

Année 2018

N° 3498

LE TRAITEMENT IMPLANTAIRE EN
SECTEUR MANDIBULAIRE POSTÉRIEUR
FORTEMENT RÉSORBÉ

THÈSE POUR LE DIPLÔME D'ÉTAT DE DOCTEUR
EN CHIRURGIE DENTAIRE

Présentée et soutenue publiquement par

Julien VINCENT

Né le 21 Octobre 1993

Le 26/09/2018 devant le jury ci-dessous :

Président : Monsieur le Professeur Philippe LESCLOUS

Assesseur : Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ

Assesseur : Madame le Docteur Fabienne JORDANA

Invité : Monsieur le Docteur François POIROUX

Directeur de thèse : Monsieur le Docteur Damien LOCHON

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

À Monsieur le Professeur Philippe LESCLOUS,

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaire

Habilité à Diriger des Recherches

Chef du Département de Chirurgie Orale

- NANTES -

*Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de ce jury,
Pour la qualité de votre enseignement,
Pour votre disponibilité et vos conseils.*

*Veillez trouver dans ce travail le témoignage de mon profond
respect et de ma reconnaissance.*

A Monsieur le Professeur Yves AMOURIQ,

Professeur des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Nantes

Habilité à Diriger des Recherches

Département de Prothèses

Chef de Service d'Odontologie Restauratrice et Chirurgicale

- NANTES -

*Pour avoir accepté de faire partie de ce jury de thèse,
Pour la qualité de vos enseignements théoriques et cliniques,
Pour votre gentillesse et votre disponibilité.*

*Soyez assuré de ma sincère gratitude et de ma profonde
reconnaissance.*

A Monsieur le Docteur Damien LOCHON,

**Assistant Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires
Département de Chirurgie Orale**

- NANTES -

*Je tenais à vous remercier de m'avoir fait l'honneur de diriger cette thèse.
Pour votre disponibilité, votre patience, vos conseils avisés, et la confiance
que vous m'avez accordée et pour votre aide dans chacune des étapes de
ce travail.*

*Je voudrais vous remercier tout particulièrement de m'avoir fait partager vos
connaissances et votre expérience dans le domaine de la chirurgie orale.*

*Je vous suis très reconnaissant de m'avoir enseigné avec passion cette
spécialité.*

*Veillez trouver ici, l'assurance et le témoignage de toute la gratitude et la
reconnaissance que je porte à votre égard.*

A Madame le Docteur Fabienne JORDANA,

Maître de Conférences des Universités

Praticien Hospitalier des Centres de Soins d'Enseignement et de Recherche Dentaires

Docteur de l'Université de Bordeaux

Département de Sciences Anatomiques et Physiologiques, Occlusodontiques,

Biomatériaux, Biophysique, Radiologie.

- NANTES -

Je tiens à vous exprimer toute mon admiration pour votre gentillesse, et votre enthousiasme.

Vous m'avez apporté de nombreuses connaissances pratiques et théoriques. Merci beaucoup d'avoir su les transmettre avec patience, efficacité et gentillesse.

Veuillez trouver ici l'expression de ma profonde estime et de mon plus grand respect.

A Monsieur le Docteur François POIROUX,

- LA ROCHELLE -

Pour m'avoir transmis votre passion de la chirurgie-dentaire.

Je n'oublierai jamais ce premier stage dans la profession, réalisé à vos côtés en 2008.

Votre joie d'exercer restera à jamais gravée dans mon esprit et a sans aucun doute guidé mes décisions.

Je tiens à profondément vous remercier pour cela.

Veillez trouver ici l'expression de ma profonde admiration, de ma sincère gratitude et de mon plus grand respect.

Table des matières

| | |
|---|----|
| Introduction | 13 |
| 1. Rappels et généralités | 14 |
| 1.1 - Buts de l'implantologie et problématique du sujet..... | 14 |
| 1.2 - Anatomie de la mandibule postérieure (32) | 16 |
| 1.2.1 - Le corps..... | 16 |
| 1.2.1.1 - La face externe | 16 |
| 1.2.1.2 - La face interne | 16 |
| 1.2.1.3 - La partie alvéolaire | 17 |
| 1.2.1.4 - La base | 17 |
| 1.2.2 - Les branches montantes de la mandibule..... | 17 |
| 1.2.2.1 - La face externe | 17 |
| 1.2.2.2 - La face interne..... | 17 |
| 1.2.2.3 - Le bord inférieur..... | 18 |
| 1.2.2.4 - Le bord postérieur..... | 18 |
| 1.2.2.5 - Le bord antérieur | 18 |
| 1.2.3 - Vascularisation | 18 |
| 1.2.4 - Innervation | 18 |
| 1.3 - Le tissu osseux | 22 |
| 1.3.1 - Architecture osseuse | 22 |
| 1.3.1.1 - L'os compact..... | 22 |
| 1.3.1.2 - L'os spongieux (5)..... | 23 |
| 1.3.2 - Histologie du tissu osseux..... | 23 |
| 1.3.2.1 - Les ostéoblastes..... | 23 |
| 1.3.2.2 - Les ostéocytes..... | 24 |
| 1.3.2.3 - Les cellules bordantes..... | 24 |
| 1.3.2.4 - Les ostéoclastes | 24 |
| 1.3.2.5 - Rôle du périoste (5) | 25 |
| 1.3.3 - Physiologie du tissu osseux | 25 |
| 1.3.3.1 - Le modelage..... | 25 |
| 1.3.3.2 - Le remodelage..... | 25 |
| 1.3.4 - Les matériaux de comblement osseux (5) | 27 |
| 1.3.4.1 - Les propriétés biologiques des matériaux de comblement osseux | 27 |
| 1.3.4.2 - Les différents types de matériaux de comblement | 27 |
| 2 - Etude pré-opératoire | 29 |
| 2.1 - Etiologie de la perte osseuse (18) | 29 |
| 2.1.1 - Cause d'origine physiologique : la résorption osseuse post-extractionnelle..... | 29 |

| | |
|--|----|
| 2.1.1.1 - La résorption mandibulaire post-extractionnelle (57)..... | 29 |
| 2.1.1.2 - Facteurs influençant la résorption post-extractionnelle (4)..... | 30 |
| 2.1.1.3 - Prévention de la résorption osseuse post-extractionnelle | 31 |
| 2.1.2 - Causes d'origine congénitale | 32 |
| 2.1.3 - Causes d'origine infectieuse | 32 |
| 2.1.4 - Causes d'origine traumatique..... | 32 |
| 2.1.5 - Causes d'origine iatrogène..... | 32 |
| 2.2 - Les spécificités anatomiques et tissulaires à prendre en compte en secteur mandibulaire postérieur | 33 |
| 2.2.1 - Spécificités anatomiques..... | 33 |
| 2.2.1.1 - Le canal alvéolaire inférieur | 33 |
| 2.2.1.2 - Le foramen mentonnier..... | 33 |
| 2.2.1.3 - La concavité linguale | 34 |
| 2.2.1.4 - L'artère sublinguale..... | 34 |
| 2.2.1.5 - Les insertions musculaires (18)..... | 35 |
| 2.2.2 - Spécificités tissulaires | 35 |
| 2.2.2.1 - La structure osseuse | 35 |
| 2.2.2.2 - La vascularisation | 35 |
| 2.3 - Classification des pertes de substances osseuses..... | 36 |
| 2.3.1 - Défauts osseux horizontaux (37)..... | 36 |
| 2.3.2 - Défauts osseux verticaux (37)..... | 36 |
| 2.3.3 - Défauts osseux mixtes (37)..... | 36 |
| 2.3.4 - Evaluation de la qualité osseuse..... | 36 |
| 2.4 - Visualisation et objectivation de l'os disponible | 38 |
| 2.4.1 - Examen clinique..... | 38 |
| 2.4.1.1 - L'examen exobuccal | 38 |
| 2.4.1.2 - L'examen endobuccal..... | 39 |
| 2.4.2 - Les examens radiologiques..... | 39 |
| 2.4.2.1 - Radiographie rétro-alvéolaire | 40 |
| 2.4.2.2 - Radiographie panoramique | 40 |
| 2.4.2.3 - Le Cone Beam..... | 40 |
| 2.5 - Contre-indications au traitement implantaire (18) | 43 |
| 2.5.1 - Contre-indications absolues..... | 43 |
| 2.5.2 - Contre-indications relatives..... | 43 |
| 2.6 - Conclusion | 44 |
| 3 - Options thérapeutiques..... | 45 |
| 3.1 - Chirurgie correctrice avec augmentation du volume osseux | 45 |
| 3.1.1 - Greffe osseuse d'apposition ou greffe en onlay | 45 |
| 3.1.1.1 - Principe (29) (35) (37) (38) (43)..... | 45 |

| | |
|--|----|
| 3.1.1.2 - Avantages | 46 |
| 3.1.1.3 - Inconvénients..... | 46 |
| 3.1.1.4 - Cas clinique n°1 : présentation d'une greffe osseuse autogène (Courtoisie : Dr POIROUX François.)..... | 46 |
| 3.1.1.5 - Cas clinique n°2 : présentation d'une greffe osseuse allogène (Courtoisie : Dr POIROUX François.)..... | 50 |
| 3.1.2 - Greffe osseuse en coffrage (43)..... | 53 |
| 3.1.2.1 - Principe..... | 53 |
| 3.1.2.2 - Avantages | 54 |
| 3.1.2.3 - Inconvénients..... | 54 |
| 3.1.2.4 - Cas clinique (Courtoisie : Dr LOCHON Damien.)..... | 54 |
| 3.1.3 - La Régénération Osseuse Guidée (ROG) | 58 |
| 3.1.3.1 - Principe..... | 58 |
| 3.1.3.2 - Avantage..... | 58 |
| 3.1.3.3 - Inconvénients..... | 59 |
| 3.1.4 - Distraction alvéolaire mandibulaire | 59 |
| 3.1.4.1 - Principe..... | 59 |
| 3.1.4.2 - Avantages | 60 |
| 3.1.4.3 - Inconvénients..... | 60 |
| 3.1.5 - Ostéotomie segmentaire de rotation | 60 |
| 3.1.5.1 - Principe..... | 60 |
| 3.1.5.2 - Avantages | 61 |
| 3.1.5.3 - Inconvénients..... | 61 |
| 3.2 - Chirurgie correctrice sans augmentation du volume osseux : la transposition du NAI. (55) (28)..... | 62 |
| 3.2.1 - Les types de déplacements possibles..... | 62 |
| 3.2.2 - Indications | 62 |
| 3.2.3 - Inconvénients | 63 |
| 3.3 - Prise en charge sans chirurgie correctrice : les implants dits courts et ultra-courts (56) (63)..... | 64 |
| 3.3.1 - Définition | 64 |
| 3.3.2 - Avantages des implants dits courts et ultra-courts (30)..... | 64 |
| 3.3.3 - Inconvénients des implants dits courts et ultra-courts..... | 65 |
| 3.3.4 - Facteurs de succès des implants courts | 65 |
| 3.3.4.1 - Le diamètre implantaire | 65 |
| 3.3.4.2 - Qualité osseuse | 65 |
| 3.3.4.3 - Nombre d'implants..... | 66 |
| 3.3.4.4 - Choix de l'état de surface implantaire..... | 66 |
| 3.3.4.5 - Hauteur implantaire/Hauteur prothétique..... | 66 |

| | |
|--|----|
| 3.3.5 - Cas clinique (Courtoisie : Dr POIROUX François.)..... | 67 |
| 4- Discussion | 69 |
| 4.1 - Rôle de l'environnement gingival (61)..... | 69 |
| 4.1.1 - Objectif de la greffe de tissu kératinisé | 69 |
| 4.1.2 - Quand faut-il greffer ? | 70 |
| 4.1.3 - Applications aux implants dits courts et ultra-courts..... | 70 |
| 4.2 - Acceptation du plan de traitement..... | 70 |
| 4.3 - Revue de la littérature : augmentation osseuse vs implants ultra-courts..... | 71 |
| Conclusion | 77 |
| Références bibliographiques | 78 |
| Table des illustrations..... | 86 |
| Annexes | 88 |
| 1 - Classification ASA..... | 88 |
| 2 - Rapport ANSM Juillet 2011 : les patients à haut risque d'endocardite infectieuse | 89 |

Introduction

L'absence naturelle ou pathologique d'un organe dentaire a toujours fait l'objet de soins plus ou moins adaptés. Ainsi, les thérapeutiques de substitution existantes reposaient essentiellement jusqu'à la fin du XXème siècle sur la confection de prothèses amovibles ou de prothèses fixes prenant appuies sur des dents naturelles encore présentes. Or à partir des travaux de Brånemark aux cours des années 1980 et le développement de l'implantologie, ces schémas thérapeutiques ont été bouleversés. Il est ainsi aujourd'hui définitivement admis par la profession que la réhabilitation par prothèse implantaire est un moyen fiable et efficace de traitement d'un secteur édenté.

Cependant, la pose d'implants se heurte à différentes limites. Tout d'abord, cela nécessite la présence d'un tissu de soutien de qualité et présent en quantité suffisante. Ensuite, dans la région postérieure de la mandibule, la pose d'implants de taille et de diamètre standard est souvent limitée par des obstacles anatomiques. Enfin, cette région peut présenter une résorption alvéolaire importante majorant la difficulté opératoire.

Pour répondre à ces différents problèmes, un grand nombre de techniques chirurgicales ont été élaborées afin d'augmenter le volume osseux résiduel. Or ces techniques, indépendamment de la réticence des patients à les accepter et ensuite à les supporter, ne sont pas toujours aussi fiables qu'on peut le penser. De plus, il est important de souligner que ces zones mandibulaires postérieures ainsi que les implants qui y sont posés sont soumis à des forces de mastication beaucoup plus importantes que dans la région antérieure, tout compromis chirurgical sera source d'échec. (48)

Nous définirons dans ce travail la résorption osseuse alvéolaire et plus particulièrement celle qui se produit en secteur mandibulaire postérieur, source d'un véritable défi pour l'implantologie.

Nous présenterons ensuite les différentes options thérapeutiques implantaire actuellement disponibles, permettant de résoudre cette problématique clinique. A l'heure actuelle, les différentes alternatives possibles sont la chirurgie osseuse et muco-gingivale permettant la mise en place d'implants standards versus l'utilisation d'implants beaucoup plus récents, les implants dits courts et ultra-courts.

Nous étudierons la littérature afin d'analyser quel choix semble le plus adapté afin d'orienter l'implantologiste dans sa pratique quotidienne.

1. Rappels et généralités

1.1 - Buts de l'implantologie et problématique du sujet

L'implantologie apparaît aujourd'hui comme un élément clé dans le processus de réhabilitation bucco-dentaire du système manducateur.

Le traitement implantaire doit permettre une restauration à la fois fonctionnelle (mastication/phonation/élocution) et esthétique (sourire/soutien du visage) à long terme. Mais sa réussite repose sur deux paramètres, fondamentaux, que sont le volume osseux et gingival devant être en quantité suffisante.

Il faut noter par ailleurs que la position de l'implant sur l'arcade dentée reste guidée par les impératifs prothétiques. Et que les conditions anatomiques demeurent souvent peu compatibles avec les impératifs prothétiques, nous obligeant à nous y adapter. La reconstruction d'une alvéole défectueuse, en impliquant à la fois une reconstruction des tissus gingivaux et du tissu osseux, constitue un défi de taille.

