va être centripète : Elle va débuter en vestibulaire pour avancer en direction palatine, à l'inverse de la mandibule, où elle est centrifuge et moins rapide, du fait de la faible densité osseuse généralement retrouvée au maxillaire ainsi que de la faible épaisseur de la corticale externe. 90% des patients présentent une corticale externe d'une épaisseur inférieure à 1mm (19). Cela va donc déboucher sur des défauts osseux qui auront tendance à inverser les rapports occlusaux des deux arcades. (20)

De plus, comme énoncé en introduction, les dents monoradiculées présentes dans ce secteur sont plus sujettes aux résorptions dans le sens horizontal que les dents pluriradiculées (12).

Ceci justifie l'utilisation d'une classification des résorptions osseuses dans le sens horizontal (Figure 11) pour le secteur antérieur maxillaire.



**Figure 11 : description du sens horizontal (21)**

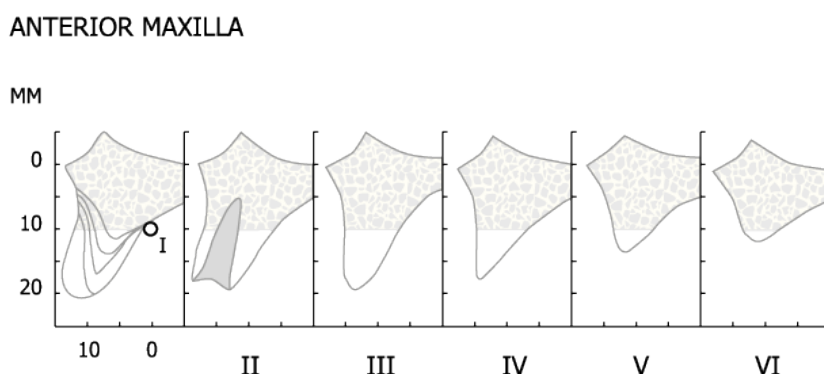
La mise en place d'implants nécessite un volume osseux suffisant afin d'obtenir une stabilité primaire satisfaisante tout en étant à distance des éléments anatomiques nobles (22), en évitant les déhiscences implantaire lors de la pose et permettre la confection de prothèses dans la situation la plus anatomique possible. C'est pour cela que nous nous intéressons aux classifications des résorptions osseuses dans le sens horizontal.

#### 1.2.4.1. Classification des résorptions osseuses horizontales post extractionnelles

Il existe de nombreuses classifications des résorptions osseuses, elles peuvent être classées en fonction de la quantité du volume osseux perdu dans un ou plusieurs plans de l'espace.

Nous distinguerons les pertes osseuses verticales (sur le sommet de crête, qui n'intéressent pas le sujet traité) des pertes horizontales, vestibulaires le plus souvent dans le secteur antérieur maxillaire. Il s'agira d'une résorption osseuse combinée lorsque les deux plans interviennent en même temps. (23)

Une des classifications les plus répandues est celle de Cawood et Howell de 1988 (Figure 12). Elle définit six classes, allant de la crête dentée à la crête concave avec perte d'os basal. Ces six classes sont décrites dans 4 secteurs différents, nous ne verrons que le secteur antérieur maxillaire. (21)



**Figure 12 : Classification de Cawood et Howell (1988), dans le secteur antérieur maxillaire. En ordonnée : la hauteur apicale d'os résiduel et en abscisses : la largeur vestibulo-linguale d'os résiduel. (24)**

CLASSE	DESCRIPTION
<b>Classe I</b>	Crête osseuse dentée
<b>Classe II</b>	Hauteur osseuse post extractionnelle
<b>Classe III</b>	Crête arrondie de hauteur et épaisseur normales
<b>Classe IV</b>	Crête très mince, hauteur normale
<b>Classe V</b>	Crête plate très résorbée
<b>Classe VI</b>	Crête négative avec résorption de l'os basal

Cette classification a pour principal avantage d'apprécier le relief de la crête, mais elle ne quantifie pas précisément cette perte osseuse et n'indique ni le volume ni la quantité de l'os résiduel.

Cependant les Classes II, III et IV de cette classification décrivent une résorption dans le sens horizontal uniquement.

Benic et Hammerle ont proposé une classification plus récente dont la classe IV décrit le sens horizontal des résorptions. (25)

Ensuite, Wang et Shammari ont donné trois classes de résorptions : horizontales, verticales et combinées. Ils ont divisés ces trois classes en trois sous classes afin de quantifier les résorptions osseuses.

Nous avons donc dans le sens horizontal des défauts de petite (< 3mm), moyenne (entre 4 et 6mm) et grande (> 7mm) taille. (26)

Ce sont donc ces deux classifications que nous prendrons comme référence afin de décrire les résorptions osseuses dans le sens horizontal.

#### 1.2.4.2. Facteurs influençant la résorption osseuse post-extractionnelle

Une étude de Lee et Poon réalisée en 2017 montre que la préservation de la crête alvéolaire, lors de l'extraction d'une dent permet de limiter la perte osseuse post-extractionnelle et réduit significativement le besoin d'une augmentation osseuse supplémentaire (27). De plus cette résorption sera plus importante chez les patients au parodonte fin. (28)

D'après des travaux de Schroop et coll en 2002, la résorption est plus importante durant les 3 premiers mois post-extractionnels et continue lentement puis se stabilise au bout de deux ans et demi. (29)

Chen et Darby ont réalisé une étude en 2017 montrant que la présence de déhiscence ou fenestration augmentait l'importance de la résorption osseuse post-extractionnelle dans le secteur antérieur maxillaire.(30)

Ces éléments sont à prendre en considération lors de l'analyse clinique pré-opératoire afin de déterminer la nécessité de réaliser une greffe allogénique personnalisée.

### 1.2.5. Origine de l'os allogénique

L'os allogénique est prélevé chez un individu et greffé chez un autre individu de la même espèce. Les donneurs peuvent être vivants ou décédés. Un risque de transmission de maladies est présent mais drastiquement réduit par le traitement des greffons. (31)

#### 1.2.5.1. Différents types d'os allogéniques disponibles

TYPE D'OS	CARACTERISTIQUES
<b>Os frais</b>	Non traité, non utilisé par son grand risque de contamination et son antigénicité
<b>Os congelé (Fresh Frozen Bone)</b>	Congelé à -80°C
<b>Os lyophilisé (Freezed Dried Bone Allograft)</b>	Congelé, déshydraté, traité à l'azote liquide, irradié
<b>Os lyophilisé déminéralisé (Demineralized Freezed Dried Bone Allograft)</b>	Congelé, déshydraté, traité à l'azote liquide, irradié, déminéralisé
<b>Os délipidé déprotéinisé</b>	Délipidation supercritique, irradiation chimique, déshydratation, irradiation (Seul os développé ici)

#### 1.2.5.2. Conditionnement exigé en Europe

Il s'agit de l'os délipidé et déprotéinisé. Trois principaux procédés sont décrits afin d'obtenir cet os : le procédé Supercrit® de GlobalD (Figures 13 et 14), le procédé Tutoplast® de Zimmerdental et la méthode C+TBA® de Straumann Botiss.

Les greffons de la marque Zimmer ne sont plus commercialisés en France car ils peuvent être prélevés sur des donneurs décédés, ce que la Haute Autorité de Santé (HAS) refuse. (32)

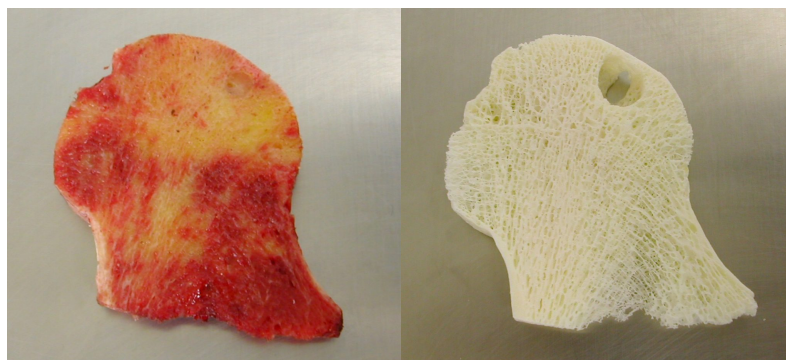
Voici, en détails, les différents procédés utilisés en France.

**Ci dessous le procédé Supercrit® :**



**Figure 13 : Photographies d'une tête fémorale avant et après le procédé Supercrit®. (33)**

- Préparation mécanique des têtes fémorales : pour éliminer le cartilage et autres débris, favoriser la pénétration et l'action des solvants.
- Extraction supercritique : CO<sub>2</sub> supercritique (à 31°C et 7,38Mpa). Cela vise à dégraisser les tissus : Viro-incativation et délipidation.
- Traitement chimique : Oxydation, pour éliminer les résidus protéiques et cellulaires.
- Macération à la soude molaire : permet d'inactiver les prions.
- Rinçage à l'éthanol : permet de déshydrater le tissu osseux.
- Stérilisation : irradiation aux rayons gamma.



**Figure 14 : Coupe d'une tête fémorale avant et après application du procédé Supercrit® (33)**

### Ci-dessous le procédé C+TBA® (Cells + Tissue Bank Austria) : (34)

- Élimination des tissus mous, graisses et cartilages environnants.
- Dégraissage dans un bain à ultrasons pour une meilleure pénétration des substances suivantes.
- Purification alternative, avec de l'éther diéthylique et de l'éthanol, cela lave les composants cellulaires résiduels, dénature les protéines non collagéniques et inactive les potentiels virus.
- Dénaturation des dernières protéines solubles, par un traitement oxydant, élimination de la potentielle antigénicité.
- Lyophilisation pour préserver la structure naturelle du tissu avec une humidité résiduelle inférieure à 5%.
- Double blister et stérilisation finale par rayons gamma : garantie une conservation de 5 ans et permet un stockage à température ambiante.