L'aménagement implantaire a pour objectif d'obtenir un volume alvéolaire suffisant et nécessaire à l'implantation. Tout en respectant des impératifs esthétique et mécanique, comme détaillés ci-après :

- **Obtenir un support osseux implantaire adéquat (18) :**
 - Largeur de crête laissant 1 mm de part et d'autre de l'implant
 - Hauteur osseuse suffisante laissant une marge de sécurité (au minimum 2 mm) par rapport aux éléments anatomiques nobles voisins (canal alvéolaire mandibulaire, foramen mentonnier)
 - Longueur de crête : devant respecter un espace de 2 mm entre un implant et une dent, et de 3 mm entre deux implants pour les composants prothétiques ainsi que le ménagement de la gencive papillaire
 - Angulation crête/axe prothétique idéalement inférieure à 30°.

- **Objectif mécanique** : un rapport couronne clinique/implant inférieur ou égal à 1 doit être respecté d'après DAVARPANAH ET COLL. (18) On verra dans la suite de ce travail que le respect de ce rapport est remis en question par des études plus récentes. L'espace prothétique nécessaire à la réalisation de la couronne peut être restauré via un aménagement prothétique et/ou chirurgical pré implantaire, en fonction du volume osseux mandibulaire et de cet espace prothétique disponible. (18)

- **Objectif esthétique** : le rétablissement d'un profil gingival harmonieux dépend fortement de la position coronaire de la gencive attachée et notamment marginale. L'axe implantaire, en conditionnant l'émergence prothétique et l'alignement de la future prothèse au reste de l'arcade dentaire, présente également un rôle non négligeable dans cet impératif esthétique.

L'implantologie peut parfois constituée un véritable challenge en secteur mandibulaire postérieur, du fait de contraintes anatomiques non négligeables ainsi que de la proximité du Nerf Alvéolaire Inférieur (NAI) consécutive à la résorption osseuse.

1.2 - Anatomie de la mandibule postérieure (32)

Cet os, impair, médian et symétrique représente le seul os mobile de tout le massif crânio-facial. Elle comprend trois parties, un corps et 2 branches unis par deux angles mandibulaires, et présente ainsi une forme en fer à cheval, dont les extrémités se redressent vers le haut.

Afin de définir les limites du sujet, on précise que l'on entend par « mandibule postérieure » la région s'étendant de la première prémolaire (dent n° 34 ou 44) à la dent de sagesse (dent n° 38 ou 48).

1.2.1 - Le corps

Il est horizontal, arqué à concavité postérieure, avec deux faces, une partie alvéolaire et une base.

1.2.1.1 - La face externe

Elle est marquée latéralement par **la ligne oblique externe** qui part du tubercule mentonnier et se dirige en haut et en arrière pour se continuer avec la lèvre externe du bord antérieur de la branche de la mandibule.

S'y trouve aussi **le foramen mentonnier**, situé en-dessous de la 2ème prémolaire, qui livre le passage aux vaisseaux et au nerf mentonnier.

1.2.1.2 - La face interne

Elle est concave en arrière et présente la ligne mylo-hyoïdienne, la fosse sublinguale et la fosse submandibulaire.

La ligne mylo-hyoïdienne ou ligne oblique interne part d'une épine mentonnière supérieure pour se continuer en haut avec la lèvre interne de la branche de la mandibule. Elle donne l'insertion dans sa partie antérieure au muscle mylo-hyoïdien, dans sa partie postérieure, au muscle constricteur supérieur du pharynx et au raphé ptérygo-mandibulaire.

La fosse sublinguale, située au-dessus de la partie antérieure de la ligne mylo-hyoïdienne, contient la glande sublinguale.

La fosse submandibulaire, située au-dessous de la partie postérieure de la ligne mylohyoïdienne, contient la glande submandibulaire.

1.2.1.3 - La partie alvéolaire

Elle est large et creusée d'alvéoles dentaires séparées par les septa inter-dentaires. Ces dernières déterminent sur sa face externe des proéminences correspondant aux racines dentaires, nommées « hagues alvéolaires ».

1.2.1.4 - La base

Epaisse et arrondie, elle présente à sa partie postérieure le sillon de l'artère faciale.

1.2.2 - Les branches montantes de la mandibule

Chaque branche, rectangulaire et à grand axe vertical, présente deux faces et quatre bords dont le bord supérieur n'étant pas traité dans ce travail.

1.2.2.1 - La face externe

Sa partie inférieure, ou tubérosité massétérique, est rugueuse, avec des carpettes inconstantes. Elle donne insertion au muscle masséter.

1.2.2.2 - La face interne

Elle présente d'avant en arrière : le trigone rétromolaire, le foramen mandibulaire, le sillon mylohyoïdien et la tubérosité ptérygoïdienne.

Le trigone rétromolaire est une fossette située en arrière de la 3ème molaire inférieure, et latérale au trigone d'insertion du raphé ptérygo-mandibulaire et du muscle constricteur supérieur du pharynx.

Le foramen mandibulaire est situé au milieu de la face interne, sur l'axe du bord alvéolaire, il est localisé à 18 mm en arrière de la troisième molaire inférieure.

Son rebord antérieur présente une crête proéminente, la lingula mandibulaire, sur laquelle se fixe le ligament sphéno-mandibulaire. Dans le foramen passent les vaisseaux et nerfs alvéolaires inférieurs.

Le sillon mylo-hyoïdien part du foramen mandibulaire, et se dirige en bas et en avant pour rejoindre la face interne du corps. Il contient le nerf mylo-hyoïdien.

La tubérosité ptérygoïdienne est située dans la partie inférieure de cette face. Elle est rugueuse et parcourue de crêtes obliques en bas et en arrière. Elle donne insertion au muscle ptérygoïdien médial.

1.2.2.3 - Le bord inférieur

Il se continue avec le corps de la mandibule et forme l'angle mandibulaire. Le ligament stylo-mandibulaire s'insère sur son versant interne.

1.2.2.4 - Le bord postérieur

Il est épais, arrondi, et en rapport avec la glande parotide.

1.2.2.5 - Le bord antérieur

Il est tranchant et en continuité avec la ligne oblique.

1.2.3 - Vascularisation

L'apport vasculaire externe est assuré par un réseau périosté formé par les artères sous-mentales, massétérine, ptérygoïdienne, faciale et linguale. L'apport vasculaire interne (endo-osseux) comprend l'artère du condyle et l'artère alvéolaire mandibulaire. (18)

1.2.4 - Innervation

Le nerf mandibulaire (V3) constitue la plus grosse des 3 branches du nerf trijumeau (Vème paire de nerf crânien).

Ce nerf mixte se sépare du ganglion trijéminal pour traverser le foramen ovale et se diviser au niveau de la fosse infra-temporale en deux branches principales :

- Le tronc terminal antérieur qui se dirige en dehors et donne des branches essentiellement motrices pour les muscles masticateurs ainsi qu'une branche sensitive : le nerf buccal.
- Le tronc terminal postérieur qui donne lui aussi des rameaux moteurs (muscles tenseurs du voile et du tympan, ptérygoïdien médial) et des rameaux sensitifs :
 - Le nerf auriculo-temporal.
 - Le nerf lingual. Il présente sur un à trois millimètres un trajet commun avec le NAI puis il s'en sépare pour se diriger en avant et en dedans en se collant à la table interne mandibulaire au niveau de la partie postérieure du creux sublingual. Il sous-croise ensuite le canal mandibulaire et plonge dans la langue où il distribue l'innervation sensitive de la langue et de la muqueuse du creux sublingual.
 - Le NAI. Branche principale du tronc terminal postérieur du nerf mandibulaire, il se sépare rapidement du nerf lingual et, juste avant d'entrer dans le foramen mandibulaire, donne naissance au nerf mylo-hyoïdien. Dans la mandibule, le NAI chemine avec les vaisseaux homologues. Des filets nerveux destinés aux arcades dentaires naissent le long du trajet. Habituellement, entre les deux prémolaires, le NAI va se diviser en deux branches :
 - Branche externe ou nerf mentonnier qui ressort de la mandibule par le foramen mentonnier, parfois en effectuant une boucle antérieure, pour cheminer sous la muqueuse labiale.
 - Branche interne ou nerf incisif qui reste en intra-osseux et poursuit le trajet initial du NAI vers la région symphysaire pour se terminer au niveau de l'incisive centrale en donnant des rameaux à l'arcade dentaire.

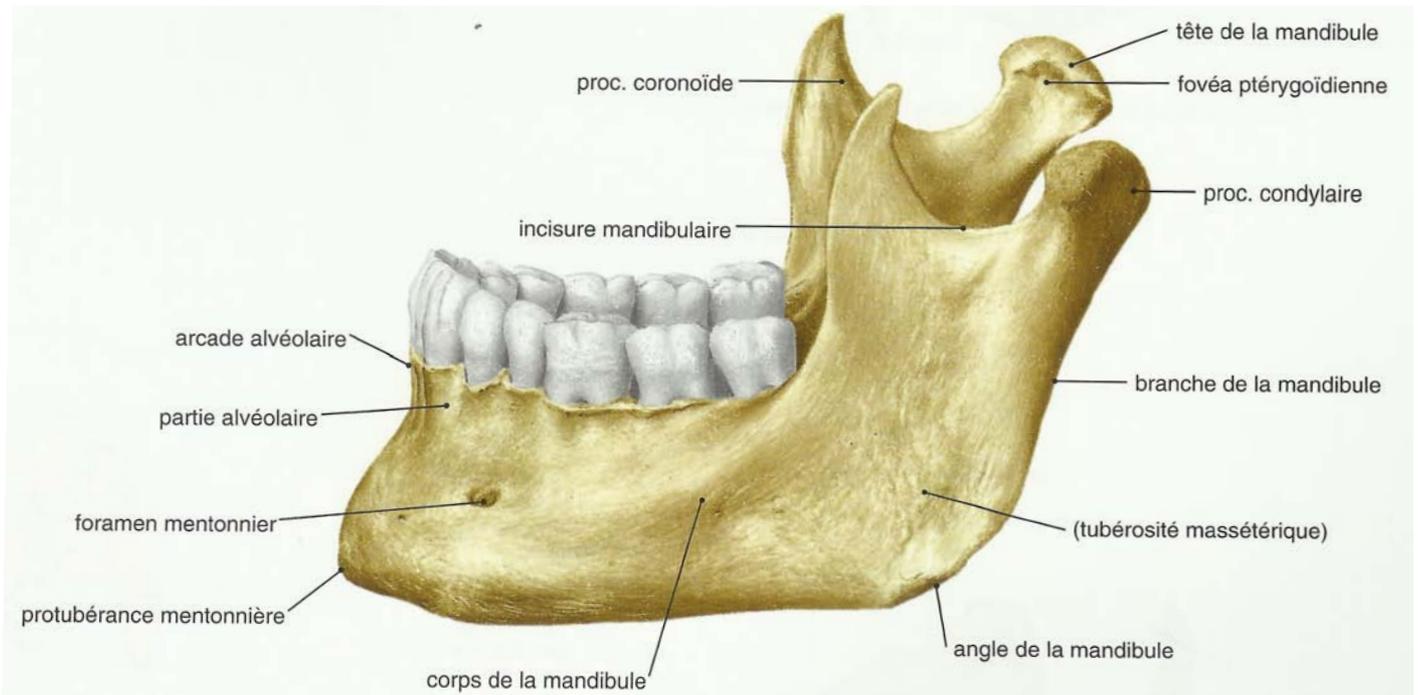


Figure 1 : Mandibule - Vue latérale et supérieure. D'après Sobotta (64).

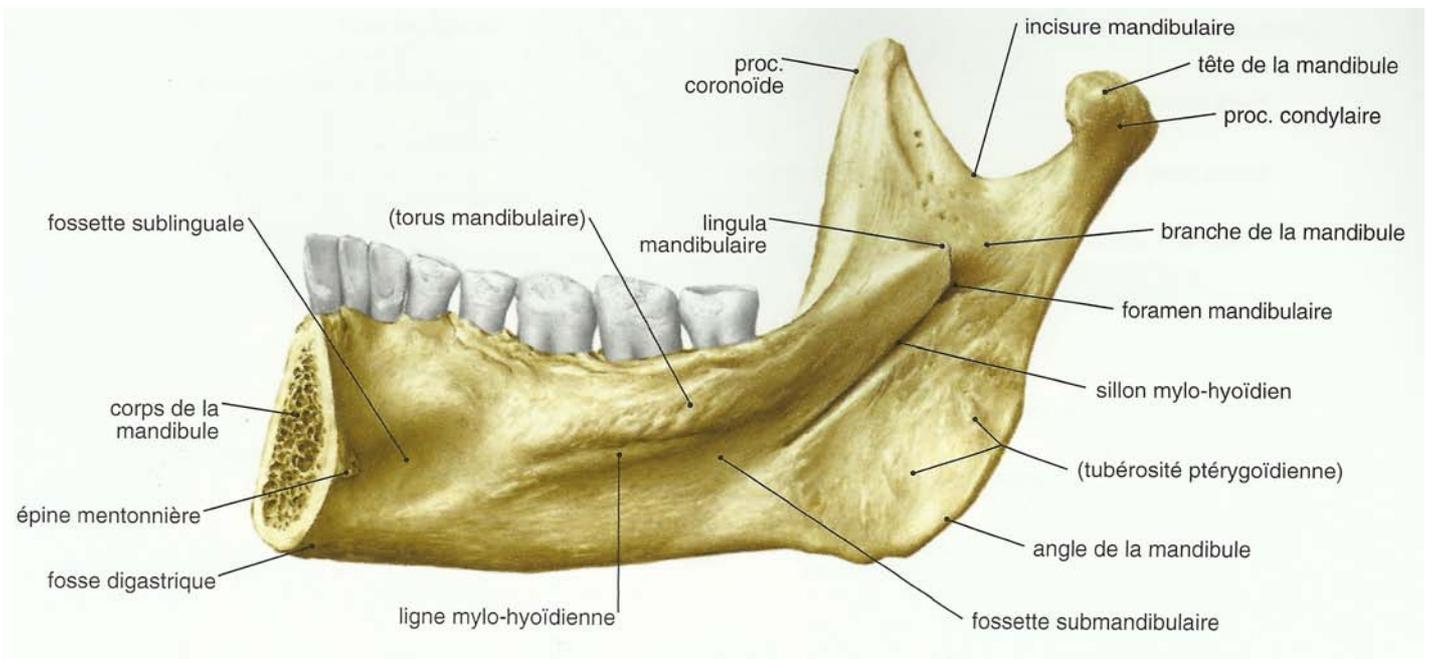


Figure 2 : Mandibule - Vue médiale droite. D'après Sobotta (64).

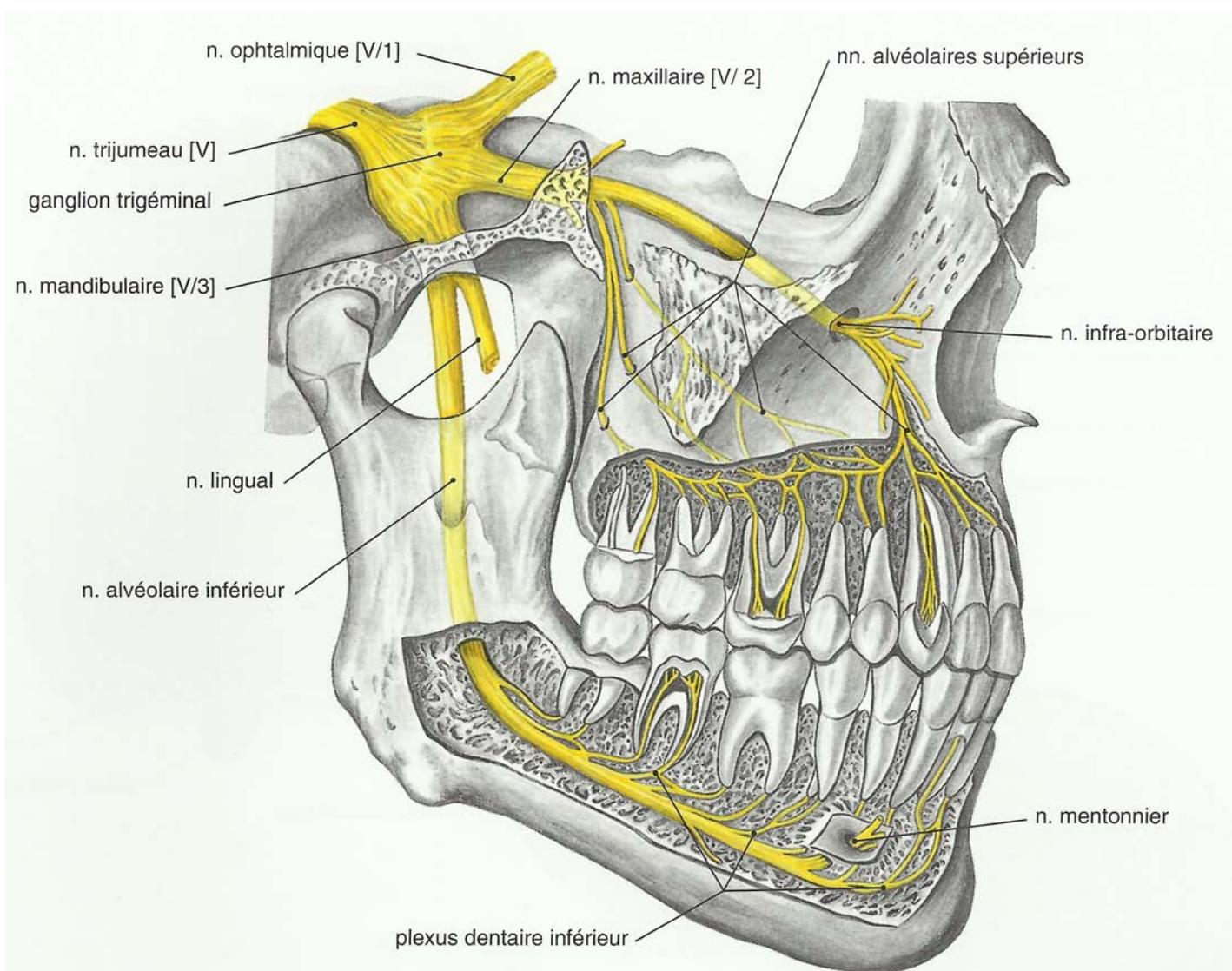


Figure 3 : Nerf maxillaire (V2) et mandibulaire (V3). D'après Sobotta (64).

1.3 - Le tissu osseux

Le tissu osseux est un tissu de type conjonctif spécialisé, caractérisé par la présence de différentes cellules : les ostéoblastes (spécialisés dans l'ostéoformation), les ostéoclastes (spécialisés dans l'ostéorésorption) ainsi que par les ostéocytes logés dans des ostéoplastes. On retrouve aussi une matrice rigide calcifiée contenant des fibres de collagène.

Selon le degré de maturation et le mode d'organisation, on peut diviser le tissu osseux en 3 catégories :

- l'os non lamellaire
- l'os compact
- l'os spongieux. (5)

1.3.1 - Architecture osseuse

Anatomiquement, on retrouve (33) :

- l'os compact situé à la périphérie
- l'os spongieux situé au centre dans lequel on retrouve des espaces médullaires

Histologiquement, on retrouve (5) :

- L'os lamellaire : tissu osseux de forte densité constitué de fines lamelles, reflets des apports osseux successifs.
- L'os haversien, garant de la rigidité de l'os : les lamelles osseuses s'y enroulent en spirale autour d'un canal central, le canal de Havers. Ce dernier est traversé par des vaisseaux sanguins et un tissu conjonctif jeune.
- L'os spongieux : présentant de nombreux espaces contenant la moelle et les éléments vasculo-nerveux.
- L'os périostique : où l'on retrouve la substance fondamentale traversée par des fibres de collagènes provenant du périoste.

1.3.1.1 - L'os compact

Cet os, dense, constitue les deux corticales de l'os alvéolaire :

- **la corticale externe** (vestibulaire, palatine ou linguale)
- **la corticale interne** aussi appelée lamina dura en raison de sa densité radiographique

Histologie, physiologie et fonction de ces deux corticales diffèrent sur plusieurs points : (5)

- La corticale externe varie en épaisseur selon la position de la dent sur l'arcade et de la localisation (maxillaire, mandibulaire, vestibulaire ou linguale). La corticale externe mandibulaire, étant ainsi plus épaisse que la corticale externe maxillaire, tend également à prendre de l'épaisseur selon un gradient mésio-distal.
- La corticale interne est perforée de nombreux vaisseaux sanguins, lymphatiques et d'éléments nerveux.

1.3.1.2 - L'os spongieux (5)

Se situant entre la corticale externe et la corticale interne, il constitue le corps de l'os alvéolaire. Il contient les cellules responsables du remaniement osseux permanent : les ostéoblastes et les ostéoclastes.

L'os spongieux est constitué de cavités médullaires dans lesquelles on retrouve des cellules destinées à l'hématopoïèse et à l'ostéogénèse.

En fonction de sa localisation, cet os a une architecture variable. En effet, plus une dent sera sollicitée et plus l'os spongieux présentera des travées nombreuses et marquées. Cela sera inversé lorsque la dent perd sa fonctionnalité.

1.3.2 - Histologie du tissu osseux

1.3.2.1 - Les ostéoblastes

Ces cellules présentent comme principales missions la synthèse et la minéralisation de la matrice osseuse au cours de la croissance du squelette, le renouvellement de la matrice osseuse chez l'adulte ainsi que la réparation osseuse tout au long de la vie. Ces cellules mononucléées passent par une phase « pré-ostéoblastique ». Elles fonctionnent toujours en groupe. (5)

Cette cellule possède 2 pôles :

- un pôle basal en contact avec la surface osseuse permettant la superposition de nouvelles couches de matrice,
- un pôle apical au contact des cellules de la moelle hématopoïétique. (5)

La fonction principale des ostéoblastes est de sécréter la trame protéique de l'os (collagène et protéines non collagéniques) afin de constituer le tissu ostéoïde ou substance pré-osseuse.

1.3.2.2 - Les ostéocytes

Environ un dixième des ostéoblastes matures se retrouvent "emmurés" dans la matrice minéralisée, au sein de logettes appelées ostéoplastes. (5) Ils deviennent alors des ostéocytes. Ce sont les cellules présentent en quantité la plus importante au sein de la matrice osseuse. Elles assurent le maintien de l'homéostasie du tissu osseux et ont un rôle fondamental dans la détection et la réparation des micros fractures osseuses. En effet, la cicatrisation osseuse et le remodelage osseux sont des processus complexes faisant intervenir des facteurs à différents niveaux : locaux, systémiques et hormonaux. La communication intercellulaire (via par exemple les ostéocytes) y est donc capitale.

1.3.2.3 - Les cellules bordantes

Les cellules bordantes tapissent la totalité des surfaces osseuses (non déjà recouvertes par les ostéoblastes et les ostéoclastes). Fines et aplaties, elles sont séparées de la surface minéralisée par une fine couche de collagène non minéralisée d'environ 1 μm . (5)

Il s'agit en fait d'anciens ostéoblastes ayant progressivement arrêté leur fonction de synthèse et s'étant emmuré à la surface de l'os. On comprend ainsi pourquoi ces cellules sont donc métaboliquement peu actives et réalisent une barrière sélective entre l'os et les autres compartiments de l'organisme.

1.3.2.4 - Les ostéoclastes

Ce sont les seules cellules chargées de la résorption osseuse par dissolution du minéral et dégradation de la matrice organique. Leur taille peut atteindre 50 à 150 μm ce qui en font des cellules volumineuses. (5)

Ces cellules plurinucléées peuvent contenir entre 3 et 10 noyaux chez l'homme. En sachant que le nombre de noyaux augmente en fonction de l'activité de la cellule.

Les ostéoclastes agissent notamment sous l'action de facteurs hormonaux. Parmi ces facteurs, on peut citer la PTH (Hormone Parathyroïdienne), la vitamine D3 et les prostaglandines (5). Sous l'influence de ces facteurs, ils adhèrent à la matrice minérale des cavités creusées dans l'os lamellaire ou « lacune de Howship ». L'initiation du processus de résorption se fait via une diminution du pH grâce à une pompe à protons située dans la membrane plasmique de l'ostéoclaste.

1.3.2.5 - Rôle du périoste (5)

Son rôle est fondamental : il permet la croissance longitudinale et circonférentielle des os. Il se constitue d'une couche superficielle riche en fibres de collagènes et en éléments vasculaires et nerveux ainsi que d'une couche profonde contenant différentes cellules, dont des pré-ostéoblastes, accompagnées de quelques vaisseaux.

De nombreux pores, les trous nourriciers, parcourent le périoste. Ces derniers, situés à la surface de l'os, livrent le passage à leurs vaisseaux nourriciers et à leur nerf. Le périoste est ainsi indispensable à la bonne vascularisation du tissu osseux et joue un rôle fondamental dans l'intégration du greffon au sein du site receveur.

1.3.3 - Physiologie du tissu osseux

L'os alvéolaire, comme tout os composant le squelette est en perpétuel remaniement via deux processus : le modelage et le remodelage osseux.

1.3.3.1 - Le modelage

Il désigne l'ensemble des mécanismes permettant d'adapter les os aux charges mécaniques auxquelles ils sont soumis durant la croissance.

1.3.3.2 - Le remodelage

Il permet tout au long de la vie d'un individu le remplacement de l'os ancien par un os nouveau. Dans un premier temps, ce remodelage permet le remplacement de l'os primaire en os mature (6).

Ce remodelage osseux est assuré par des cellules qui agissent de manière coordonnée et séquentielle. Il peut être schématisé par une succession de différentes phases résumées sous le terme de « système A.R.I.F. » (Activation-Résorption-Inversion-Formation) (20) :

- Phase **d'activation** : arrivée des pré-ostéoclastes (les précurseurs des ostéoclastes).
- Phase de **résorption** : formation des lacunes de Howship et disparition des ostéoclastes par apoptose.
- Phase **d'inversion** : remplacement progressif des ostéoclastes par des pré-ostéoblastes. Ces pré-ostéoblastes sont des cellules macrophagiques qui « lissent » le fond de la macule.

- Phase de **formation** : recrutement des ostéoblastes qui synthétisent une nouvelle matrice collagénique. Cette nouvelle matrice appelée couche ostéoïde subira une minéralisation secondaire pour former du tissu osseux mature.

À la suite de cette séquence, une phase dite de repos ou phase quiescente se met en place. Lors de cette phase, des cellules bordantes viennent tapisser l'os nouvellement formé.

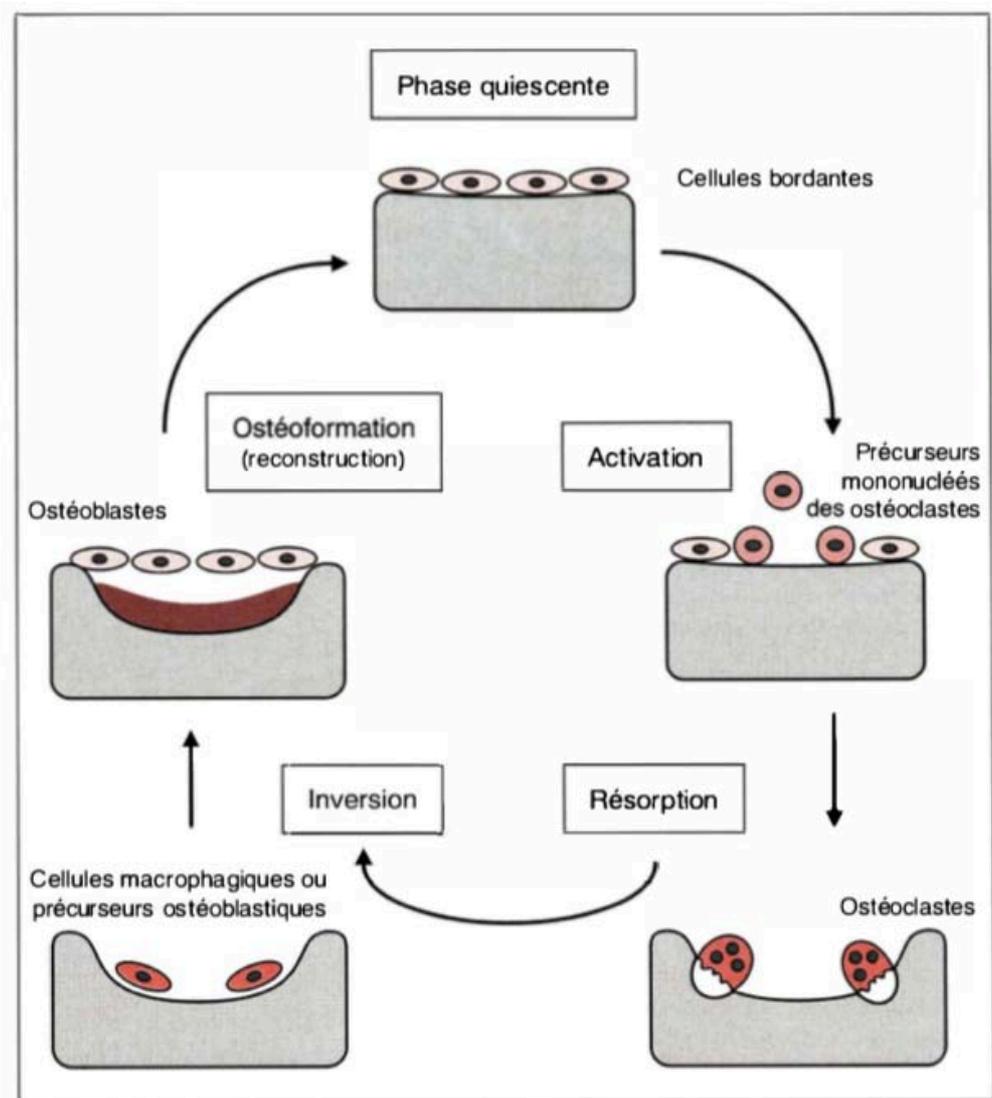


Figure 4 : Le remodelage osseux. (20)

1.3.4 - Les matériaux de comblement osseux (5)

1.3.4.1 - Les propriétés biologiques des matériaux de comblement osseux

Parmi celles-ci, 3 propriétés biologiques semblent fondamentales à ces matériaux de comblement osseux.

L'ostéogénèse : processus de formation osseuse qui se produit en présence de cellules ostéogéniques.

L'ostéoinduction : un matériau est dit « ostéoinducteur » s'il a la capacité d'induire l'ostéogénèse. Ainsi, un matériaux aura un potentiel ostéoinducteur s'il contient des facteurs de croissance ou des cytokines ostéoinductrices.

L'ostéoconduction : il s'agit de la capacité d'un matériau à servir de tuteur ou d'échafaudage aux cellules osseuses et vasculaires, leur permettant ainsi de migrer de l'os adjacent vers le site « greffé ».