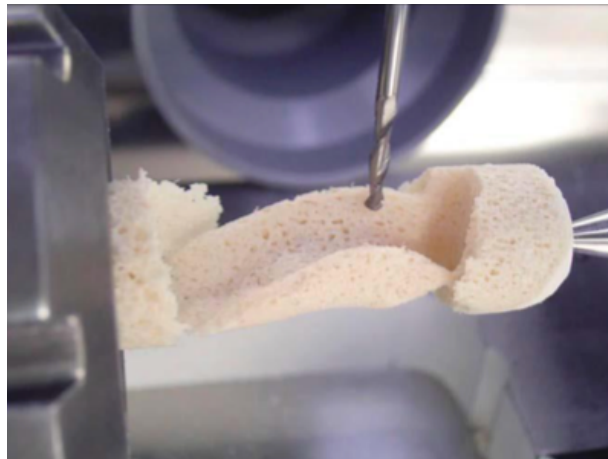
#### 1.2.5.3. Solutions commerciales

- BIOBank© : greffons prélevés en France issus de donneurs vivants, ayant bénéficié d'arthroplastie totale de la hanche. Ils sont disponibles en cortico-spongieux ou spongieux. Utilisation du procédé Supercrit®. (Figure 15)



**Figures 15 : Bloc allogénique personnalisé BIOBank© (33)**

- Puros© : greffons prélevés en Europe issus de donneurs vivants ou décédés. Utilisation du procédé Tutoplast®. Ils ne sont plus commercialisés en France depuis 2012. (Figure 16)



**Figure 16 : Bloc allogénique personnalisé Puros©**

- Maxgraft bonebuilder© de chez Straumann Botiss® : Utilisation du procédé C + TBA® Uniquement disponible en blocs spongieux. Il est le seul à être conçu virtuellement par CAO (Conception Assistée par Ordinateur). (Figure 17)



**Figure 17 : Image d'un bloc allogénique personnalisé bonebuilder. (34)**

### 1.2.6. Ostéointégration de l'os allogénique

Toute chirurgie est opérateur-dépendante, nécessitant la mise en place de protocoles strictes et personnalisés pour aboutir à des résultats reproductibles.

L'utilisation de bloc allogénique personnalisé va permettre de diminuer ce facteur praticien-dépendant en partie, en effet l'ajustement du greffon sur le site receveur est réalisé préalablement à la chirurgie par la modélisation 3D.



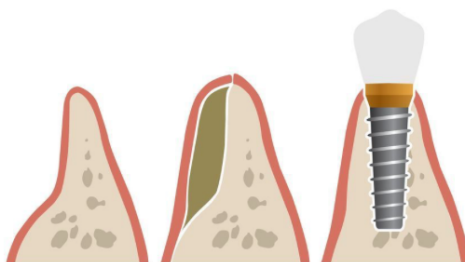
Il existe potentiellement trois voies de formation osseuse suite à une greffe osseuse :

- L'ostéoinduction : les protéines morphogéniques (BMP) vont induire la néoformation osseuse dans un site dépourvu d'os.(35)
- L'ostéoconduction : capacité d'un matériau à se laisser coloniser par des cellules ostéoblastiques.
- L'ostéogenèse : les cellules vivantes présentes au sein du matériau, vont permettre une croissance osseuse.

L'os allogénique permet la cicatrisation osseuse par ostéoconduction.

L'ostéointégration des blocs allogéniques va dépendre en partie du lit receveur. Une préparation de ce dernier sera la clé d'une bonne ostéointégration. Auparavant, il suffisait de mettre le tissu osseux receveur correctement à nu en réalisant une éviction du périoste, puis il a été convenu qu'il fallait réaliser de fines trépanations osseuses à la fraise boule, pour obtenir une meilleure intégration du greffon. Aujourd'hui, il est préférable de simplement « griffer » le lit receveur (scratching). La preuve que cette décortication affecte favorablement la quantité d'os nouvellement formé dans les sites greffés après cicatrisation n'est toujours pas établie, mais certaines études confirment ses effets positifs. (36)(37)

Cette étape est sensée favoriser la vascularisation du greffon pour permettre l'instauration d'un flux sanguin au sein de ce dernier, lequel proviendra du lit receveur. Cette vascularisation a son importance, elle va permettre la mise en place d'un phénomène de résorption-apposition autour des cônes vasculaires menant à l'intégration du greffon (Figure 18). De plus, la vascularisation proviendra également des tissus mous manipulés de manière atraumatique en préservant l'intégrité du périoste. Cette intégration prendra entre 7 et 8 mois en moyenne. (38)



**Figure 18 : schéma de l'ostéointégration d'un greffon osseux (39)**

Cependant, la vitesse de revascularisation des blocs osseux allogéniques est moindre comparée à la technique de Khoury de par la structure en un bloc du greffon. De ce fait l'apport en molécules antibiotiques prescrites lors de l'antibioprophylaxie ainsi qu'en défenses immunitaires seront moindres, ce qui accroît le risque d'infection de la greffe et explique que leur taux de succès est moins important (40).

## 1.2.7. Indications et contre indications générales des greffons allogéniques

### 1.2.7.1. Indications

- Résorption osseuse importante pour laquelle le volume d'un prélèvement autogène ne suffirait pas.
- Refus du patient de procéder à une autogreffe par crainte de douleurs et suites post-opératoires liées au site donneur. Il n'y a qu'un seul site opératoire pour les greffes allogéniques.
- Impossibilité de procéder à un prélèvement osseux autogénique.
- Patients ne souhaitant pas une intervention trop longue.
- Eviter la morbidité pouvant se présenter sur les sites donneurs des prélèvements autogènes.
- Préférables pour les patients âgés. (41)
- Déficit osseux de moyenne à grande étendue (supérieur à 3 mm). (42)(43)

### 1.2.7.2. Contre indications

Les contre indications dans le cadre des greffes allogéniques sont peu nombreuses.

En plus des contres indications valables pour les greffes en général (tabac, hygiène orale défectueuse, site infecté, contres indications d'ordre médicale, risque hémorragique, maladie parodontale non stabilisée, ...), celles concernant les greffes allogéniques peuvent être les suivantes :

- Résorptions osseuse (trop faible) pouvant être corrigée au moyen d'une régénération osseuse guidée (ROG)
- Opposition ferme du patient à recevoir un greffon provenant d'une autre personne par crainte du risque de transmission virale.
- Surcoût empêchant le patient de procéder à cette méthode par rapport à de l'os autogénique qui est gratuit.
- Secteur édenté trop grand : les blocs proposés par BIOBank® sont de 22 x 15 x 9 pour les blocs cortico-spongieux et 32 x 15 x 9 pour les blocs spongieux. Ceux de chez Botiss ne dépassent pas 23 x 13 x 13 mm.
- Refus du patient face aux complications possibles telles que les douleurs, l'œdème, l'exposition du greffon ou la perte de la greffe.

## **2. Les greffons allogéniques personnalisés**

Les greffons allogéniques personnalisés sont histologiquement identiques aux greffons allogéniques standard commercialisés. Leur seule différence : ils sont conçus de manière à être adaptés anatomiquement aux sites sur lesquels ils vont être greffés.

Voyons comment ces greffons sont personnalisés, quels sont leurs avantages et inconvénients par rapport aux blocs standard et quelles sont les différences entre les blocs spongieux et cortico-spongieux.

Il a été démontré par Venet en 2017 que les allogreffes osseuses personnalisées peuvent être utilisées avec succès, dans le secteur antérieur au maxillaire pour reconstruire, de manière horizontale, le défaut osseux présent sur la crête (44).

Il existe peu d'études sur le sujet pour le moment, cela coïncide avec le fait que nous avons peu de recul clinique sur ces techniques.

### **2.1. Protocole de réalisation**

#### **2.1.1. Phase d'acquisition des données**

Le praticien réalisera un Cone Beam du patient qui sera envoyé au laboratoire au format DICOM.(45)

#### **2.1.2. Phase de planification**

Elle comprend l'importation des données du Cone Beam (fichier DICOM) dans un logiciel pour la planification virtuelle et la conception du bloc sur mesure.

Les prémices de la Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur (CAO et FAO, CAD CAM en anglais) pour les greffes osseuses étaient d'imprimer les données scannographiques pour produire un modèle stéréolithographique (fabrication d'un objet solide à partir d'un modèle numérique) en 3 dimensions sur lequel le matériau de greffe était préformé manuellement. Ce qui donnait une mise en forme approximative et une précision très limitée.(46) (Figure 19).



**Figure 19 : Exemple de greffon personnalisé directement sur le modèle stéréolithographique. (47)**

Aujourd'hui, chez BIOBank®, le modèle stéréolithographique est envoyé au chirurgien qui conçoit un greffon en silicone sur ce modèle en résine. (Figure 20)

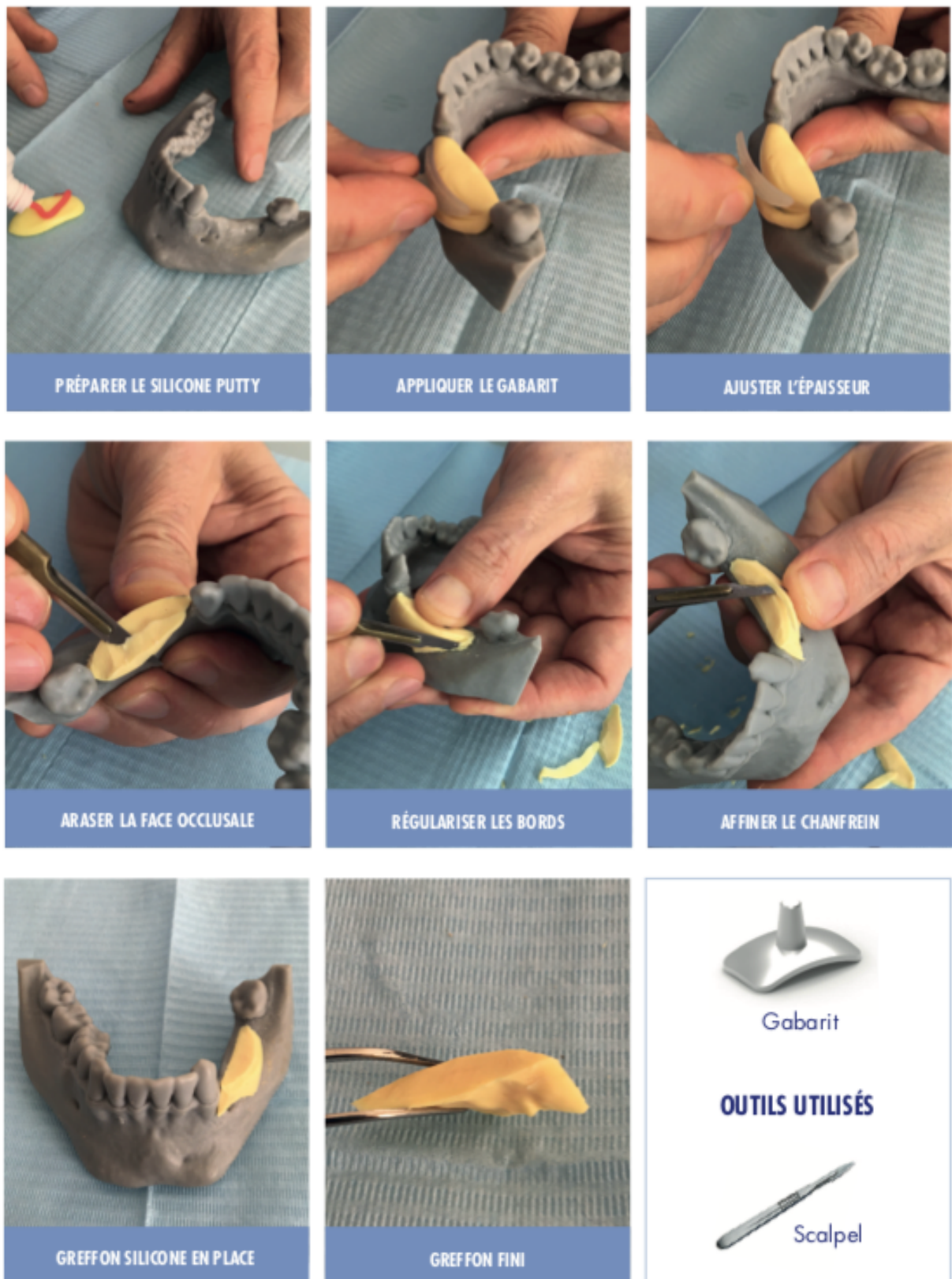
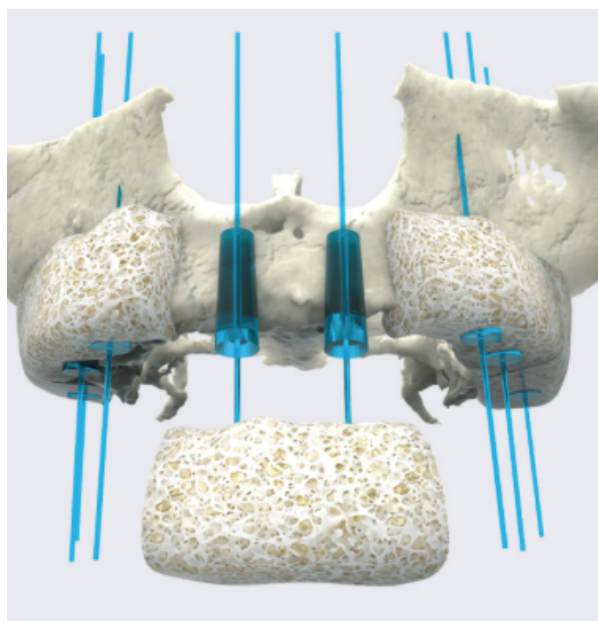
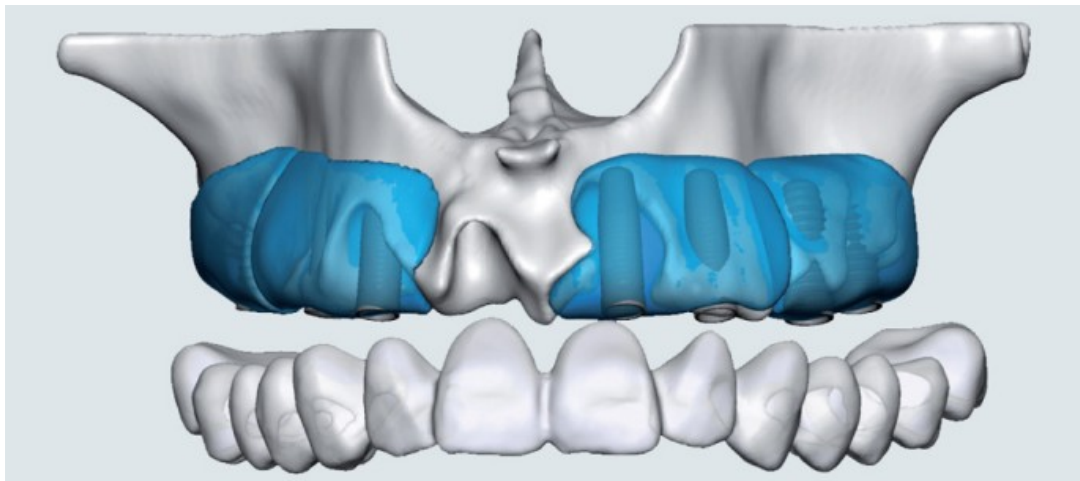


Figure 20 : Protocole de modelage du greffon silicone BIOBank® (48)

Cette étape commence à être supprimée, elle est remplacée par une modélisation informatique du greffon (CAO) pratiquée actuellement par Straumann Botiss® (Figures 21 a et b), ce n'est pas le cas chez BIOBank®.

La modélisation est envoyée par flux numérique au praticien qui la validera en fonction du projet prothétique (en plaçant les implants dans l'axe prothétique) avant la fabrication (FAO).

C'est là que les blocs spongieux de Straumann Botiss® trouvent leur intérêt.

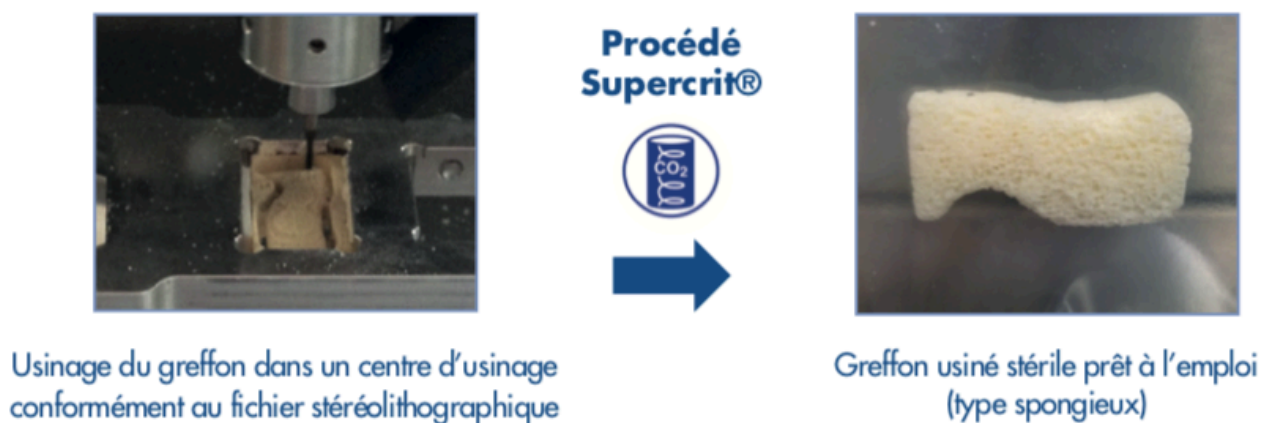


**Figure 21 a et b : CAO de greffons personnalisés au maxillaire(49)**

Ceci est un grand changement, étant donné que le diamètre et la longueur des implants sont en parfaites corrélations avec le volume osseux disponible. Le greffon est donc intégré dans le projet prothétique. (50)

### 2.1.3.Fabrication puis stérilisation

Elle est faite sur commande grâce à la FAO (Fabrication Assistée par Ordinateur). Un Bloc allogénique est placé dans une usineuse ; des fraises commandées par ordinateur viennent tailler ce bloc, de manière à le rendre identique à celui conçu par ordinateur (CAO de Straumann Botiss®) ou manuellement (comme chez BIOBank®), il est donc anatomiquement personnalisé. Puis il est stérilisé selon le procédé employé par les différentes firmes. (Figure 22)



**Figure 22 : FAO d'un greffon allogénique personnalisé. (48)**

Mangano montre dans une étude sur 10 patients, réalisée en 2013, que le processus de fraisage utilisé est très précis, celui-ci n'a jamais nécessité de correction peropératoire (46).

Ainsi, le temps peropératoire n'est pas consommé en modélisant approximativement le bloc osseux.



## 2.2. Avantages et inconvénients des greffons allogéniques personnalisés

### 2.2.1. Avantages

- Gain de temps peropératoire (44) et donc diminution du risque de contamination du site, par la salive et les micro-organismes extra-oraux. (42) (51)
- La greffe osseuse est basée sur une analyse pré-prothétique et pré-implantaire (chez Botiss®), ce n'est pas possible dans les techniques de greffe en 2D. Ce qui permet la réalisation de greffe osseuse, en fonction du positionnement des futurs implants, donc de greffer dans le couloir prothétique et en quantité suffisante. (Figure 23).