A ce jour, seul l'os autogène répond théoriquement à ces trois critères biologiques. (53)

1.3.4.2 - Les différents types de matériaux de comblement

L'os autogène : l'os est prélevé chez le patient receveur pour s'en servir ensuite comme matériau de comblement. Cette technique élimine ainsi les risques de rejets ou de transmission de pathogènes. Le biomatériau ne subit aucun traitement spécifique après le prélèvement, il est directement apporté du site donneur vers le site receveur.

Les substituts allogéniques : ils sont obtenus par un prélèvement osseux chez un donneur humain autre que le patient. On parle de substituts « homologues » car ils proviennent de la même espèce que le receveur. Ces matériaux subissent un traitement chimique puis sont stérilisés par irradiation afin d'éviter tout risque de transmission de pathogènes entre le donneur et le receveur. Ils ne contiennent plus de cellules osseuses mais peuvent encore contenir des protéines matricielles en fonction de leur traitement. Ils sont conservés et distribués par des banques d'os.

Les substituts xénogéniques : ils sont appelés également « hétérologues » car les prélèvements osseux sont effectués chez une autre espèce que l'espèce humaine. Ils peuvent être en effet réalisés sur des mammifères tels que le boeuf, le porc ou le mouton. De nos jours, les plus utilisés sont d'origine bovine (ex : BioOss®). Ces matériaux subissent aussi un certain nombre de traitements afin d'éviter tout risque de transmission de pathogènes.

Les biomatériaux synthétiques : pour que l'intégration biologique soit correcte, il est préférable que ces biomatériaux ne soient pas toxique (bioinerte) et qu'ils permettent la repousse osseuse au détriment du matériau au cours de sa résorption (bioactifs).

Selon leur composition chimique, on retrouve différents biomatériaux synthétiques :

- les céramiques phosphocalciques (*par exemple l'hydroxyapatite de synthèse HA, les phosphates tricalciques TCP, les céramiques biphasées ou les matériaux composites*)
- les polymères
- les bio verres
- les sulfates de calcium.

2 - Etude pré-opératoire

2.1 - Etiologie de la perte osseuse (18)

2.1.1 - Cause d'origine physiologique : la résorption osseuse post-extractionnelle

2.1.1.1 - La résorption mandibulaire post-extractionnelle (57)

Le remodelage alvéolaire intervient systématiquement après avulsion dentaire. Ce dernier fait intervenir une résorption ostéoclastique de l'os alvéolaire et une apposition osseuse dans l'alvéole d'extraction, en modifiant ainsi la taille et la forme des crêtes. (9)

La résorption est très active durant les premiers mois de cicatrisation osseuse et elle intervient surtout au niveau de la portion alvéolaire de l'os. A terme, on peut se retrouver dans des cas sévères de résorption mandibulaire, ne laissant plus que l'os basal, celui-ci étant très compact et peu vascularisé.

L'avulsion dentaire provoque un saignement, le sang coagule et forme un caillot sanguin, c'est la première étape de la cicatrisation.

Dans les 2 à 3 jours suivants, ce caillot est progressivement colonisé par un tissu de granulation. Cette colonisation progresse à partir du fond, vers les côtés de l'alvéole.

Au bout de 4 jours le tissu de granulation a en principe colonisé tout le caillot. En l'espace de 4 jours à 1 semaine, un tissu conjonctif jeune se met en place et envahit l'alvéole (à partir du fond et des cotés). Il y a formation d'ostéoïde et la matrice pré-osseuse est donc constituée à 1 semaine.

À partir d'une semaine les berges s'invaginent pour assurer l'étanchéité et la non infection du site.

À 21 jours l'invagination des berges continue, le tissu conjonctif a envahit toute l'alvéole et la matrice ostéoïde présente un début de minéralisation.

À 6 semaines les berges se sont enfin rejointes et l'os jeune ainsi constitué présente des trabéculations. Cet os va être alors être remanié c'est-à-dire résorbé puis reformé.

Il faut retenir qu'à la fin de la cicatrisation osseuse, la hauteur maximale initiale de la crête ne sera jamais retrouvée. En même temps que l'os se reforme par le bas, le sommet des crêtes préexistantes se résorbe.

On a donc une perte de hauteur en plus de la perte de volume. (9)

Selon ATWOOD la résorption est un phénomène continu, (tout le long de la vie à partir du moment où la dent est présente), cumulatif (chaque perte osseuse s'additionne à la précédente), irréversible (actuellement on ne sait pas limiter/arrêter le résorption).

On observe des différences importantes entre les sites d'extraction récente (environ 1 an) et ceux qui datent de plusieurs années.



Figure 5 : Mandibule édentée ayant subit une résorption osseuse importante. D'après Sobotta. (64)

La résorption mandibulaire est centrifuge (résorption plus rapide en lingual qu'en vestibulaire) et l'arcade édentée mandibulaire finit par circonscrire l'arcade édentée maxillaire (qui elle subit une résorption centripète).

Selon ATWOOD (1971), la réduction moyenne de la crête mandibulaire est estimée entre 9 et 10 mm sur 25 ans. De plus, à la mandibule, la résorption de la crête est quatre fois plus rapide qu'au maxillaire dans 70% des cas et équivalente dans 20% des cas. (3)

Cette résorption n'est pas linéaire dans le temps, elle est plus rapide dans les premiers stades (21% de la hauteur totale est perdue à 3 mois après l'avulsion, 36% à 6 mois et 44% à 1 an). (3)

2.1.1.2 - Facteurs influençant la résorption post-extractionnelle (4)

Des facteurs anatomiques par la quantité et la qualité de l'os en présence influencent cette résorption. En effet, plus l'os sera présent en quantité et en qualité importante, moins forte sera la résorption. La qualité osseuse renvoyant à sa structure même : plus l'os aura une structure dense se rapprochant d'un os de type I selon la Classification de Zarb et Lekholm (*cf figure 6, p. 37*), moins forte sera sa résorption.

Des facteurs métaboliques influencent eux aussi la résorption osseuse. En effet, l'os a deux grandes fonctions :

- une fonction mécanique : c'est le tissu de soutien aux muscles qui permet le mouvement
- une fonction métabolique : c'est le réservoir de calcium et de beaucoup de sels minéraux de l'organisme

Or l'os fait partie intégrante du processus de régulation du métabolisme phosphocalcique. Il permet ainsi la régulation de la calcémie. Ainsi, la fonction métabolique de l'os primera toujours sur la fonction mécanique.

Des facteurs fonctionnels influencent la résorption via l'existence d'un remodelage osseux continu par résorption-apposition selon les forces appliquées.

Il existe 3 lois :

- Loi de Bose : si on exerce une pression trop importante l'os se résorbe, si on exerce une pression suffisante l'os est stimulé, si aucune pression n'est exercée l'os se résorbe.
- Loi de Jores : une pression continue résorbe l'os alors qu'une pression discontinue favorise son maintien.
- Loi de Leriche et Policard : une hypervascularisation ou au contraire une hypovascularisation favorisent la résorption osseuse.

Enfin, les derniers facteurs à influencer cette résorption sont **les facteurs prothétiques** directement en lien avec les facteurs fonctionnels que l'on vient de voir. Plus l'intensité et la fréquence des pressions exercées sur la crête alvéolaire sera importante, plus la résorption le sera aussi. Ainsi, la pression excessive d'une prothèse amovible mal adaptée accentuera cette résorption crestale.

2.1.1.3 - Prévention de la résorption osseuse post-extractionnelle

Afin de prévenir cette résorption, plusieurs moyens peuvent être mis en place :

- combler l'alvéole dentaire lors de l'avulsion via l'utilisation de biomatériaux
- indiquer judicieusement le traitement parodontal
- conserver les racines résiduelles lorsque l'indication est respectée
- mettre en place des implants dentaires après cicatrisation post-extractionnelle complète ; ces derniers stimulent l'os alvéolaire de façon adéquate ce qui interrompt ce processus de résorption
- mettre en place des prothèses immédiates si elles stimulent judicieusement l'os en attendant la réalisation prothétique définitive

2.1.2 - Causes d'origine congénitale

Agénésie dentaire, micrognathie ou oligodontie en sont des exemples et peuvent rendre le volume osseux insuffisant à la pose d'un implant.

2.1.3 - Causes d'origine infectieuse

- Parodontite, surtout à un stade avancé ou terminal.
- Lésion péri-apicale, ou latéro-radiculaire, d'origine endodontique, ayant détruit une table osseuse.
- Echec implantaire (péri-implantite).

2.1.4 - Causes d'origine traumatique

- Expulsion accidentelle avec fracas osseux.
- Fracture radiculaire et osseuse.
- Prothèse amovible partielle mal adaptée.

2.1.5 - Causes d'origine iatrogène

- Extraction dentaire mal conduite.

Lors d'une avulsion dentaire, plusieurs précautions doivent être prises afin d'assurer une conservation osseuse maximale et ainsi de limiter la résorption osseuse iatrogène. En effet, il faudra veiller à maintenir les procès alvéolaires entre le pouce et l'index pour prévenir toute fracture alvéolaire et effectuer des pressions progressives sur l'os, à l'aide de l'élévateur.

Par ailleurs, pour les molaires, qui présentent souvent des racines divergentes, il ne faut pas hésiter à effectuer une séparation de racines à l'aide d'une fraise Zekrya chirurgicale afin de limiter les risques de fracture de la corticale.

Lors d'une alvéolectomie, la résection osseuse se réalisera a minima sous une irrigation abondante permettant d'éviter tout échauffement de l'os. La piézo-chirurgie qui permet une luxation moins traumatique peut également être utilisée.

- Exérèse chirurgicale : le traitement chirurgical des tumeurs bénignes ou malignes entraîne souvent de volumineuses pertes de substances après l'exérèse. Il faudra veiller à réaliser un minimum d'exérèse de tissu sain.

2.2 - Les spécificités anatomiques et tissulaires à prendre en compte en secteur mandibulaire postérieur

La taille et la forme des crêtes osseuses fortement résorbées conditionnent la position des implants et imposent parfois une intervention supplémentaire avant leur pose. Ainsi, les spécificités anatomiques et tissulaires en secteur mandibulaire postérieur sont à considérer attentivement pour leurs impacts sur la technique chirurgicale ou sur la longueur des implants.

2.2.1 - Spécificités anatomiques

2.2.1.1 - Le canal alvéolaire inférieur

Le canal alvéolaire inférieur (ou canal mandibulaire) renferme le NAI accompagné d'un contingent vasculaire. (71)

Le NAI présente une portion tout d'abord extra-osseuse. Il pénètre ensuite dans la mandibule au niveau de la lingula mandibulaire (face interne de la branche montante de la mandibule) et présente ainsi une portion intraosseuse en cheminant dans le canal alvéolaire inférieure avec le pédicule alvéolaire inférieur. (33)

Le NAI assure ainsi l'innervation de toutes les dents mandibulaires ainsi que de la muqueuse située en avant du foramen mentonnier.

On note par ailleurs la présence inconstante du canal de Robinson correspondant à une division du NAI qui donne des troncs secondaires n'assurant l'innervation que des dents de sagesse.

Ainsi, afin d'éviter toute lésion du NAI, l'analyse du niveau osseux disponible au niveau mandibulaire postérieur doit être précise. Un espace de sécurité de 2 mm au-dessus du canal dentaire doit être respectée (18).

2.2.1.2 - Le foramen mentonnier

Situé sur la face vestibulaire du corps mandibulaire au niveau de la zone des prémolaires, il s'ouvre à l'intérieur de la corticale vestibulaire vers le haut et vers l'arrière. Dans le sens vertical, il est situé environ à mi-hauteur de la mandibule chez l'adulte denté, dans le tiers inférieur chez l'enfant, et dans le tiers supérieur chez l'adulte édenté.

Chez le patient édenté depuis de nombreuses années, le foramen mentonnier peut se trouver directement sur la crête de la mandibule. Ainsi en cas de chirurgie, il faudra prendre garde à ne pas le léser lors d'une éventuelle incision crestale. À noter que le foramen mentonnier est absent dans de très rares cas. (18)

Dans le plan sagittal, le foramen mentonnier est situé majoritairement au-dessous de la deuxième prémolaire (dans 18 à 78% des cas) ou au-dessous de l'espace inter dentaire entre les deux prémolaires (dans 6 à 60% des cas). Certains auteurs ont rapporté une fréquence assez élevée (environ 30%) de l'emplacement du foramen mentonnier entre la deuxième prémolaire et la première molaire. La localisation du foramen mentonnier en-dessous de la racine mésiale de la première molaire a été décrite dans des cas exceptionnels. (71)

Le pédicule alvéolaire inférieur se divise en 2 au sein du foramen mentonnier et forme ainsi :

- le pédicule mentonnier sortant par ce foramen,
- le pédicule incisif continuant dans la mandibule en empruntant un canal, le canal incisif.

Le pédicule mentonnier pourra avoir deux trajets endo-osseux possibles :

- **un trajet rectiligne** dans le cas où le pédicule mentonnier sort à proximité de sa division du pédicule alvéolaire inférieure, légèrement en avant de celle-ci.
- un **trajet rétrograde** où le pédicule mentonnier parcourt dans l'os une boucle à concavité postérieure vers le haut avant de sortir de la mandibule.

2.2.1.3 - La concavité linguale

La morphologie osseuse mandibulaire postérieure présente souvent une concavité linguale marquée. Le placement d'implants en position trop linguale peut alors entraîner une effraction du plancher buccal. (18)

Mais le risque majeur en cas de concavité linguale très marquée est de toucher l'artère et/ou le nerf lingual.

2.2.1.4 - L'artère sublinguale

La lésion du rameau supérieur de l'artère sublinguale survient lorsque la crête présente une anatomie inhabituelle : une concavité linguale très marquée de la fossette gastrique.

2.2.1.5 - Les insertions musculaires (18)

Les insertions musculaires c'est-à-dire le mylo-hyoïdien, le palatoglosse, le génioglosse, l'hyoglosse et les muscles constructeurs supérieurs ont, avec le raphé ptérygomandibulaire, une incidence sur l'espace disponible en lingual.

Lorsque l'os est résorbé, l'insertion du buccinateur et des muscles associés peut être située près du rebord crestal.

2.2.2 - Spécificités tissulaires

2.2.2.1 - La structure osseuse

L'os alvéolaire en secteur mandibulaire postérieur présente une couche corticale compacte très dense. Dans les cas de greffe osseuse, cet os cortical diminue la perméabilité des éléments ostéogéniques (vaisseaux et cellules) ce qui limite l'ostéogénèse des greffons en cas de greffe osseuse. (36)

2.2.2.2 - La vascularisation

Dans ce secteur, la vascularisation terminale est réduite ce qui pose un défi similaire à celui que l'on vient d'évoqué via la faible perméabilité des éléments ostéogéniques qui limite l'ostéogénèse des greffons en cas de greffe osseuse (36).

2.3 - Classification des pertes de substances osseuses

Selon la morphologie alvéolaire, il est possible de distinguer des déficits osseux verticaux, horizontaux ou mixtes. L'aspect de la crête alvéolaire peut être orienté par l'examen clinique mais c'est seulement la radiographie, et plus précisément la réalisation d'un examen radiographique tomodensitométrique (cone beam, scanner) qui permet de définir avec précision et objectivité l'importance et le type de résorption de l'os alvéolaire (69).

2.3.1 - Défauts osseux horizontaux (37)

Ils se caractérisent par un amincissement du mur alvéolaire avec dépression vestibulaire, bien mise en évidence (notamment à la palpation) s'il reste des dents au voisinage immédiat du déficit. L'hypoplasie horizontale sera d'autant plus prononcée que le nombre de dents absentes augmente.