**Figure 23 : Modélisation du greffon en fonction du projet prothétique chez Botiss® (51)**

- Diminution du facteur opérateur dépendant : par la personnalisation systématisée des greffons
- Absence de fracture du bloc lors de sa personnalisation durant l'opération (52)
- Blocs de taille plus importante que les blocs standard. (22 x 15 x 9 contre 22 x 12 x 4 en cortico-spongieux et 32 x 15 x 9 contre 20 x 10 x 10 en spongieux chez BIOBank©) et en quantité illimité par rapport aux greffes autogéniques. (53)

- Correction de défauts osseux horizontaux irréguliers. Contrairement à la technique de Khoury qui consiste en l'application d'une « baguette osseuse » en regard du défaut à combler puis d'un remplissage du GAP par des copeaux d'os, elle est privilégiée lors de défauts réguliers. Une étude de cas de 2017 conclut que l'utilisation de blocs osseux personnalisés pour l'augmentation de défauts complexes dans la zone esthétique maxillaire est un concept de traitement réussi. (51)

Une étude de 2006 sur 73 patients et concernant 82 blocs allogéniques cortico-spongieux (non personnalisés) a permis de montrer une régénération osseuse prévisible des défauts alvéolaires. Dans cette même étude, 7 blocs allogéniques cortico-spongieux non personnalisés n'étaient pas suffisamment adaptés au contour du défaut osseux et ont montré une résorption à l'interface bloc/site receveur. (54)

D'où l'importance de l'adaptation du greffon au site receveur et donc l'intérêt de la personnalisation de ces greffons allogéniques.

- Amélioration du confort du patient. : diminution du temps d'exposition, donc des suites opératoires par rapport aux blocs allogéniques standards.
- Meilleure coaptation entre le greffon et le site receveur : fixation rendue plus simple, ostéosynthèse facilitée par l'augmentation de surface de contact os/greffon. Cela permet également de minimiser la cicatrisation fibreuse au niveau d'espaces morts retrouvés sur les blocs allogéniques standard.

D'après Schlee et Rothamel, lorsque les blocs allogéniques ne sont pas parfaitement adaptés au site receveur, ils se résorbent à l'interface greffon-site receveur. Ce qui rend la personnalisation de ces greffons très intéressante. (55)

- Diminution des contraintes exercées sur les tissus mous à la fermeture grâce à un contour osseux harmonieux (56). Ces mêmes contours permettent de diminuer le risque d'exposition du greffon par rapport aux blocs standard qui nécessitent un fraisage, fraisage qui plus est, augmente le risque de mobilisation greffon.
- Selon une étude de Keith et coll., 71% des échecs correspondent à des sites mandibulaires postérieurs. Ces sites seraient donc une limite relative aux greffons allogéniques personnalisés. En effet, c'est le fait que le défaut soit le plus souvent vertical à la mandibule, qui justifie cela. Ce qui montre l'importance des résultats sur le maxillaire antérieur. (54)

## 2.2.2. Inconvénients

- Coût supérieur aux greffons allogéniques conventionnels, du simple au double. Il faut compter 900€ pour les greffons cortico-spongieux sur mesure contre 440€ pour la plus grande taille de bloc cortico-spongieux standard et 700€ pour les greffons spongieux sur mesure contre 350€ pour un bloc d'os spongieux standard chez BIOBank®. (53)
- Augmentation du délai depuis la validation du plan de traitement jusqu'à la greffe : il faut compter 8 semaines avec le laboratoire BIOBank® pour obtenir le greffon depuis la date d'envoi du Cone Beam et 5 semaines avec le laboratoire Botiss®. (48)
- La présence de reconstitutions métalliques, à proximité de la zone à greffer, va générer des artefacts au niveau du cone beam qui vont compliquer le processus de CAO. (46)
- Le greffon est supposé être distant de 2 mm des racines des dents adjacentes. Si les racines sont exposées partiellement lors de la levée du lambeau (fenestration ou déhiscence). Cela induit une limite à l'utilisation de cette technique dans le secteur antérieur maxillaire où les racines des dents sont souvent très proches et où les fenestrations et déhiscences sont nombreuses (46).
- Absence de recul clinique par rapport aux techniques autogènes.

## 2.3. Blocs cortico-spongieux versus blocs spongieux

Les allogreffes n'ont pas de potentiel ostéogénique parce qu'elles sont issues d'une matrice acellulaire, la cicatrisation du greffon est donc réalisée par ostéoconduction. Les cellules ostéogéniques et angiogéniques du site receveur colonisent la trame collagénique du greffon pour bâtir un os néoformé en direction de la partie corticale du greffon. (22)

Le remplacement du greffon par de l'os natif s'appelle la substitution rampante, elle se développe à partir du 28<sup>ème</sup> jour post-chirurgical et dure en moyenne 6 mois.(57). Toutefois, Deluiz et al. ont démontrés qu'il valait mieux poser les implants à 4 mois post-greffe afin d'éviter une résorption du greffon. (58)

Dans cette partie, nous allons essayer de démontrer si le fait d'avoir une corticale osseuse sur le greffon allogénique personnalisé diminue ou non le risque de résorption post-opératoire.

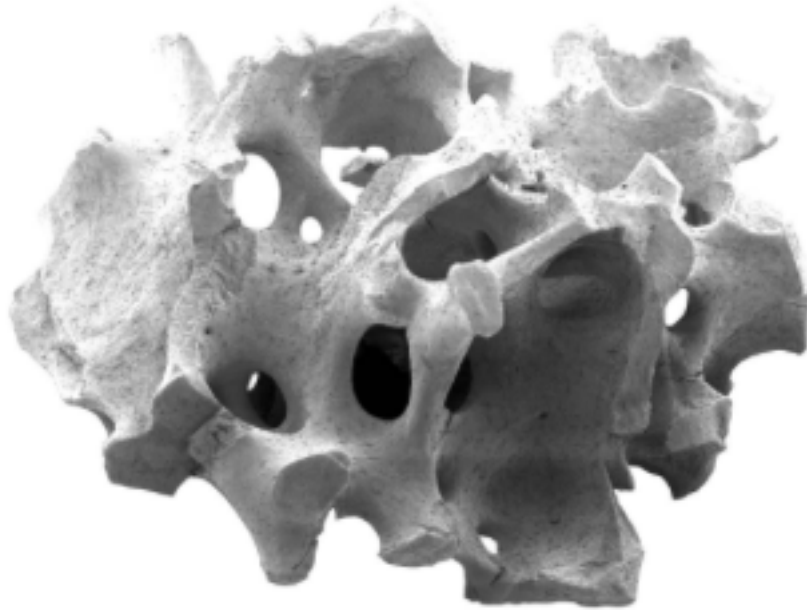
### 2.3.1. Notion de résorption entre cortico-spongieux et spongieux allogénique



**Figure 24 : Différence entre greffon cortico-spongieux (à gauche) et spongieux (à droite) (53)**

La greffe d'apposition par bloc est une méthode prévisible pour traiter les crêtes alvéolaires fines (59), cependant l'os greffé l'est en quantité suffisante pour une pose implantaire le jour de la chirurgie, il peut être amené à subir une résorption suite à la fermeture du site opératoire. Nous cherchons donc à déterminer le type de greffon qui après cicatrisation présente la résorption la plus faible. L'utilisation de membranes pourrait être utile pour cela. De plus, elles permettent de protéger le greffon en cas d'exposition lors de la cicatrisation muqueuse. (55)

Des études montrent que le remodelage osseux est influencé par l'architecture de celui-ci ; plus l'os est spongieux, plus la résorption sera importante (60) (58) (Figures 24 et 25). La corticale des blocs cortico-spongieux serait donc nettement moins remodelée que sa partie spongieuse.



**Figure 25 : Image de l'architecture osseuse (34)**

Même si les auteurs ne semblent pas tous d'accord, il semblerait que la résorption des blocs spongieux prime sur celle des blocs cortico-spongieux.

Cependant, nous manquons de recul et d'études pour pouvoir être affirmatif sur ce sujet.

### 2.3.2. Avantage majeur des blocs spongieux maxgraft bonebuilder® versus leur risque de résorption

Il s'agit ici d'essayer de mettre en évidence l'avantage de la personnalisation de la greffe en fonction de la planification implantaire et donc du projet prothétique.

En effet, la marque Straumann Botiss® propose ceci mais uniquement sur des blocs allogéniques spongieux.

L'étude de 2006 sur 73 patients a permis de mettre en évidence l'intérêt de la personnalisation des greffons osseux allogéniques afin de diminuer les risques de résorption à l'interface bloc-site receveur (54), la personnalisation de ces greffons n'est donc pas inutile.

De plus, l'étude de cas de 2017 montre que le comportement d'intégration du bloc osseux de la marque Botiss ® ainsi que la formation d'un nouvel os sont comparables aux valeurs obtenues en utilisant d'autres options thérapeutiques. (51)

Michel Jabbour dans un article paru en 2011 affirme que les blocs osseux allogéniques permettent l'obtention de résultats prévisibles dans les augmentations osseuses horizontales. Cependant il ne mentionne à aucun instant le type de bloc osseux utilisé. (43)

En outre, nous savons que l'os cortical est plus difficilement vascularisé, donc moins bien ostéo-intégré, mais qu'il servirait de barrière physique contre la résorption osseuse rapide de l'os spongieux.

Cependant, en 2017, une étude concernant l'obstruction d'une fente alvéolaire au moyen d'un greffon allogénique spongieux personnalisé conclue que ces blocs peuvent être une alternative thérapeutique efficace en partant du principe que la résistance à la résorption est la même que celle des autogreffes. (61)

Il serait intéressant de confronter la résorption des blocs spongieux recouverts par différentes membranes : résorbable, non résorbable, PRF par exemple; afin d'évaluer leur vitesse de résorption et de la comparer à celle des greffons présentant une corticale osseuse.

### 2.3.3. Caractéristiques des blocs allogéniques personnalisés spongieux vs cortico-spongieux

Essayons de lister sous forme de tableau comparatif les différentes caractéristiques des blocs allogéniques personnalisés spongieux vs cortico-spongieux. Nous prendrons ici comme référence pour le greffon allogénique spongieux le bloc personnalisé de chez Botiss® et le bloc cortico-spongieux personnalisé de chez Biobank ® afin de mettre en évidence leurs différences de conceptions, coûts et donc leurs avantages et inconvénients l'un face à l'autre.