2.3.2 - Défauts osseux verticaux (37)

Ils se traduisent par une résorption de la crête alvéolaire par rapport au collet des dents voisines. On note une augmentation de l'espace inter-arcade, parfois masquée par une extrusion des dents antagonistes.

Elle est souvent importante dans les secteurs molaires.

2.3.3 - Défauts osseux mixtes (37)

Les plus fréquemment observés, ces derniers présentent à la fois une composante horizontale et une composante verticale.

2.3.4 - Evaluation de la qualité osseuse

La qualité osseuse conditionne la stabilité primaire de l'implant. Il s'agit du paramètre le plus important mais aussi, malheureusement, le moins contrôlable par le praticien.

La qualité osseuse peut être estimée à l'aide de l'imagerie (surtout à partir du scanner) mais cette évaluation de la densité osseuse ne pourra être confirmée que lors de l'accès au site receveur, lors de l'ostéotomie précédant l'acte implantaire et lors du forage.

Cette densité est variable d'un patient à un autre, d'une région anatomique à une autre (entre le maxillaire et la mandibule) et parfois dans une même zone de forage.

Classification de Zarb et Lekholm de 1985 (73), qui individualise 4 types d'os en fonction de l'épaisseur de la corticale et de la densité de l'os trabéculaire :

- Type I : os constitué presque exclusivement d'os cortical (os compact homogène)
- Type II : os cortical épais entourant un noyau spongieux à trabéculations denses
- Type III : Os cortical fin entourant un noyau spongieux à trabéculations denses.
- Type IV : Os cortical fin entourant un noyau spongieux peu dense

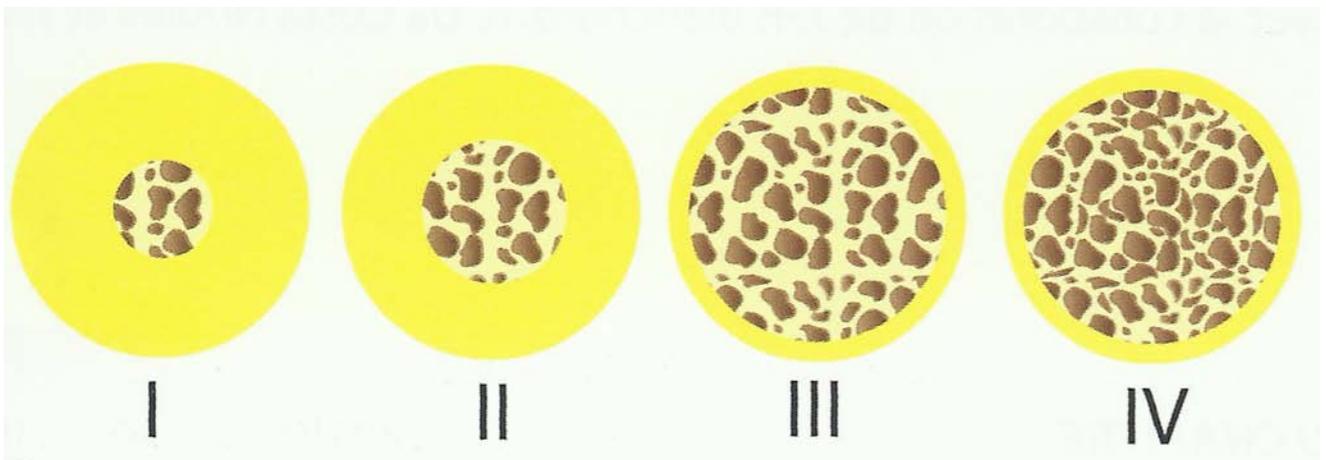


Figure 6 : Classification osseuse de Zarb et Lekholm (1985). (73)

2.4 - Visualisation et objectivation de l'os disponible

2.4.1 - Examen clinique

Ce bilan initial est fondamental et permet d'élaborer un protocole implanto-prothétique. Il conditionne en effet le recours éventuel à une greffe osseuse permettant la pose d'implants.

Il est tout d'abord impératif d'évaluer l'état clinique général via un bilan global afin d'écartier l'existence de contre-indications à la technique chirurgicale. Ainsi, les premières consultations permettront d'élaborer le dossier médical, d'effectuer l'anamnèse, d'évaluer l'état de santé général du patient et d'initier une relation de confiance partagée, condition indispensable au succès du traitement. (18)

L'anamnèse devra préciser la présence d'éventuelles pathologies générales, de pathologies traitées ou mal contrôlées, la prise de traitements éventuels, d'allergies ou d'intolérances ainsi que la présence d'une intoxication (tabac, alcool, drogues).

On pourra ainsi déterminer le risque opératoire pour le patient via la classification ASA (Annexe 1). D'un point de vue général, dans le cadre de la chirurgie osseuse pré implantaire, la classification ASA autorise les actes sur les patients de type ASA I et ASA II. Pour les patients ASA III, une concertation multi-disciplinaire sera nécessaire. Toute intervention est proscrite pour les patients ASA IV ou V. (26)

On procède alors à l'examen clinique qui comprend 2 phases :

- l'examen exobuccal,
- l'examen endobuccal.

2.4.1.1 - L'examen exobuccal

Il concerne :

- le profil facial
- la symétrie faciale
- les parties molles
- l'harmonie des étages faciaux
- la dimension verticale
- la morphologie des lèvres
- le sourire

On réalise aussi une analyse de l'ATM (Articulation Temporo-Mandibulaire) et de l'ouverture buccale. (18)

Dans les secteurs postérieurs, l'implantologie nécessite une ouverture buccale normale de 4 à 6 cm (passage de l'ancillaire, nécessité de respecter l'axe choisi, etc...). (10) L'ouverture buccale normale étant définie comme une ouverture entre les points inter-incisifs inférieur et supérieur de $47,7 \pm 7$ mm selon CHASSAGNE ET COLL. (2010) (13).

On veillera ainsi à dépister toute gêne à l'ouverture buccale (trismus, déviation du trajet d'ouverture et de fermeture buccale, craquement au niveau de l'ATM).

Le traitement de ces affections doit être intégré au plan de traitement global. Certaines pathologies de l'ATM limitant l'ouverture buccale peuvent contre-indiquer la mise en place d'implants. (18)

2.4.1.2 - L'examen endobuccal

Cet examen comprend :

- un bilan parodontal (étude de l'état des tissus de soutien des dents résiduelles, de l'inflammation, des pertes d'attaches et de l'importance de l'alvéolyse).
- un examen de l'occlusion (détermination de la classification d'Angle, des mouvements de latéralité, du surplomb, du recouvrement et des facettes d'usure indiquant une parafonction).
- une étude prothétique (évaluation des prothèses portées par le patient, de l'espace prothétique résiduel, de l'éventuelle égression des dents antagonistes, de la phonation et de la dimension verticale).
- une évaluation esthétique. (18)

Afin de reproduire la cinétique masticatoire et de prévoir le positionnement de la future prothèse implantaire, les premiers modèles en plâtre et wax-up sont effectués à ce stade. Ces derniers permettent d'approfondir l'examen de l'occlusion en mettant en évidence d'éventuels contacts dento-dentaires prématurés. Ils permettent également de confectionner un guide chirurgical. On note qu'il est désormais possible de réaliser cette étape de façon numérique via l'utilisation d'empreintes optiques intra-buccales et de modélisation sur informatique.

2.4.2 - Les examens radiologiques

Ils permettent d'évaluer la hauteur d'os résiduel, la position des structures anatomiques, les pathologies dentaires présentes et donnent une idée de la texture osseuse. Ces examens radiologiques sont indispensables pour prendre la décision thérapeutique. (27)

2.4.2.1 - Radiographie rétro-alvéolaire

Cet examen peut s'avérer utile au diagnostic, au contrôle per ou post-opératoire et au suivi. En effet, la radiographie rétro-alvéolaire va permettre de contrôler la qualité de l'ostéointégration, la survenue d'un processus infectieux, le remodelage osseux péri-implantaire ainsi que la fracture d'un élément implantaire. (27)

Il existe des clés individualisés de positionnement du film radiographique qui permettent la réalisation de clichés superposables sur lesquels on effectue des mesures précises de modification de la topographie osseuse péri-implantaire.

2.4.2.2 - Radiographie panoramique

Cet examen donne une vision globale des structures anatomiques à respecter ainsi qu'une idée du volume osseux disponible.

Le canal alvéolaire inférieur où siège le NAI est visualisable sous la forme d'une image radiographique « tubulaire » longitudinale entre le foramen mandibulaire et le foramen mentonnier. (72)

2.4.2.3 - Le Cone Beam

Le Cone Beam ou CBCT pour « Cone Beam Computed Tomography » ou « Imagerie volumétrique par faisceau conique » s'est octroyé une place de choix au sein des examens radiologiques à la disposition de l'implantologiste. (27)

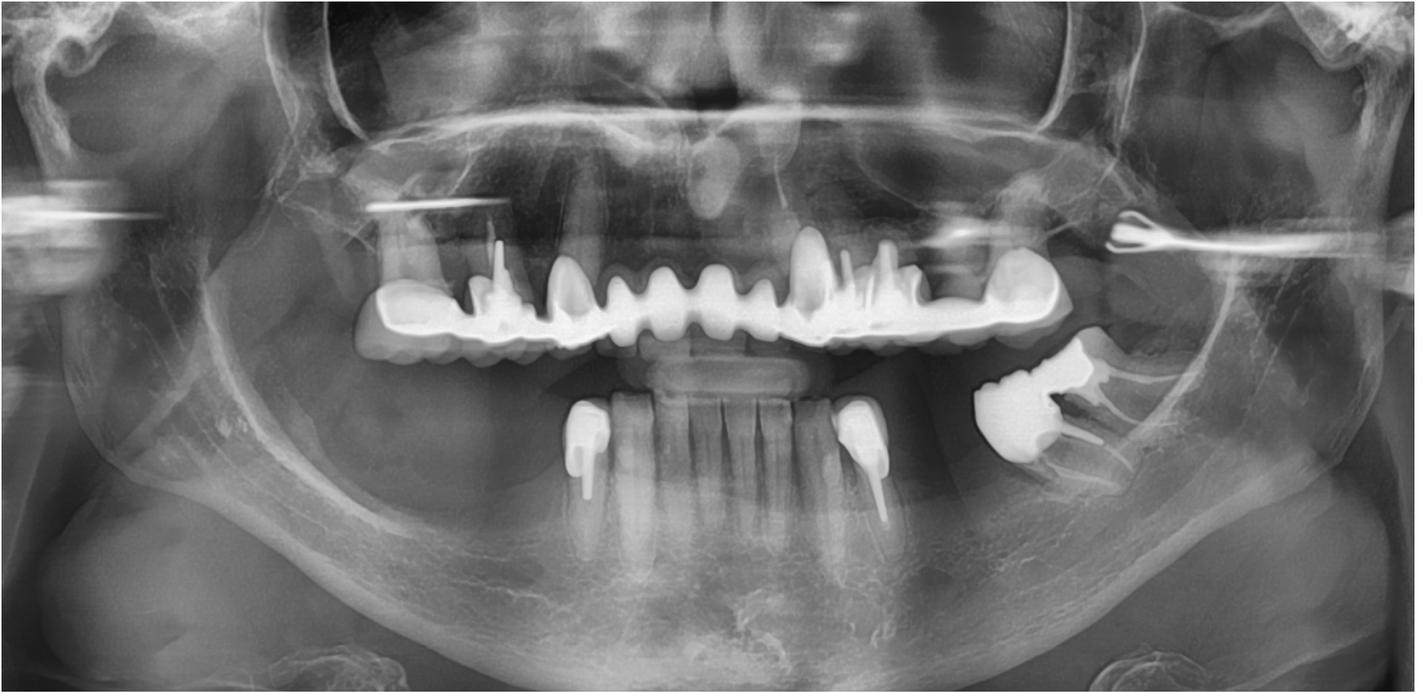


Figure 7 : Radiographie panoramique laissant apparaître la proximité entre le canal alvéolaire inférieur et la crête alvéolaire en secteur mandibulaire postérieur droit.

(Courtoisie : Dr DUCHAUSSOY Bruno.)

Il s'agit d'une technique topographique volumique numérisée, le dernier-né de l'imagerie sectionnelle. Celui-ci permet de réaliser une acquisition numérique à partir de laquelle, le travail sur informatique permettra les mesures de distances en 2D ou 3D et des simulations virtuelles de pose d'implants.

Le CBCT se différencie du scanner principalement par sa spécificité de perception des densités élevées, sa meilleure résolution d'image et les faibles niveaux dosimétriques de rayons X délivrés. De plus, ce qui est fortement apprécié en implantologie, c'est la particularité isotopique de son pixel qui permet des mesures linéaires exactes et le rend moins sensible aux artéfacts métalliques. (12)

Lorsqu'on compare les différentes coupes coronales en secteur mandibulaire postérieur, on repère des différences de densités au sein des tissus durs (os cortical, os trabéculaire et os basal) et mous. Une image concentrique apparaît alors au sein des coupes coronales entre le foramen mandibulaire et le foramen mentonnier. Cette image correspond aux limites du canal alvéolaire inférieur. Or elle est parfois inconstante. Il paraît donc être judicieux de réaliser un repérage radiologique de proche en proche en repérant informatiquement cette structure sur plusieurs coupes adjacentes. Le trajet du canal est alors reconstruit sur le logiciel. (12)



Figure 8 : Coupes coronales issues d'un CBCT, de gauche à droite la progression du canal alvéolaire inférieur (légendé par une flèche blanche) jusqu'à son émergence au foramen mentonnier (image de droite)

(même cas clinique que la figure 7).

(*Courtoisie : Dr DUCHAUSSOY Bruno.*)

2.5 - Contre-indications au traitement implantaire (18)

2.5.1 - Contre-indications absolues

- **Traitement par biphosphonates IV (intra-veineux)** dans le cas de pathologie maligne en raison d'un risque d'ostéochimionécrose
- Patients en **période de croissance**

Les cardiopathies à haut risque d'endocardite infectieuse (Cf rapport ANSM de Juillet 2011, Annexe 2) étaient auparavant des contre-indications absolues au traitement implantaire. Cependant, depuis 2017 et la publication d'experts sur l'évaluation et la prise en charge buccodentaire des patients atteints de cardiopathies valvulaires (46), elles n'en sont plus une. En effet, selon cette étude, la mise en place d'implants n'est plus contre-indiquée chez les patients à risque intermédiaire d'endocardite et peut être effectuée aussi chez certains patients à haut risque. La décision de mise en place d'un implant dentaire doit suivre une analyse des facteurs généraux et locaux augmentant le risque d'échec implantaire. De plus, les procédures chirurgicales et prothétiques doivent être réalisées dans des conditions optimales de sécurité. (46)

2.5.2 - Contre-indications relatives

Les contre-indications relatives à la pose d'implants face auxquelles il faudra attendre une stabilisation de la pathologie ou prendre une décision en accord avec le médecin traitant du patient en évaluant le rapport bénéfice / risque sont les suivantes :

- HTA
- Troubles du rythme
- Maladies coronariennes : angor et infarctus du myocarde
- Insuffisance cardiaque
- Pathologies respiratoires
- Pathologies rénales
- Pathologies endocriniennes (ex. maladie de Basedow, maladie d'Addison)
- Pathologies gastro-intestinales (exemple : gastrites, cirrhoses)
- Pathologies psychiatriques (ex syndrome psychotique, trouble du comportement)
- Pathologies dermatologiques en fonction du stade de la maladie (on retardera la pose d'implants en phase active)
- Carcinologie (irradiation de la zone d'implantation)
- Habitudes de vie (tabac, alcool, consommation de stupéfiants)

2.6 - Conclusion

Une fois cette étape pré-implantaire achevée, on va pouvoir passer à la phase clinique de réalisation chirurgicale et prothétique. Il est fondamental de préciser que la mise en place d'un traitement implantaire et à fortiori d'une étape de greffe demande préalablement la présentation d'un plan de traitement explicite au patient. Le praticien y détaillera :

- le mode de réalisation
- la durée approximative des soins
- le type d'anesthésie
- les prothèses provisoires éventuelles
- les éventuelles retentissements socio-professionnels

La présentation du devis au patient puis le respect d'un délai de réflexion éclairé constituent des obligations médico-légales.