	Blocs spongieux personnalisés	Blocs cortico-spongieux personnalisés
<b>CAO</b>	√	
<b>FAO</b>	√	√
<b>Résorption</b>	Manque de données	Manque de données
<b>Dimensions maximum</b>	23 x 13 x 13	22 x 15 x 9
<b>Prix</b>	700€	900€
<b>Utilisation d'une membrane</b>	Manque de données	Manque de données
<b>Temps opératoire</b>	Raccourcit	Raccourcit
<b>Délais de confection</b>	Environ 5 semaines	8 semaines

Nous avons vu plus tôt que la personnalisation des greffons allogéniques permet une meilleure intégration du greffon au site receveur et que les greffons allogéniques donnent des résultats prédictibles et équivalents aux autres types de greffes disponibles à ce jour.

Cependant, les études manquent et le recul clinique n'est pas suffisant pour conclure sur le fait qu'il faille privilégier un certain type de bloc osseux allogénique.

### **3. Analyse pré-opératoire dans le secteur antérieur maxillaire pour des greffes allogéniques personnalisées**

Le taux de survie implantaire, à 2 ans, sur ces sites greffés est similaire aux greffes osseuses conventionnelles (62). Il est donc intéressant de se poser la question de leur utilisation dans le secteur antérieur maxillaire qui est un secteur esthétique pour lequel la reproductibilité ainsi que la pérennité sont recherchées.

Nous cherchons à développer un protocole d'analyse pré-opératoire fiable et reproductible pour les allogreffes personnalisées. Le manque de littérature sur le sujet nous amène à proposer l'examen pré-opératoire suivant.

#### **3.1. Examen exobuccal**

Il consistera en l'analyse du sourire et du soutien de la lèvre supérieure. Si nous observons un effondrement de celle-ci, cela correspond à l'absence des dents antérieures maxillaire supérieure. Plus la perte des dents est ancienne, plus le support osseux aura diminué de volume et moins la lèvre sera soutenue.

La réhabilitation prothétique étant l'objectif final, la chirurgie osseuse est planifiée de façon la plus adaptée pour atteindre cet objectif.

Comme vu plus tôt, les greffons allogéniques personnalisés sont plus indiqués dans les défauts horizontaux de moyenne à grande étendue (43). Ce sont ces défauts que l'on recherche dès l'examen exo-buccal.



## 3.2. Examen endobuccal

### 3.2.1. Analyse de la crête alvéolaire

Analyse de l'anatomie de la crête alvéolaire, tout en sachant que le défaut peut être masqué par un épaissement du parodonte. (19)

Il faudra alors mesurer la taille du défaut osseux dans les trois sens de l'espace, afin d'orienter le choix vers une greffe personnalisée lors de défauts osseux importants. Elle sera très peu utilisée dans les cas d'édentement unitaire, en effet les défauts osseux sont souvent de faible volume dans les édentements encastrés unitaires.

### 3.2.2. Examen parodontal

Il consiste en l'analyse du biotype parodontal (fin ou épais). En effet, pour un biotype fin, il est judicieux de réaliser une greffe de conjonctif enfouis afin de booster et améliorer le biotype gingival (26). Cet examen comprend l'analyse de la présence de gencive kératinisée en quantité suffisante, l'absence de parodontopathies (Figure 26) où, du moins si elle est présente, une maladie parodontale stabilisée.

Si nécessaire, il faudra passer par des séances thérapeutiques parodontales initiales et de motivation à l'hygiène bucco-dentaire.

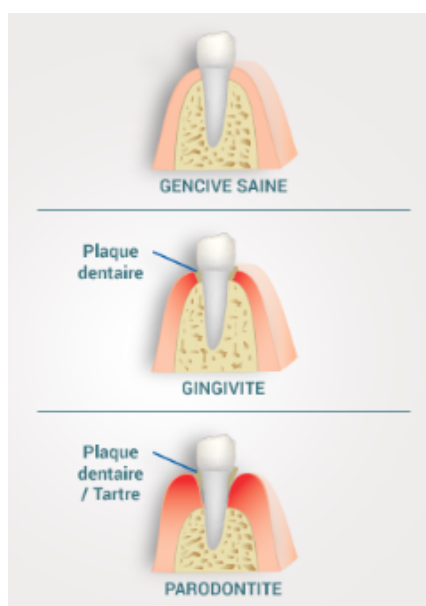


Figure 26 : Schéma des pathologies parodontales (63)

### 3.2.3.Dents adjacentes

Il faut écarter tout foyer infectieux présent dans la cavité buccale. S'il en persiste, il faut les traiter en première intention et réaliser les soins conservateurs avant toute greffe osseuse. En effet, nous savons que la réaction inflammatoire que provoquent les foyers infectieux buccodentaires est très agressive envers les tissus environnants (Figure 27), elle peut aller jusqu'à résorber l'os environnant (64), ce qui augmenterait le risque d'échec de la greffe allogénique sur mesure.



**Figure 27 : Photographie d'un abcès péri-apical permettant d'imaginer l'inflammation des tissus sous jacents. (65)**

C'est pourquoi la consultation pré-opératoire est importante, elle permet de vérifier l'absence de soins débordants, de lésions carieuses, de mesurer le contrôle de plaque, afin d'assainir la cavité buccale.

### 3.3. Analyse radiologique 3D

Les radiographies intra-orales 2D telles que les rétro-alvéolaires ou rétro-coronaires ne seront d'aucune utilité pour apprécier quantitativement et qualitativement le défaut osseux horizontal.

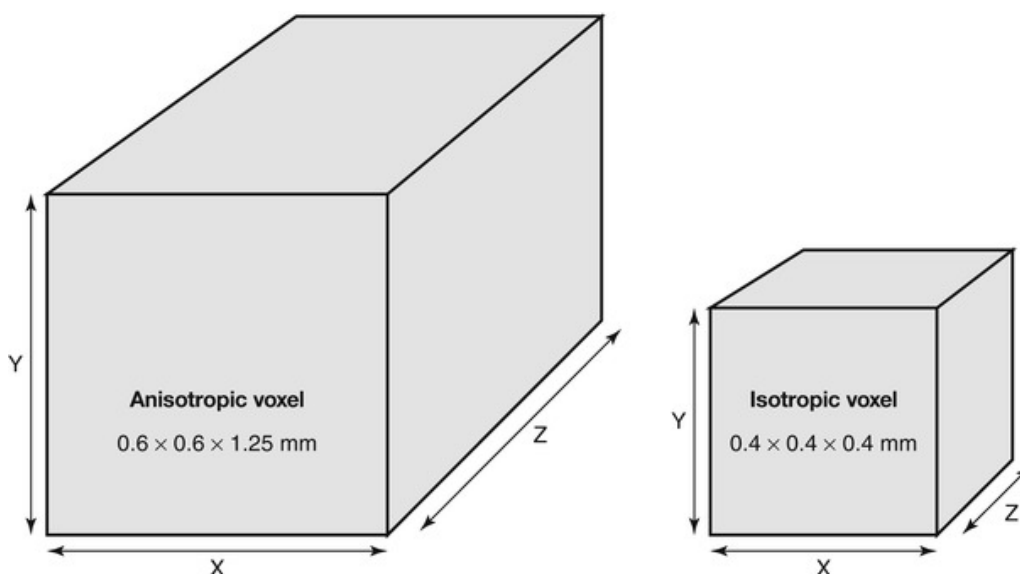
C'est pour cela qu'il faudra nécessairement réaliser un examen complémentaire d'imagerie tridimensionnelle pour évaluer le défaut osseux et orienter le choix thérapeutique vers une greffe allogénique personnalisée.

### 3.3.1. Différence entre Cone Beam et Tomodensitométrie

Nous disposons de deux types d'examens tridimensionnels : le Cone Beam Computed Tomography (CBCT) et l'examen classique de tomodensitométrie (TDM).

Le CBCT a pour avantage d'utiliser des voxels isotropes, ce qui va donner une image non déformée. La tomodensitométrie va produire des voxels anisotropes, l'image sera donc déformée (Figure 28).

Le CBCT permet une diminution de la dose de radiation, une atténuation des artefacts métalliques et une précision plus importante que la tomodensitométrie, c'est pour cela qu'il est l'examen de choix dans le domaine dentaire.



**Figure 28: Différence entre un voxel isotrope et un voxel anisotrope (66)**

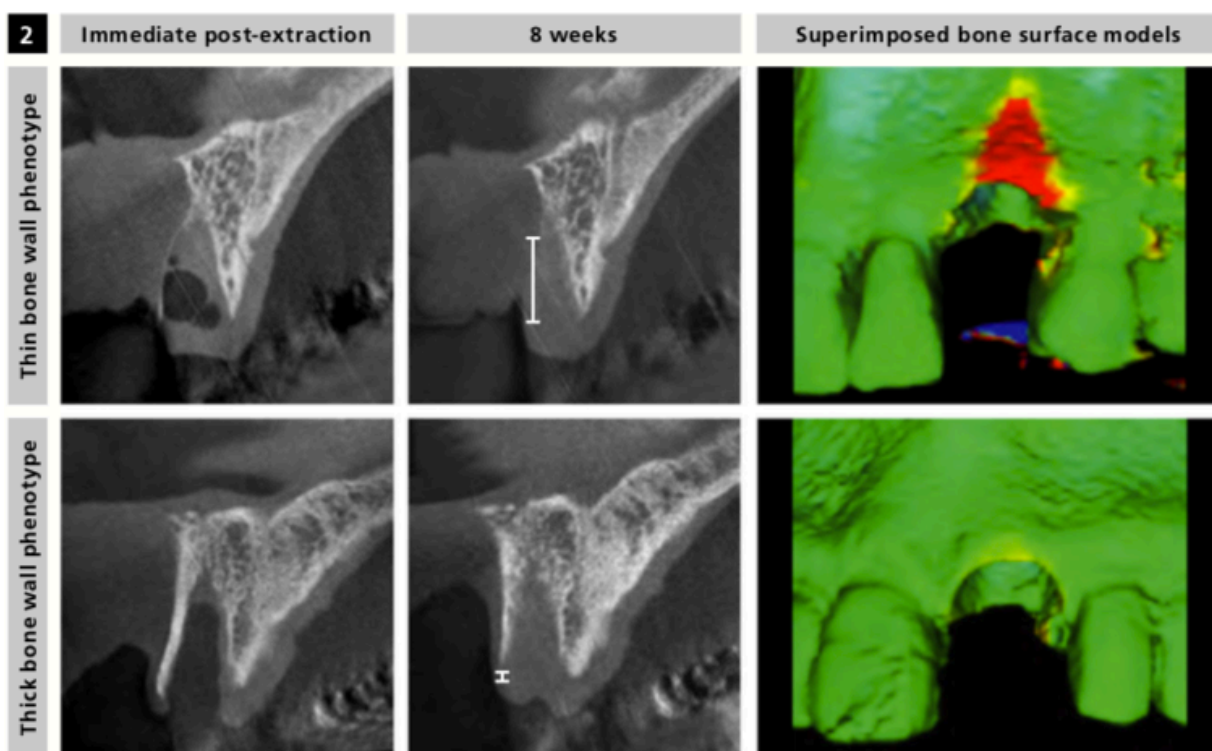
Ces examens vont permettre dans l'analyse pré-opératoire des greffes allogéniques personnalisées de donner les rapports avec les éléments anatomiques nobles et de mesurer de manière fiable sans déformation à l'échelle 1 la taille du défaut osseux dans les 3 sens de l'espace.

C'est avec le Cone Beam (fichiers DICOM) que travaillent les laboratoires pour personnaliser le greffon allogénique, il est donc indispensable à leur réalisation.

### 3.3.2.Particularité du secteur antérieur

Dans le secteur antérieur maxillaire, les défauts osseux se caractérisent par une fonte de la paroi vestibulaire notamment lorsque celle-ci présente une épaisseur inférieure à 1mm (typologie la plus retrouvée dans ce secteur) (Figure 29). Cette résorption est également majorée avec la présence d'un parodonte fin. (19)

Cette analyse du biotype parodontal (examen clinique et radiographique) permet d'anticiper la résorption osseuse future. Cependant dans les cas de greffe osseuse personnalisée, le diagnostic est souvent tardif, la résorption sera très avancée et le biotype parodontal aura moins d'influence sur le long terme.



**Figure 29: Mise en évidence de la différence de résorption osseuse à 8 semaines entre parodonte fin (ligne du haut) et parodonte épais (ligne du bas)(19)**

C'est en présence du phénotype d'os faible en vestibulaire que la greffe personnalisée trouvera plus rapidement son intérêt.

Ainsi, le Cone Beam est indispensable pour plusieurs raisons :

- Il va permettre de poser le bon diagnostic et d'évaluer l'insuffisance osseuse quantitativement et qualitativement.
- C'est grâce à lui que la conception des greffes allogéniques personnalisées est possible. En effet, il va être envoyé à la banque d'os sous forme de fichier DICOM. Selon le procédé de fabrication, le cone beam sera ensuite imprimé en 3D (Biobank ®) ou servira à la CAO de la greffe allogénique (Botiss ®).

C'est ce cone beam qui va permettre d'obtenir un greffon adapté au défaut osseux pour simplifier la chirurgie en elle même ainsi que la cicatrisation post-opératoire (grâce à la diminution du temps opératoire les tissus mous cicatrisent plus rapidement) (42)(51).

## **4. Classifications permettant de définir les patients éligibles à cette technique**

L'objectif est de classer les patients selon une classification diagnostique reprenant les éléments qui caractérisent l'aspect qualitatif et quantitatif d'un défaut osseux horizontal. (cf 4.1)

Ensuite en fonction de la classe diagnostique, proposer un arbre décisionnel thérapeutique déterminant l'éligibilité des patients pour recevoir des blocs allogéniques standard ou personnalisés. (cf 4.2)

### **4.1. Classification diagnostique**

Cette classification va permettre de poser un diagnostic de la résorption de manière qualitative et quantitative. Elle fera suite à un examen clinique et radiologique (Cone Beam).

Tout d'abord, comme vu précédemment, l'os principalement retrouvé dans le secteur antérieur maxillaire correspond aux types D3 et D4 de la classification de Lekholm et Zarb (corticale fine et trabéculations abondantes). Nous obtenons donc 2 principales classes que nous appellerons Classe 3 et Classe 4.

Ensuite, il faudra quantifier le volume de la résorption. Pour ce faire nous avons trois classes pour décrire le volume du défaut osseux présent en se basant sur la classification de Wang et Shammari :

- A : Faible étendue ( $\leq 3$  mm)
- B : Moyenne étendue (4 à 6 mm)
- C : Grande étendue ( $\geq 7$  mm)

Enfin, il faudra décrire le relief du défaut osseux, au moyen de deux sous classes décrivant la surface du défaut osseux :

- $\alpha$  : Régulier ; relief du défaut homogène.
- $\beta$  : Irrégulier ; relief du défaut inhomogène.

Type d'os	Volume de la résorption	Relief du défaut
3	A	$\alpha$
		$\beta$
	B	$\alpha$
		$\beta$
	C	$\alpha$
		$\beta$
4	A	$\alpha$
		$\beta$
	B	$\alpha$
		$\beta$
	C	$\alpha$
		$\beta$

Ainsi, par exemple, une résorption de grande étendue au relief irrégulier sur un os de type D3 de la classification de Lekholm et Zarb correspond à la Classe 3C $\beta$ .

## 4.2. Classification thérapeutique

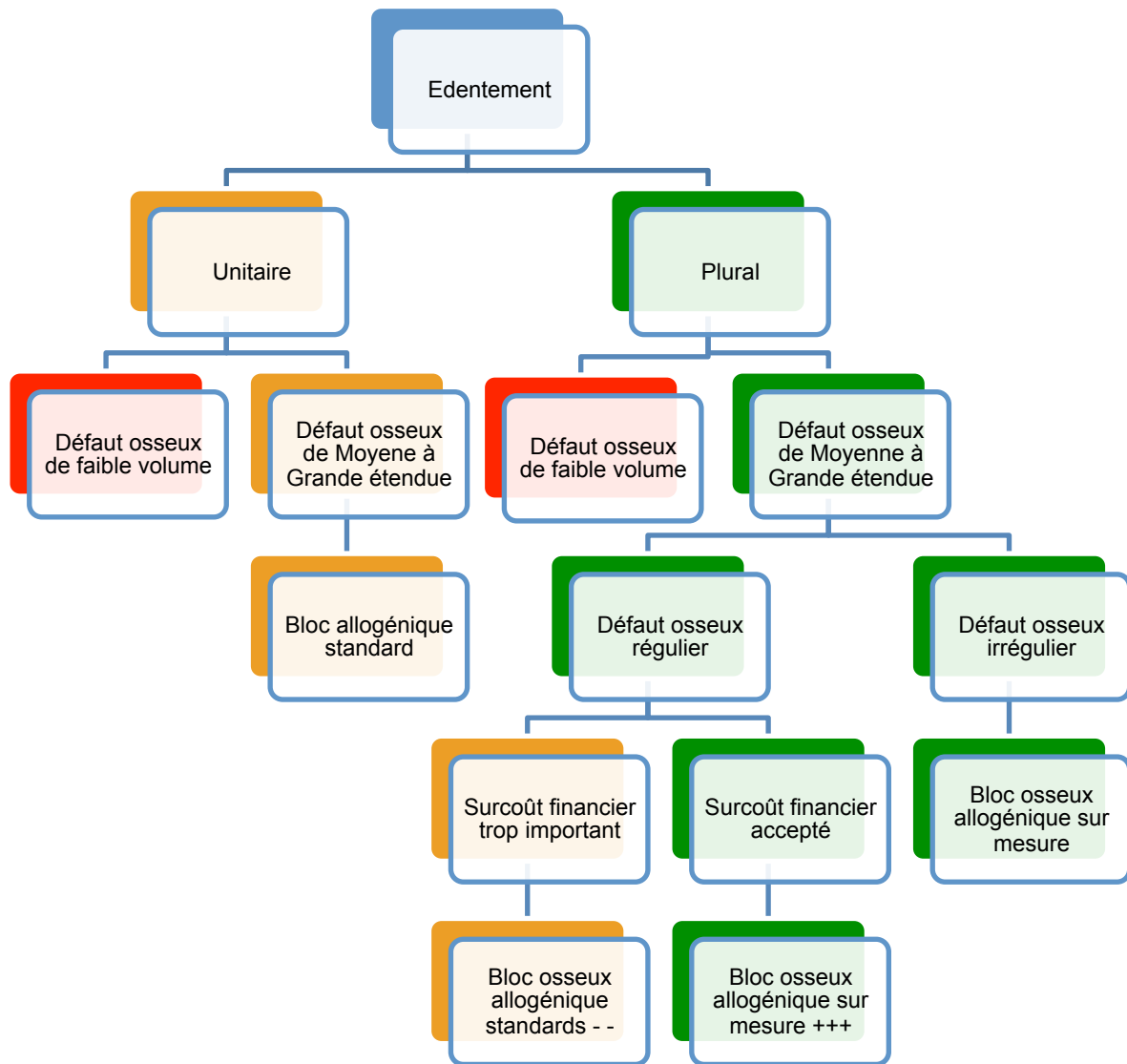
Une fois le diagnostique posé, il faut que les éléments nécessaires à l'indication des greffons allogéniques personnalisés soient réunis.

C'est pourquoi nous proposons sous forme de diagramme de flux (Figure 30) les indications thérapeutiques des greffons osseux allogéniques personnalisés afin de sélectionner cliniquement les patients éligibles à cette technique. Nous partons du principe que les patients refusent le prélèvement osseux autologue et/ou acceptent la greffe d'os allogénique.

Ici, en vert, il s'agit du cheminement nécessaire pour la réalisation des greffons allogéniques sur mesure.

En orange, la personnalisation n'est pas envisageable pour diverses raisons (défaut osseux trop petit, surcoût non accepté par le patient).

Enfin, en rouge, la solution de greffe allogénique ne semble pas appropriée.