3 - Options thérapeutiques

Pour contrer les difficultés évoquées liées à la pose d'implants dentaires en secteur mandibulaire postérieur fortement résorbé, plusieurs protocoles ont été développés :

- **Chirurgie correctrice avec augmentation du volume osseux :**
 - greffe osseuse d'apposition
 - greffe osseuse en coffrage
 - Régénération Osseuse Guidée (ROG)
 - distraction osseuse
 - ostéotomie segmentaire de rotation.
- **Chirurgie correctrice sans augmentation du volume osseux :** la transposition du NAI.
- **Prise en charge sans chirurgie correctrice :** les implants dits courts et ultra-courts.

3.1 - Chirurgie correctrice avec augmentation du volume osseux

Ces chirurgies interviennent avant la pose de l'implant (la pose de l'implant aura donc lieu dans un deuxième temps opératoire) ou pendant la pose de l'implant (un seul temps opératoire).

3.1.1 - Greffe osseuse d'apposition ou greffe en onlay

3.1.1.1 - Principe (29) (35) (37) (38) (43)

Cette technique consiste à prélever un bloc osseux ou greffon et à le greffer sur la corticale mandibulaire. Elle permet ainsi la correction de tous types de défauts : horizontaux, verticaux et mixtes.

La greffe peut provenir d'un site de prélèvement intra-oral (site mentonnier ou ramique) ou extra-oral (site pariétal ou iliaque) en cas de greffe osseuse autogène.

Il existe des alternatives au bloc osseux autogène, des greffons allogéniques ou xénogéniques. (68)

Le greffon est ensuite maintenu au niveau du site receveur par des vis d'ostéosynthèse ou des plaques vissées afin de garantir une coaptation maximale des surfaces de contact. Un ou plusieurs greffons peuvent être nécessaires. (14)

Le point clé de l'intervention réside dans la fermeture sans tensions du lambeau gingival afin d'éviter une exposition secondaire du greffon. (68)

En règle générale, un décollement large des tissus environnants (avec un contrôle strict de l'hémostase afin d'écarter tout saignement secondaire dans les plans profonds) permet de pallier cette difficulté.

Le port d'une prothèse amovible transitoire est proscrit au niveau du site d'intervention.

La qualité de la revascularisation du greffon est essentielle à un bon résultat sur le long terme. Cette revascularisation est « patient dépendant ».

3.1.1.2 - Avantages

- Peut s'appliquer aux résorptions horizontales, verticales et mixtes.
- L'action thérapeutique peut être importante : on peut réaliser une augmentation osseuse importante si besoin.

3.1.1.3 - Inconvénients

- Morbidité du site de prélèvement.
- Risque de résorption secondaire du greffon liée à une insuffisance de revascularisation.

3.1.1.4 - Cas clinique n°1 : présentation d'une greffe osseuse autogène (Courtoisie : Dr POIROUX François.)

Le patient, un homme de 67 ans, sans pathologie particulière, présente une résorption osseuse mandibulaire d'étiologie infectieuse sur la 46.



Figure 9 : Radiographie pré-opératoire.

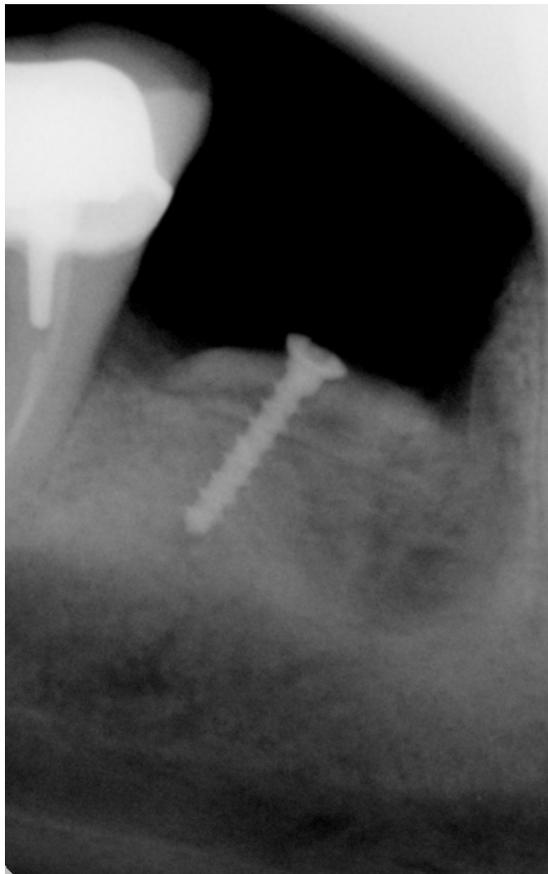


Figure 10 : Radiographie de la zone opératoire après mise en place d'une greffe osseuse autogène avec prélèvement ramique (vis d'ostéosynthèse visible).



Figure 11 : Exposition de la zone opératoire après un délai de cicatrisation de 4 mois.



Figure 12 : Forage du site implantaire lors du même temps opératoire.

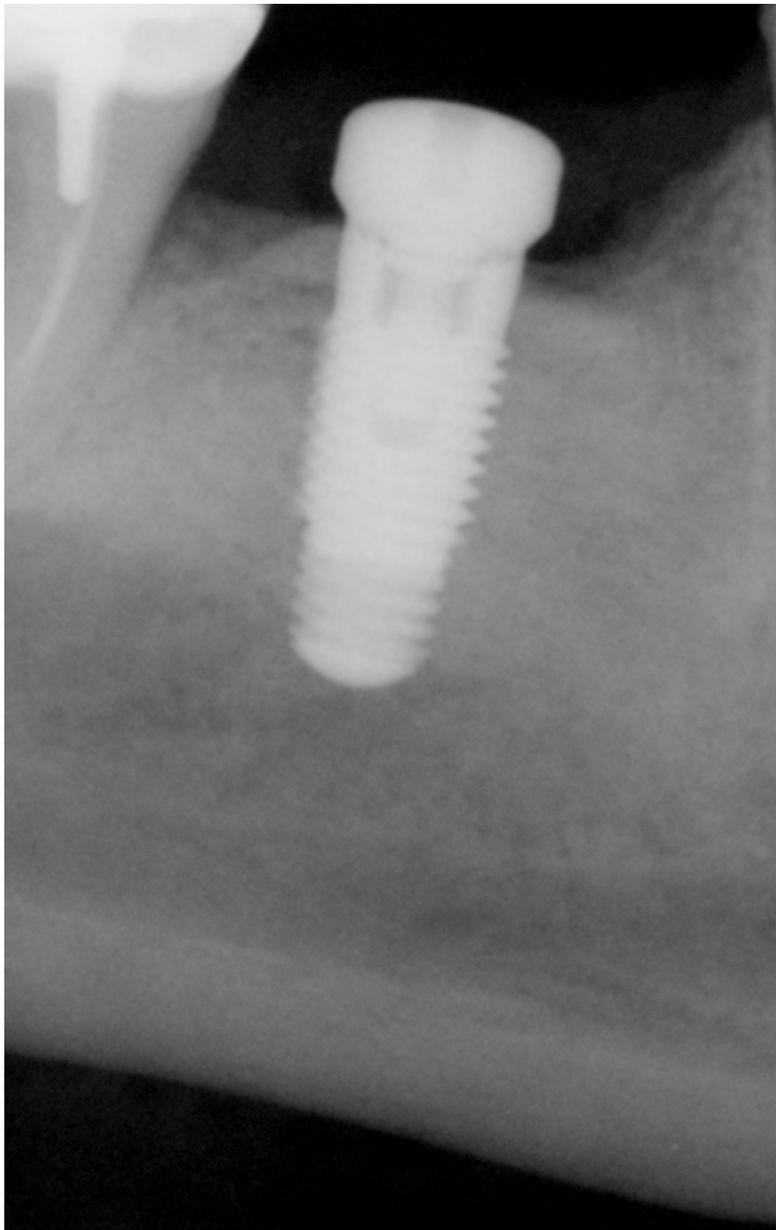


Figure 13 : Pose d'un implant de diamètre 4 mm et de longueur 11 mm.

3.1.1.5 - Cas clinique n°2 : présentation d'une greffe osseuse allogène (Courtoisie :

Dr POIROUX François.)

Le patient, un homme de 51 ans, sans antécédent médicale particulier, présente une résorption osseuse mandibulaire post-extractionnelle sur le secteur postérieur mandibulaire droit.

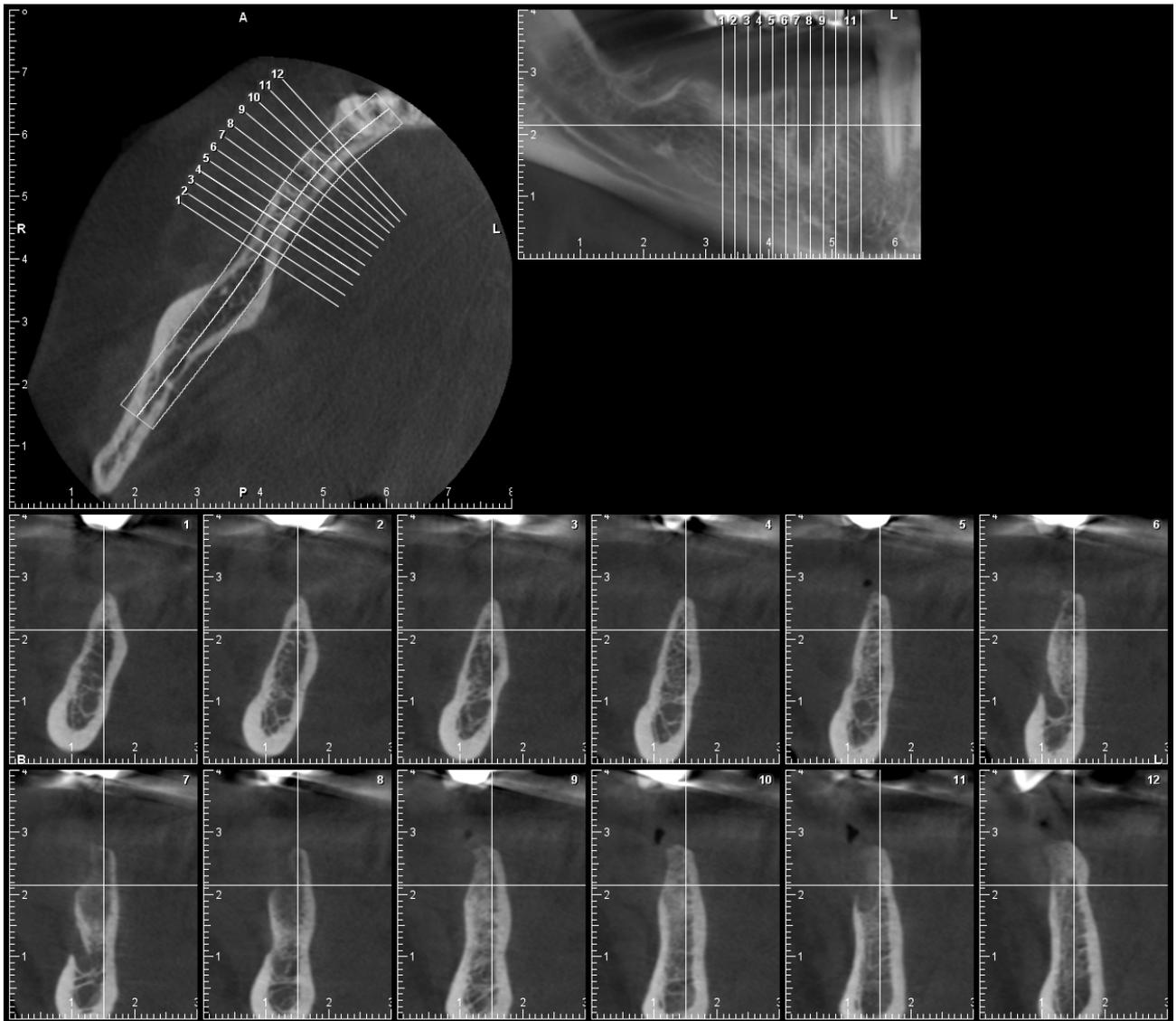


Figure 14 : Etude scanner pré-opératoire.

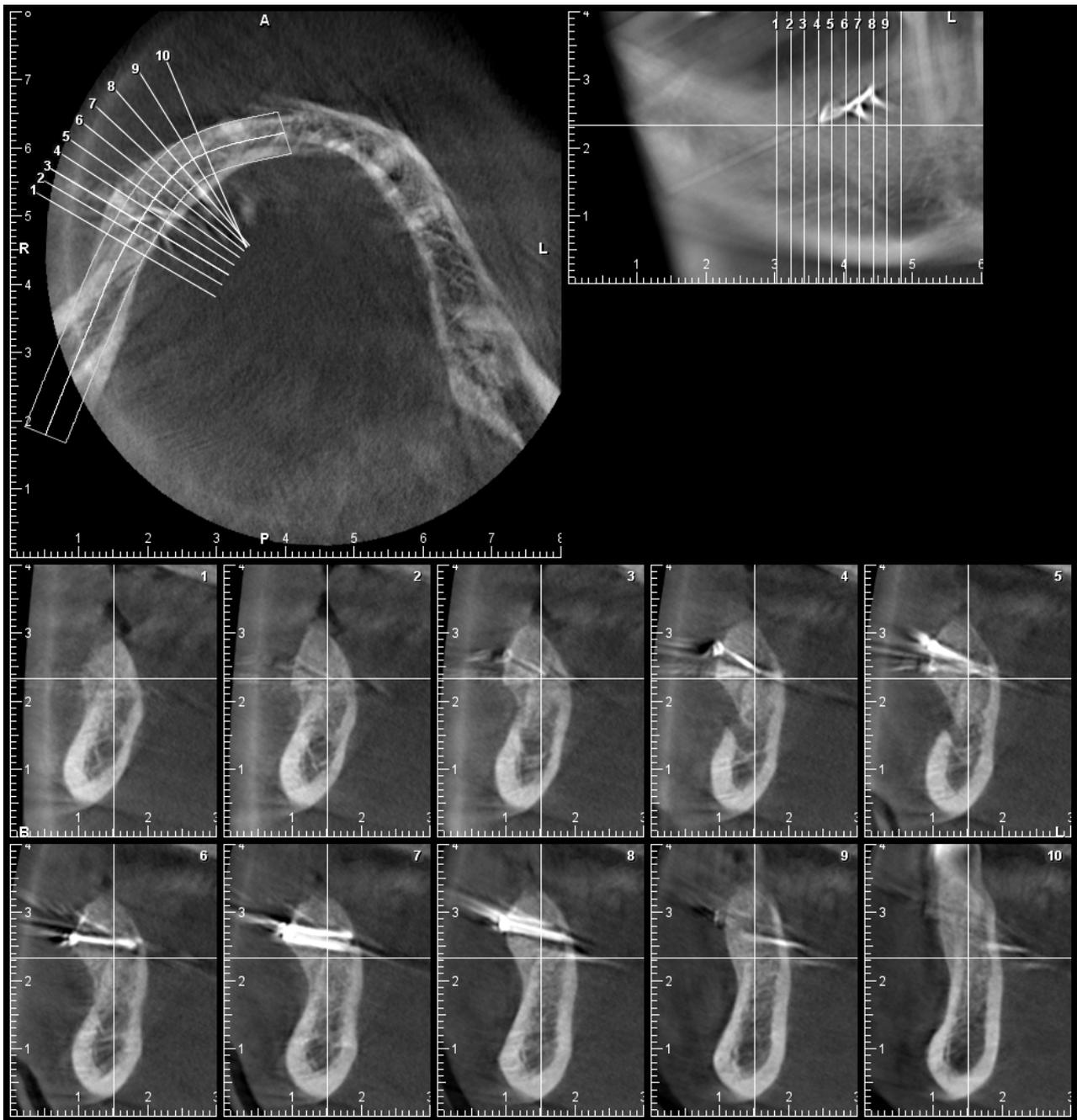


Figure 15 : Etude scanner après la mise en place d'une greffe osseuse allogénique.