**Figure 30 : Classification thérapeutique sous forme de diagramme de flux**

Nous pouvons dire que les classes 3B $\beta$ , 3C $\beta$ , 4B $\beta$  et 4C $\beta$  sont les indications des greffons allogéniques sur mesure. Et que ces mêmes classes mais au relief régulier ( $\alpha$ ) peuvent être reconstruites au moyen de greffons allogéniques personnalisés qui sont une alternative intéressante aux blocs osseux standards pour ces cas.



## CONCLUSION

L'essor des nouvelles technologies nous apporte de multiples solutions aux résorptions osseuses en chirurgie pré-implantaire.

En effet, il est désormais possible de personnaliser les greffons osseux allogéniques avant le jour de la chirurgie osseuse.

Après avoir développé les généralités sur les greffes allogéniques et le secteur antérieur maxillaire, étudié plus précisément les greffons personnalisés, leurs avantages et inconvénients, analysé les différences entre les blocs spongieux et cortico-spongieux disponibles sur le marché Français, développé l'analyse clinique et radiologique nécessaire à la mise en place de ces greffons et proposé des classifications diagnostiques et thérapeutiques sur le sujet ; nous pouvons conclure que même si la greffe autogène reste le gold standard, les greffons osseux allogéniques trouvent leur place dans les chirurgies pré-implantaire visant à augmenter le volume osseux, notamment dans les cas de défauts de moyenne à grande étendue et aux reliefs irréguliers.

En effet, ils sont une alternative fiable et intéressante aux greffes autogéniques, le fait qu'ils soient modélisables, leur confère en effet un avantage majeur.

De plus, selon les études citées dans la partie 1.2.3 (qualité osseuse au maxillaire antérieur), nous pouvons supposer que la typologie d'os dans le secteur maxillaire antérieur s'approche d'un greffon spongieux (corticale inférieure à 1mm dans la majorité des cas et type D3 D4 de Lekholm et Zarb) (19). Le relief osseux irrégulier de ce secteur antérieur maxillaire renforce l'intérêt de ces greffons spongieux conçus de manière assistée par ordinateur (Botiss®).

Il n'est donc pas dénué de sens de proposer dans ce secteur des greffons uniquement spongieux, cependant cette hypothèse nécessite d'être validée par des études scientifiques.

Enfin, le recul ainsi que les études cliniques ne nous permettent pas actuellement de statuer sur le choix des greffons (spongieux ou cortico-spongieux), même si elles tendent à montrer une résorption plus importante des greffons spongieux.

Dans ce monde en mouvance permanente, nous ne savons pas à quoi ressembleront les greffes osseuses de demain. Les bio-imprimantes 3D auront-elles une place dans nos cabinets ? Serons nous à même d'imprimer nos greffons sur mesure au cabinet ?

## Figures et Illustrations

Figure 1 : Les bourgeons à la 6 <sup>ème</sup> semaine de vie intra-utérine (5).....	16
Figure 2 : Correspondance des bourgeons avec les différentes parties de la face (5) .....	17
Figure 3 : Le palais primaire se situe en avant du trait en pointillés et le palais secondaire en arrière. (5).....	17
Figure 4 : émergence du nerf incisif (6) .....	18
Figure 5 : Proximité de l'émergence du nerf avec la crête osseuse lors de la résorption centripète (6) .....	19
Figure 6 : Reconstitution d'un volume osseux au moyen d'un Cone Beam permettant de visualiser la proximité des apex dentaires du secteur antérieur maxillaire avec les fosses nasales chez un patient édenté depuis 7 ans. ....	19
Figure 7 : émergence du nerf infra-orbitaire (6).....	20
Figure 8 : pneumatisation du sinus maxillaire (6) .....	21
Figure 9 : Schéma du remaniement osseux (12).....	22
Figure 10 : Représentation des 4 densités osseuses) décrites dans la classification de Lekholm et Zarb (13).....	23
Figure 11 : description du sens horizontal (21).....	25
Figure 12 : Classification de Cawood et Howell (1988), dans le secteur antérieur maxillaire. En ordonnée : la hauteur apicale d'os résiduel et en abscisses : la largeur vestibulo-linguale d'os résiduel. (24).....	26
Figure 13 : Photographies d'une tête fémorale avant et après le procédé Supercrit®. (33) .....	30
Figure 14 : Coupe d'une tête fémorale avant et après application du procédé Supercrit® (33).....	30
Figures 15 : Bloc allogénique personnalisé BIOBank© (33).....	31
Figure 16 : Bloc allogénique personnalisé Puros© .....	32
Figure 17 : Image d'un bloc allogénique personnalisé bonebuilder. (34) .....	32
Figure 18 : schéma de l'ostéointégration d'un greffon osseux (39).....	33
Figure 19 : Exemple de greffon personnalisé directement sur le modèle stéréolithographique. (47) .....	37
Figure 20 : Protocole de modelage du greffon silicone BIOBank® (48) .....	38
Figure 21 a et b : CAO de greffons personnalisés au maxillaire(49).....	39
Figure 22 : FAO d'un greffon allogénique personnalisé. (48) .....	40
Figure 23 : Modélisation du greffon en fonction du projet prothétique chez Botiss® (51) .....	41
Figure 24 : Différence entre greffon cortico-spongieux (à gauche) et spongieux (à droite) (53) .....	44
Figure 25 : Image de l'architecture osseuse (34) .....	45
Figure 26 : Schéma des pathologies parodontales (63).....	49
Figure 27 : Photographie d'un abcès péri-apical permettant d'imaginer l'inflammation des tissus sous jacents. (65).....	50
Figure 28: Différence entre un voxel isotrope et un voxel anisotrope (66) .....	51
Figure 29: Mise en évidence de la différence de résorption osseuse à 8 semaines entre parodonte fin (ligne du haut) et parodonte épais (ligne du bas)(19).....	52
Figure 30 : Classification thérapeutique sous forme de diagramme de flux.....	56

## Bibliographie

1. von Arx T, Buser D. Horizontal ridge augmentation using autogenous block grafts and the guided bone regeneration technique with collagen membranes: a clinical study with 42 patients. *Clin Oral Implants Res.* août 2006;17(4):359-66.
2. Bouchard P. Parodontologie et dentisterie implantaire. Lavoisier médecine sciences. Vol. Volume 2 : thérapeutiques chirurgicales. 2015.
3. Leong G, Wilson J, Charlett A. Duration of operation as a risk factor for surgical site infection: comparison of English and US data. *J Hosp Infect.* juill 2006;63(3):255-62.
4. Dahan J. La croissance périmétrique du maxillaire et sa sollicitation fonctionnelle ou : du bon usage du Bioactiveur. *Rev Orthopédie Dento-Faciale.* 1 mars 1992;26(1):27-38.
5. Bloch-Zupan A. Mise en place de la face et de la cavité buccale. In: *Morphogenèse crâniofaciale et odontogénèse.* 2012. p. 33.
6. Gaudy J-F, Charrier J-L, Bilweis C, Gorce T. Anatomie clinique. Rueil-Malmaison, France: Éditions CdP; 2007. xv+224.
7. Radlanski RJ, Wesker K. Atlas d'anatomie clinique de la face. Paris, France, Pays multiples; 2016. 353 p.
8. Bercy P, Tenenbaum H, Klewansky P. Parodontologie : du diagnostic à la pratique. Bruxelles : De Boeck université, cop. 1996.; 1996.
9. Buser D, Chen ST, Weber HP, Belser UC. Early implant placement following single-tooth extraction in the esthetic zone: biologic rationale and surgical procedures. *Int J Periodontics Restorative Dent.* oct 2008;28(5):441-51.
10. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. *J Clin Periodontol.* févr 2005;32(2):212-8.
11. Cardaropoli G, Araújo M, Lindhe J. Dynamics of bone tissue formation in tooth extraction sites. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol.* sept 2003;30(9):809-18.
12. J. -F. Tulasne, Andréani J-F, Colombier M-L, Valentini P. Les greffes osseuses en implantologie. Réussir. Paris; 2004.
13. Martinez H, Renault P dentiste), Renault G. Les implants : chirurgie et prothèse : choix thérapeutique stratégique. Rueil-Malmaison : Éd. CdP, impr. 2008.; 2008. (JPIO).
14. Berdougou M, Fortin T, De Valbray R. Les protocoles de forage. *Fil Dent.* févr 2010;(50).
15. Trisi P, Rao W. Bone classification: clinical-histomorphometric comparison. *Clin Oral Implants Res.* févr 1999;10(1):1-7.
16. Fanuscu MI, Chang T-L. Three-dimensional morphometric analysis of human cadaver bone: microstructural data from maxilla and mandible. *Clin Oral Implants Res.* avr 2004;15(2):213-8.
17. Rozé J, Babu S, Saffarzadeh A, Gayet-Delacroix M, Hoornaert A, Layrolle P. Correlating implant stability to bone structure. *Clin Oral Implants Res.* 1 oct 2009;20(10):1140-5.
18. Zhang W, Skrypczak A, Weltman R. Anterior maxilla alveolar ridge dimension and morphology measurement by cone beam computerized tomography (CBCT) for immediate implant treatment planning. *BMC Oral Health.* 10 juin 2015;15:65.
19. Chappuis V, Araújo MG, Buser D. Clinical relevance of dimensional bone and soft tissue alterations post-extraction in esthetic sites. *Periodontol 2000.* févr 2017;73(1):73-83.
20. Davarpanah M, Szmukler-Moncler S, Houry PM, Caraman M, Abdul-Sater S, Corbière S de. Manuel d'implantologie clinique : concepts, protocoles et innovations récentes. Rueil-Malmaison : Éd. CdP, impr. 2008.; 2008. (JPIO).
21. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1 août 1988;17(4):232-6.

22. Seban A, Cantaloube D. Greffes osseuses et implants. Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, DL 2008.; 2008.
23. Davarpanah M, Jakubowicz-Kohen B, Caraman M, Kebir M. Les implants en odontologie. [Rueil-Malmaison] : Éditions CdP, DL 2004, cop. 2004.; 2004. (Mémento).
24. UFO. Anatomical Variations. Pocket Dentistry. 2015.
25. al BG et. Guided bone regeneration with particulate vs. block xenogenic bone substitutes: a pilot cone beam computed tomographic investigation. - PubMed - NCBI. 2014.
26. G. Princ; T. Piral; Et collectif. Chirurgie osseuse préimplantaire - 2ème édition. Initiatives santé; 2008.
27. Lee AMH, Poon CY. The Clinical Effectiveness of Alveolar Ridge Preservation in the Maxillary Anterior Esthetic Zone—A Retrospective Study. *J Esthet Restor Dent.* 1 avr 2017;29(2):137-45.
28. Buser D, Chappuis V, Belser UC, Chen S. Implant placement post extraction in esthetic single tooth sites: when immediate, when early, when late? *Periodontol 2000.* 1 févr 2017;73(1):84-102.
29. Wang H-L, Al-Shammari K. HVC ridge deficiency classification: a therapeutically oriented classification. *Int J Periodontics Restorative Dent.* août 2002;22(4):335-43.
30. Chen ST, Darby I. The relationship between facial bone wall defects and dimensional alterations of the ridge following flapless tooth extraction in the anterior maxilla. *Clin Oral Implants Res.* 1 août 2017;28(8):931-7.
31. Jordana F, Visage CL, Weiss P. Substituts osseux. *médecine/sciences.* 1 janv 2017;33(1):60-5.
32. Haute Autorité de Santé - Allogreffes osseuses cryoconservées.
33. GlobalD : catalogue de régénération.
34. Produits - Straumann [Internet]. Disponible sur: [www.botiss-bonebuilder.com](http://www.botiss-bonebuilder.com)
35. Urist MR. Bone: formation by autoinduction. *Science.* 12 nov 1965;150(3698):893-9.
36. Greenstein G, Greenstein B, Cavallaro J, Tarnow D. The role of bone decortication in enhancing the results of guided bone regeneration: a literature review. *J Periodontol.* févr 2009;80(2):175-89.
37. Danesh-Sani SA, Tarnow D, Yip JK, Mojaver R. The influence of cortical bone perforation on guided bone regeneration in humans. *Int J Oral Maxillofac Surg.* févr 2017;46(2):261-6.
38. Reconstitution de maxillaire complet atrophié par blocs allogéniques et mise en charge immédiate sur implants transitoires. *Lefildentaire magazine dentaire.* 2010.
39. Casey P. Procédure de greffe osseuse. 2018.
40. Delloye C, Cornu O, Druetz V, Barbier O. Bone allografts: What they can offer and what they cannot. *J Bone Joint Surg Br.* mai 2007;89(5):574-9.
41. Melville JC, Nassari NN, Hanna IA, Shum JW, Wong ME, Young S. Immediate Transoral Allogeneic Bone Grafting for Large Mandibular Defects. Less Morbidity, More Bone. A Paradigm in Benign Tumor Mandibular Reconstruction? *J Oral Maxillofac Surg Off J Am Assoc Oral Maxillofac Surg.* avr 2017;75(4):828-38.
42. Jacotti M, Barausse C, Felice P. Posterior atrophic mandible rehabilitation with onlay allograft created with CAD-CAM procedure: a case report. *Implant Dent.* févr 2014;23(1):22-8.
43. Jabbour M, Tourbah B. Le bloc osseux allogénique Puros® : propriétés et technique d'utilisation. *Implant.* 2011;7.
44. Venet L, Perriat M, Mangano FG, Fortin T. Horizontal ridge reconstruction of the anterior maxilla using customized allogeneic bone blocks with a minimally invasive technique - a case series. *BMC Oral Health.* 8 déc 2017;17.
45. Berglundh T, Salvi GE, Weber HP. *Clinical Oral Implants Research.* 21 sept 2014;25,

issue s10:674-674.

46. Mangano F, Macchi A, Shibli JA, Luongo G, Iezzi G, Piattelli A, et al. Maxillary Ridge Augmentation with Custom-Made CAD/CAM Scaffolds. A 1-Year Prospective Study on 10 Patients. *J Oral Implantol*. 23 janv 2013;40(5):561-9.
47. Les bio-imprimantes 3D de nouveaux outils en Chirurgie Orale et en Ingénierie Tissulaire. *Lefildentaire magazine dentaire*. 2017.
48. BIOBank : Brochure technique GSM.
49. Straumann : produits et solutions, maxgraft.
50. Foresti DC. Réhabilitation esthétique d'un pré-maxillaire atrophié. 2014;8.
51. Blume O, Hoffmann L, Donkiewicz P, Wenisch S, Back M, Franke J, et al. Treatment of Severely Resorbed Maxilla Due to Peri-Implantitis by Guided Bone Regeneration Using a Customized Allogenic Bone Block: A Case Report. *Materials*. 21 oct 2017;10(10):1213.
52. Simplified Onlay Grafting with a 3-dimensional Block Technique: A Technical Note.
53. Produits – Biobank [Internet]. [cité 20 oct 2017]. Disponible sur: <http://www.biobank.fr/professionnel-dentaire/produits/>
54. Keith JD, Petrungraro P, Leonetti JA, Elwell CW, Zeren KJ, Caputo C, et al. Clinical and histologic evaluation of a mineralized block allograft: results from the developmental period (2001-2004). *Int J Periodontics Restorative Dent*. août 2006;26(4):321-7.
55. Schlee M, Rothamel D. Ridge augmentation using customized allogenic bone blocks: proof of concept and histological findings. *Implant Dent*. juin 2013;22(3):212-8.
56. Garagiola U, Grigolato R, Soldo R, Bacchini M, Bassi G, Roncucci R, et al. Computer-aided design/computer-aided manufacturing of hydroxyapatite scaffolds for bone reconstruction in jawbone atrophy: a systematic review and case report. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*. déc 2016;38(1):2.
57. Atrophic Mandible Reconstruction Using Calvarial Bone Grafts and Implant-Supported Overdentures: Radiographic Assessment of Autograft Healing and Adaptation. 2004.
58. Deluiz D, Oliveira LS, Pires FR, Tinoco EMB. Time-Dependent Changes in Fresh-Frozen Bone Block Grafts: Tomographic, Histologic, and Histomorphometric Findings. *Clin Implant Dent Relat Res*. 1 avr 2015;17(2):296-306.
59. Jensen S, Terheyden H. Bone Augmentation Procedures in Localized Defects in the Alveolar Ridge: Clinical Results with Different Bone Grafts and Bone-Substitute Materials. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2009;
60. Bohner M, Loosli Y, Baroud G, Lacroix D. Commentary: Deciphering the link between architecture and biological response of a bone graft substitute. *Acta Biomater*. 1 févr 2011;7(2):478-84.
61. Otto S, Kleye C, Burian E, Ehrenfeld M, Cornelius C-P. Custom-milled individual allogeneic bone grafts for alveolar cleft osteoplasty-A technical note. *J Cranio-Maxillo-fac Surg Off Publ Eur Assoc Cranio-Maxillo-fac Surg*. déc 2017;45(12):1955-61.
62. Desobeau B. Les greffons osseux sur mesure en chirurgie pré-implantaire : revue systématique de la littérature. 27 juin 2016;47.
63. Colloque IFRO. Les maladies parodontales. 2014.
64. al KS et. A retrospective study of root coverage procedures using an image analysis system. 2008.
65. Aspects cliniques et anatomopathologiques des kystes odontogènes | Dossiers du mois. *Le Courrier du Dentiste, portail de formation dentaire continue francophone*. 2002.
66. Carrascosa P, Capuñay C, Sueldo CE, Baronio JM. CT Virtual Hysterosalpingography. *Springer*; 2014. 295 p.

**GREFFES ALLOGÉNIQUES PERSONNALISÉE DANS LE SECTEUR**

**ANTÉRIEUR MAXILLAIRE : ANALYSE PRÉ-OPÉRATOIRE / Hugo CARREZ.**

- f. 62 ; ill. 30 ; réf. 66.

**Domaines** : Implantologie, chirurgie.

**Mots clés RAMEAU** : Allogreffes ; Maxillo-Chirurgie ; Implantologie dentaire ; Implants endo-osseux (odontostomatologie) ; Os-Greffe ; Bouche-Examens médicaux

**Mots clés FMeSH** : Allgreffes ; Evaluation pré-opératoire : Maxillaire-chirurgie ; Greffe osseuse alvéolaire ; Diagnostic buccal

**Mots clés libres** : Secteur antérieur maxillaire ; Greffon osseux ; Greffes allogéniques personnalisées ; Chirurgie pré-implantaire ; Analyses pré-opératoires

L'essor des nouvelles technologies nous offre la possibilité de les utiliser en chirurgie pré-implantaire au cabinet dentaire. L'une d'elles concerne la personnalisation de greffons osseux allogéniques.

En effet, il est désormais possible d'obtenir un greffon parfaitement adapté au site receveur avant même d'avoir incisé le parodonte.

Nous nous sommes intéressés dans cet ouvrage aux greffons allogéniques personnalisés dans le secteur antérieur maxillaire, qui nécessite une attention toute particulière de par son caractère esthétique. Nous avons donc développé le sujet sur l'étude pré-opératoire de ce secteur et des greffons allogéniques personnalisés.

Une première partie de rappels généraux nous a permis de poser les bases avant d'aborder le cœur du sujet.

La seconde partie ; concerne les greffons en eux même, leur protocole de réalisation, avantages et inconvénients et une analyse des différences entre les blocs spongieux et cortico-spongieux personnalisables disponibles sur le marché.

La troisième partie ; précise le déroulement de l'analyse pré-opératoire clinique et radiologique, l'importance du cone beam et les particularités à rechercher lors de la lecture de cet examen complémentaire.

Enfin, dans une quatrième partie nous avons proposés une classification thérapeutique des défauts osseux présents dans le secteur antérieur maxillaire ainsi qu'une classification thérapeutique afin de faciliter la sélection des patients éligibles à cette technique.

**JURY :**

**Président : Monsieur le Professeur Guillaume PENEL**

**Assesseurs : Monsieur le Docteur Claude LEFEVRE**

**Monsieur le Docteur François BOSCHIN**

**Monsieur le Docteur Gilbert NAFASH**