Figure 16 : Exposition du site opératoire et forage du site implantaire après un délai de cicatrisation de 4 mois.

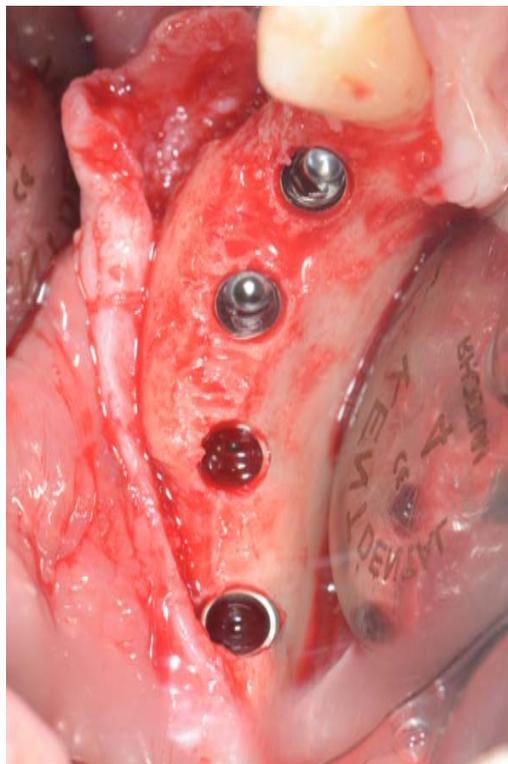


Figure 17 : Mise en place des implants de diamètre 3,5 mm et de longueur 10 mm.

3.1.2 - Greffe osseuse en coffrage (43)

3.1.2.1 - Principe

Cette technique, aussi appelée coffrage d'os particulaire a été mise au point par Paul Tessier. (67) Elle consiste initialement à prélever un bloc osseux autogène cortico-spongieux puis de le diviser en deux parties :

- la première partie sera constituée uniquement de corticale pour recréer la ou les parois manquantes du défaut osseux
- l'autre sera constituée d'os réduits en particules d'os spongieux et de corticales.

Afin de faciliter l'intervention et de prévenir les suites opératoires, il est possible de ne réaliser qu'un seul site chirurgical. En effet, il est possible de prélever le greffon osseux au niveau de la branche montante mandibulaire. Ainsi le site le prélèvement et le site receveur se situent dans la même zone opératoire.

Les blocs corticaux sont vissés et rendus immobiles à l'aide de vis d'ostéosynthèse. (39) L'espace libre créé par ces nouvelles parois corticales sera comblé par un biomatériau osseux.

Les reconstitutions 2D (indiquées en cas de défaut osseux dans 2 plans de l'espace) nécessitent la mise en place d'une corticale généralement vestibulaire. Les reconstitutions 3D (indiquées en cas de défaut osseux dans les 3 plans de l'espace) nécessitent elles la mise en place de deux corticales : vestibulaire et linguale ou vestibulaire et occlusale.

Ces plaquettes osseuses ainsi placées délimitent un espace de coffrage et permettent stabilisation et étanchéification du biomatériau qui y est situé.

Il est important de préciser la notion de surface dans cette technique. En effet, la réduction du greffon en particules permet d'augmenter significativement la surface totale de l'os greffé. C'est le fondement avancé par P. Tessier et repris par F. Khoury. (51)

La taille des particules doit également être prise en considération car elle aura une influence sur le taux et la vitesse de régénération. Il a ainsi été déterminé que les particules de tailles comprises entre 0,5 et 2 mm ont une meilleure régénération que celles supérieures à 10 mm (le volume d'os crée est plus grand et plus mature). (51)

Le temps de cicatrisation du greffon est de 3 à 4 mois.

3.1.2.2 - Avantages

- Gain de hauteur verticale important.
- Résorption secondaire moindre qu'avec une greffe d'apposition.

3.1.2.3 - Inconvénients

- Nécessité de prélèvement osseux autogène

3.1.2.4 - Cas clinique (Courtoisie : Dr LOCHON Damien.)

La patiente, une femme de 40 ans, sans antécédent médical particulier, est adressé par un confrère pour une réhabilitation prothétique des dents 45 et 46. Le site présente un défaut osseux en deux dimensions, une greffe osseuse en coffrage suivi d'une réhabilitation prothétique implantaire sont envisagés en accord avec la patiente.

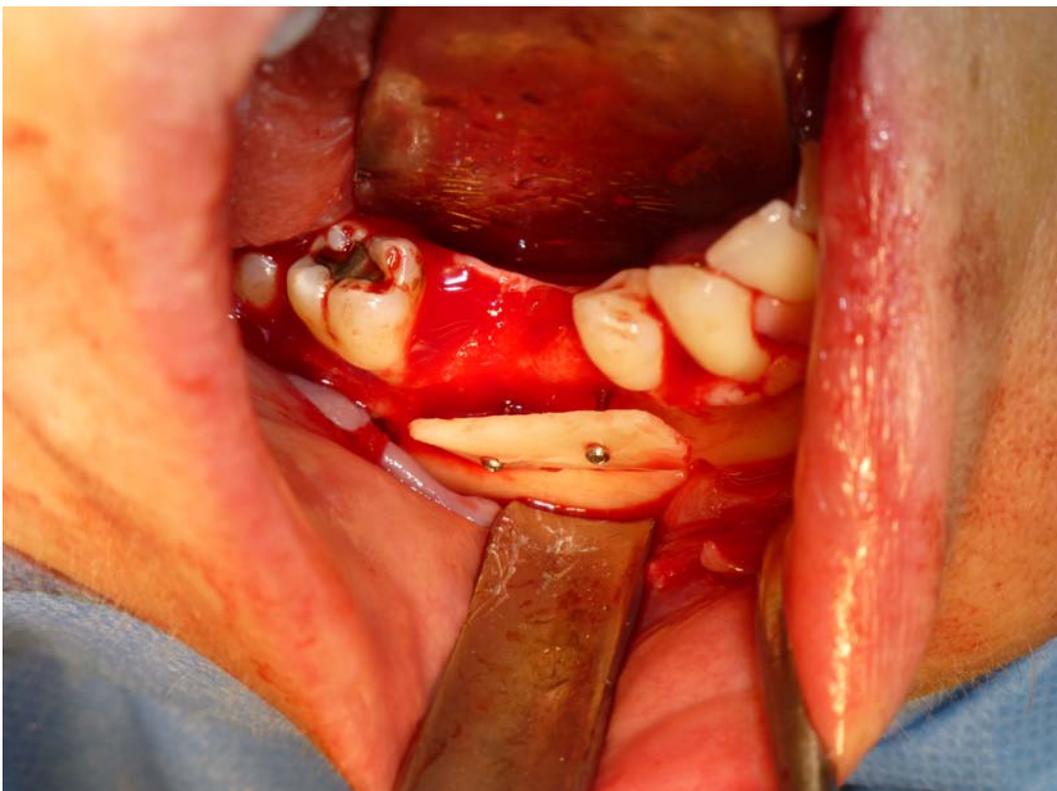


Figure 18 : Mise en place de la corticale vestibulaire réalisant un coffrage de ce défaut osseux en deux dimensions.

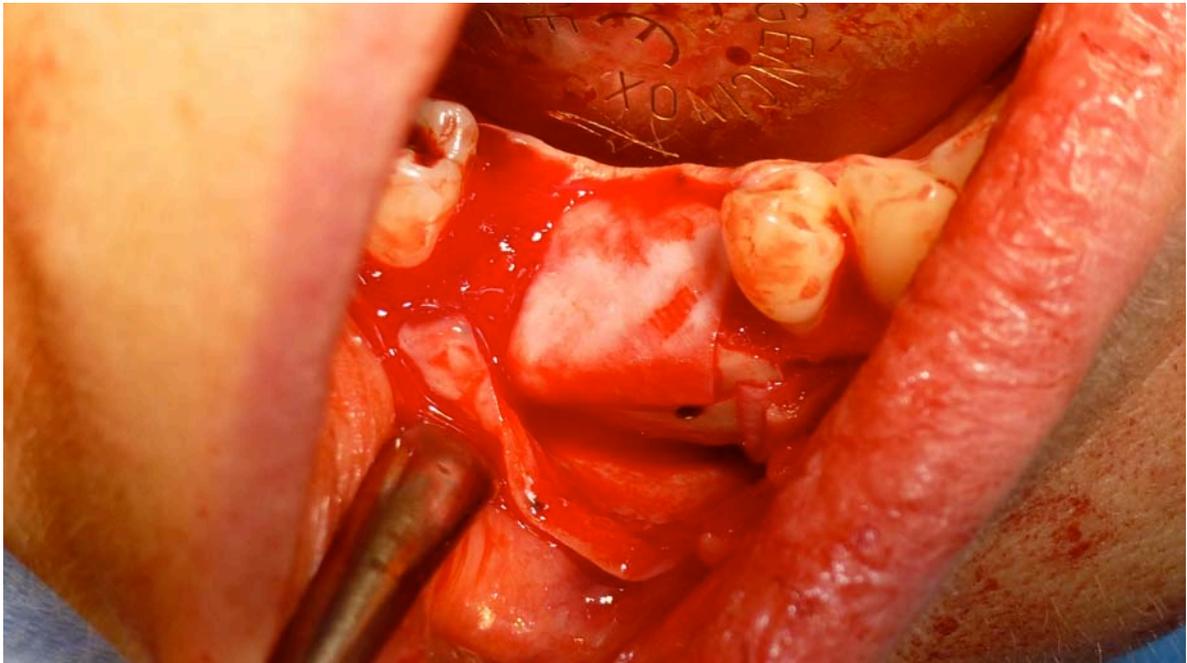


Figure 19 : Comblement à l'aide de biomatériaux autogènes et mise en place d'une membrane collagénique à résorption lente.

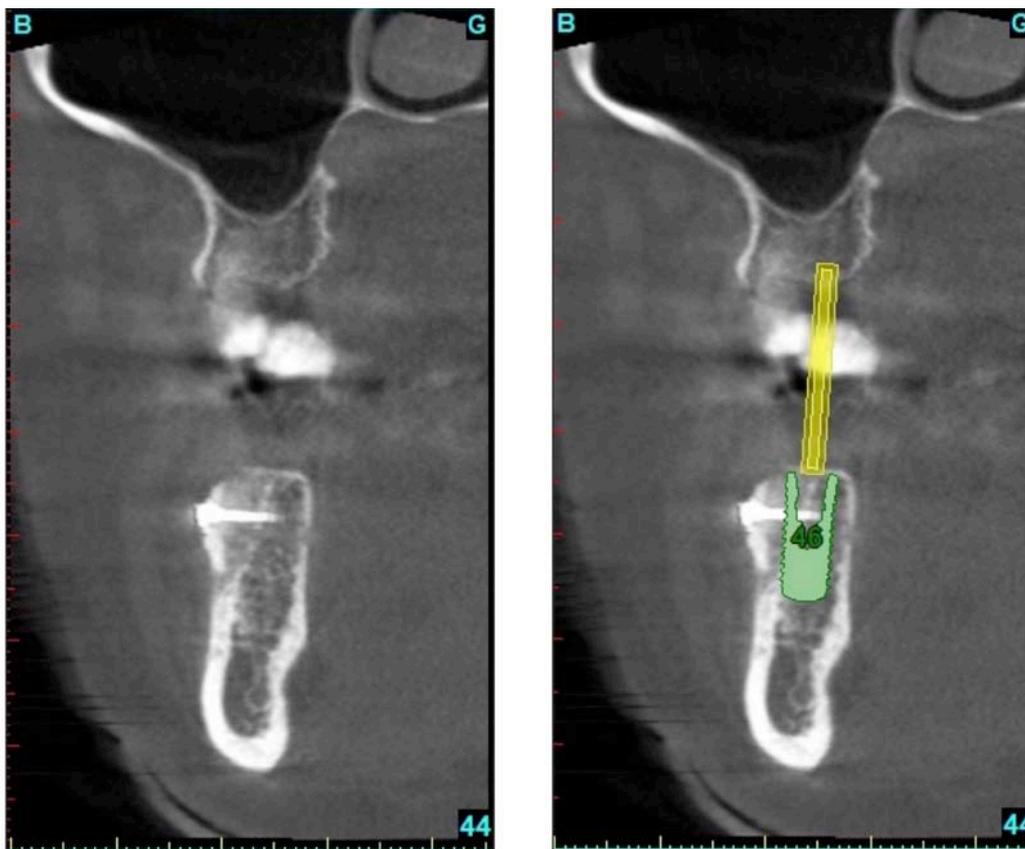


Figure 20 : Coupe scanner après la greffe osseuse. Sur l'image de gauche, on peut voir la vis d'ostéosynthèse maintenant la corticale vestibulaire en place. Sur l'image de droite, on voit la modélisation numérique du projet implantaire.



Figure 21 : Exposition du site après 6 mois de cicatrisation osseuse, on constate que la cicatrisation est complète et que l'on est désormais en présence d'une crête suffisamment large et haute pour recevoir des implants de taille standards.



Figure 22 : Mise en place des implants 46 et 45 puis fermeture du site opératoire.



Figure 23 : Emergence des implants après cicatrisation muco-gingivale complète, la phase de réalisation prothétique peut alors débuter.



Figure 24 : Radiographie panoramique après la mise en place des prothèses sur implants.

3.1.3 - La Régénération Osseuse Guidée (ROG)

3.1.3.1 - Principe

La ROG est une technique d'aménagement osseux basée sur la sélection cellulaire. Une membrane permet de cloisonner le caillot autour d'un défaut osseux afin qu'il soit colonisé par des cellules ostéogéniques, en évitant toute contamination par les cellules épithéliales et conjonctives non ostéogènes des tissus mous environnants. (37)

Il est théoriquement possible d'utiliser uniquement la membrane mais l'utilisation de biomatériaux (que ce soit de l'os autogène ou non) placé et stabilisé au sein du déficit osseux est nécessaire à l'obtention d'un résultat satisfaisant. (32)

Le lambeau de pleine épaisseur est récliné afin de découvrir le défaut osseux. On veillera à éliminer tout le tissu de granulation et on provoquera l'arrivée du caillot avant la mise en place du dispositif.

Le choix du type de membrane dépend de la morphologie de la lésion sachant qu'elle doit recouvrir la totalité du défaut et dépasser ses bords d'au moins 3 mm. Le maintien de la membrane est important et des vis d'espacement, une membrane renforcée en titane, l'utilisation de greffon autogène ou de biomatériau permettront d'éviter son invagination dans le défaut.

La membrane peut être en matériau résorbable ou non (polytétrafluoroéthylène expansé, titane). Historiquement, les membranes de régénération osseuse en titane ou PTFE sont progressivement remplacées par des matrices grillagées dont le but est là encore d'isoler la cavité buccale du biomatériau.

On suturera le site de manière étanche, sans tension excessive au niveau des tissus mous (21), ce qui peut parfois être difficile à réaliser. Une infection ou inflammation des tissus mous, ou toute déhiscence exposant la membrane, doit amener au retrait chirurgical de cette dernière.

Si la membrane est non résorbable, elle sera déposée après 7 à 9 mois de cicatrisation. (18)

3.1.3.2 - Avantage

- Absence de prélèvement secondaire.

3.1.3.3 - Inconvénients

- L'exposition de la membrane est fréquente ce qui peut nécessiter de devoir modifier le plan de traitement. Les complications seront d'autant plus fréquentes que le lambeau sera tracté pour refermer le site. (16)
- Risque infectieux majoré lié à la présence de la membrane.
- La ROG permet uniquement la correction de défauts osseux mineurs : la correction des défauts verticaux est limitée de 2 à 7 mm. (2) (15) (16)
- Temps de traitement important avant la mise en charge des implants avec un port de prothèse impossible pendant une durée d'environ 6 mois. (70)

3.1.4 - Distraction alvéolaire mandibulaire

3.1.4.1 - Principe

Cette technique, issue de la chirurgie orthopédique, se base sur la néoformation osseuse et tissulaire en réponse à une contrainte mécanique. (45)

On peut la scinder en 5 grandes étapes thérapeutiques (45) :

- **ostéotomie segmentaire,**
- **pose d'un distracteur,**
- période de repos nécessaire à la cicatrisation muqueuse,
- **distraction progressive du segment osseux d'environ 0.8 mm à 1 mm par jour,**
- période de consolidation osseuse d'une durée de 6 à 8 semaines,
- **dépose du distracteur,**
- **pose des implants** (cela peut être réalisé dans le même temps opératoire que la dépose du distracteur).

Ce sont les facteurs de croissance libérés qui aident à la cicatrisation.

Une rotation manuelle quotidienne de la vis devra être appliquée soit par le patient lui-même, soit par le praticien. Cela entraîne une remontée progressive du greffon. Une ossification secondaire de la zone écartée se met alors en place. Le processus pourra être stoppé lors de l'obtention de la hauteur souhaitée. (45)

On note dans cette technique l'absence d'utilisation de biomatériaux.

3.1.4.2 - Avantages

- Augmentation osseuse autologue.
- Absence de prélèvement osseux.
- Moindre résorption.
- Distraction des tissus mous.

3.1.4.3 - Inconvénients

- Mise en oeuvre quotidienne délicate et parfois incompatible avec une vie sociale ou professionnelle.
- Echec de la distraction.
- Déplacement du fragment distracté souvent aléatoire : en effet, la difficulté réside dans le contrôle du vecteur de distraction notamment avec les systèmes disponibles qui sont souvent unidirectionnels.
- Indications limitées : il faut au moins 4 à 5 mm entre la corticale supérieure et le canal alvéolaire inférieur.
- Port de prothèse impossible.

En chirurgie pré implantaire, cette technique qui s'avérait initialement prometteuse n'a finalement jamais pris son essor en raison du faible nombre de dispositifs disponible et de leur coût élevé.

3.1.5 - Ostéotomie segmentaire de rotation

3.1.5.1 - Principe

On parle de façon générale « d'ostéotomies segmentaires immédiates » mais cette famille regroupe plus précisément deux techniques opératoires distinctes :

- les ostéotomies segmentaires axiales (OSA)
- les ostéotomies segmentaires de rotation (OSR)

Dans les ostéotomies segmentaires axiales, on ne va jouer que sur une seule dimension alors que dans les ostéotomies segmentaires de rotation, on va pouvoir corriger un défaut osseux en jouant sur plusieurs dimensions de l'espace.

Cette technique consiste en la réalisation d'un trait de fracture horizontale, qui sera ensuite écartée. Elle se base sur la capacité de cicatrisation naturelle de l'os.

Une incision de pleine épaisseur est réalisée. Un décollement de la muqueuse est effectué à minima afin de découvrir la zone de l'ostéotomie et de mettre en évidence le nerf mentonnier.

Afin de réaliser l'ostéotomie, l'utilisation de la piézo-chirurgie va être un atout majeur. En effet, cela va permettre de séparer le segment osseux sans provoquer de lésion du périoste lingual. On rappelle en effet que le périoste est indispensable à la vascularisation du tissu osseux et donc à la cicatrisation correcte de la zone opératoire.

Le segment pédiculé est alors décollé de l'os basal avec un ciseau à os puis positionné au niveau désiré.

Des plaques d'ostéosynthèse sont ensuite utilisées pour stabiliser le fragment. Des biomatériaux peuvent être utilisés pour combler le volume présent entre l'os basal et le fragment crestal. Des membranes de type PRF peuvent aussi être utilisées.

On veillera à suturer le site sans tensions.

Quatre mois après la chirurgie, on dépose la plaque d'ostéosynthèse et on effectue la pose des implants selon le plan prothétique initialement établi. On note que des techniques d'ostéotomies corticales avec expansion osseuse et mise en place de l'implant dans le même temps opératoire sont aussi décrites (40).

3.1.5.2 - Avantages

- En maintenant la vascularisation linguale, le risque infectieux est limité via la meilleure pénétration des molécules antibiotiques prescrites. D'autre part, la maturation et le remodelage sont accélérés et la résorption osseuse crestale est limitée.
- Evite la morbidité liée à un second site de prélèvement.

3.1.5.3 - Inconvénients

- Risque d'infection et d'exposition du fragment mobilisé.
- Les indications sont limitées : la résorption osseuse doit être modérée.
- L'attachement à la muqueuse linguale est un frein à l'élévation du niveau osseux.

3.2 - Chirurgie correctrice sans augmentation du volume osseux : la transposition du NAI. (55) (28)

Cette chirurgie fut réalisée pour la première fois par Jensen et Nock en 1987. (31)

3.2.1 - Les types de déplacements possibles

Il y a plusieurs qualificatifs pour décrire ces différents protocoles comme latéralisation, déplacement ou translation, mais sans fondement étymologique spécifique. Le terme de latéralisation, souvent usité, caractérise un déplacement du nerf en dehors du corps mandibulaire. Celui-ci apparaît donc plus ou moins complet selon le maintien ou non de l'intégrité du foramen mentonnier.

On distingue ainsi :

- **la latéralisation partielle du nerf**, hors de sa gaine osseuse sans modification de son émergence au foramen mentonnier
- **la latéralisation complète du nerf** avec séparation du rameau incisif
- **la postérolatéralisation** qui comporte un écartement complet du nerf et un repositionnement de celui-ci dans un néofoamen postérieur

3.2.2 - Indications

La latéralisation du NAI depuis son trajet intra-mandibulaire peut apporter une solution à la mise en place d'implants en secteur mandibulaire postérieur en libérant un territoire osseux propice à la pose d'implants. La technique de postérisation du NAI favorise la stabilisation de la gaine nerveuse par la création d'un néo-orifice d'émergence postérieure. (28)

La pose de l'implant peut avoir lieu dans un second temps chirurgical ou dans le même temps opératoire.

Il ressort que la pose d'implants de taille standard est possible dans des longueurs de 10 à 13 mm avec des taux de survie identiques à ceux rencontrés en situation osseuse pré-implantaire classique. (28)

On peut aussi avoir recours à cette technique pour lever une compression iatrogénique de la gaine nerveuse (soit à proximité de son émergence au foramen mentonnier soit lors de son trajet).

Cette compression iatrogénique peut provenir d'un appui délétère d'une prothèse amovible ayant affaibli la crête, d'une compression due à un apex implantaire sur le nerf ou dans de très rare cas d'un cône de traitement endodontique ou de dépassement de pâte d'obturation canalair.

3.2.3 - Inconvénients

Sur le plan neurologique, il est rapporté l'apparition de troubles immédiats voire de troubles permanents (hypoesthésie, paresthésie ou anesthésie labio-mentonnaire).

On note l'absence de résultats consensuels sur leur périodicité et leur constance. Les troubles, de nature variable, sont néanmoins présents dans 50 à 70% des cas, en moyenne, voire 100% pour certains au cours des trois semaines suivant l'intervention, mais sont ressentis comme peu handicapants pour les patients. (28)

Pour la plupart des auteurs, les troubles ont disparu après 12mois. (28)

3.3 - Prise en charge sans chirurgie correctrice : les implants dits courts et ultra-courts (56) (63)

Cette technique consiste à utiliser un implant de taille inférieure aux implants traditionnellement utilisés (25) et présentant un diamètre conséquent (4 à 5 mm). Il n'y aura donc pas de recours à une chirurgie osseuse avant la pose implantaire.

3.3.1 - Définition

Il convient dans un premier temps de différencier l'implant dit court, l'implant dit ultra-court et l'implant standard.

Auparavant, les études n'avaient pas les mêmes critères de définition et on ne pouvait pas établir de consensus scientifique sur cette question. En effet, voici ce que l'on retrouvait dans la littérature:

- selon STRIETZEL ET AL. 2007 (66), l'implant court était défini à partir d'une longueur strictement inférieure à 11 mm,
- selon MORAND ET AL. 2007 (47), l'implant court était défini à partir d'une longueur strictement inférieure à 10 mm,
- selon RENOARD ET AL. 2005 (59), l'implant court était défini à partir d'une longueur inférieure ou égale à 8,5 mm,
- selon SRINIVASAN ET AL. 2012 (66), l'implant court était défini à partir d'une longueur strictement inférieure à 8 mm.

Ainsi un consensus scientifique s'est récemment imposé lors de la conférence européenne de consensus sur les implants courts (50). Les implants courts y ont été défini comme ayant une longueur inférieure ou égale à 8 mm et un diamètre supérieur ou égal à 3,75 mm. Les implants ultra-court ont eux été définis comme ayant un diamètre inférieur à 6 mm.

3.3.2 - Avantages des implants dits courts et ultra-courts (30)

- Procédure moins invasive, moins douloureuse, moins longue avec moins de complications péri et post-opératoires que les chirurgies osseuses pré ou péri-implantaire.
- Procédure moins coûteuse.

3.3.3 - Inconvénients des implants dits courts et ultra-courts

- La hauteur prothétique n'est pas corrigée .
- Technique de forage plus complexe avec risque d'ovalisation (il faut réaliser un minimum d'aller/retour avec les forêts de manière à ne pas ovaliser le puit de forage ce qui aurait pour conséquence une incompatibilité entre le trou de forage devenu ovale et la section implantaire ronde avec pour conséquence une diminution de la stabilité primaire de l'implant).
- L'épaisseur de la crête doit être suffisante pour permettre l'implantation (au minimum 6 à 7 mm). (18)
- La hauteur de la crête doit elle aussi être suffisante pour permettre la mise en place des implants : au moins 6 à 8 mm au-dessus du canal alvéolaire inférieur.

3.3.4 - Facteurs de succès des implants courts

3.3.4.1 - Le diamètre implantaire

La longueur de l'implant n'est pas le seul facteur à influencer le transfert des forces occlusales à l'interface os-implant, le diamètre aussi est important. (30)

Certaines études ont en effet suggéré que le diamètre de l'implant influe sur les taux de survie des implants, de sorte que l'utilisation de larges diamètres (≥ 5 mm) dans les implants courts pourrait être favorable. (42)

Un implant de plus gros diamètre permet de diminuer les contraintes appliquées. Une analyse des contraintes par éléments finis montre clairement qu'un implant court (de plus gros diamètre qu'un implant long) absorbe mieux les contraintes de cisaillement qu'un implant long car sa flexibilité permet d'amortir et d'absorber les contraintes avant l'arrivée de complications mécaniques et biologiques. (49)

3.3.4.2 - Qualité osseuse

Selon JAIN N. (30), la qualité osseuse est le facteur principal de la réussite de l'implant court. Le taux de succès des implants courts étant nettement accru dans des os de type 1 ou de type 2 selon la classification de Zarb et Lekholm.

3.3.4.3 - Nombre d'implants

L'augmentation du nombre d'implants permet d'accroître la surface fonctionnelle et de mieux résister aux forces occlusales. (30)

De plus, selon DAS NEVES et FONES (19), l'association de ces implants avec des implants plus longs au sein de la reconstruction prothétique augmente le taux de survie de ces implants (*par exemple un bridge mandibulaire complet sur implant avec des implants longs en secteur antérieur et des implants courts en secteur postérieur*).

3.3.4.4 - Choix de l'état de surface implantaire

Une place prépondérante doit être faite à l'état de surface. Les implants que nous utilisons aujourd'hui sont sablés et/ou mordancés avec des acides forts (acide sulfurique, acide fluorhydrique, chlorure d'hydrogène), ce qui permet d'obtenir une intégration plus rapide. La surface rugueuse des implants aujourd'hui permet un ancrage à la fois cortical et spongieux. Ils sont donc particulièrement bien indiqués dans l'os de type IV. (49)

3.3.4.5 - Hauteur implantaire/Hauteur prothétique

En 2006, BLANES ET COLL (7), ont réalisé une étude concernant l'influence du ratio « hauteur coronaire / longueur implant » sur la perte de la crête osseuse lors de la mise en place d'implants placés en secteur mandibulaire postérieur.

Il a ainsi suivi le devenir sur 10 ans de 192 implants en les répartissant en 3 groupes en fonction du ratio clinique « couronne / implant » :

- groupe A : 0-0.99,
- groupe B : 1-1.99,
- groupe C : ≥ 2 .

Il en est ressorti que la perte osseuse moyenne était de 0.34mm dans le groupe A (8 implants), 0.03mm dans le groupe B (133 implants), et 0.02mm dans le groupe C (51 implants). Ainsi moins le ration couronne/implant était favorable, moins grande était la perte osseuse.

On peut ainsi conclure selon cette étude que ce ratio hauteur implantaire/hauteur prothétique n'influence pas le taux de survie implantaire.

3.3.5 - Cas clinique (Courtoisie : Dr POIROUX François.)

Une patiente de 55 ans, sans antécédent médical, se présente pour une prise en charge globale. Une réhabilitation prothétique implantaire est envisagée.

Nous nous intéresserons dans ce travail qu'au secteur mandibulaire postérieur gauche, secteur présentant une résorption alvéolaire mandibulaire sévère.

On note dans ce cas l'importance pour le praticien de jumeler la prothèse et de mixer implants ultra-courts et implants standards afin d'accroître les chances de succès de la technique.



Figure 25 : Radiographie panoramique pré-opératoire. Une indication d'avulsion de la 35 et de réhabilitation prothétique implantaire est posée.



Figure 26 : Radiographie panoramique après la pose des implants : 3 implants ultra-courts 35, 36, 37 et un implant de 8,5 mm (34) ont été posés.

Taille des implants :

- 36 et 37 : diamètre 4 mm, longueur 4 mm
- 35 : diamètre 4,5 mm, longueur 4 mm
- 34 : diamètre 3,5 mm, longueur 8,5 mm.

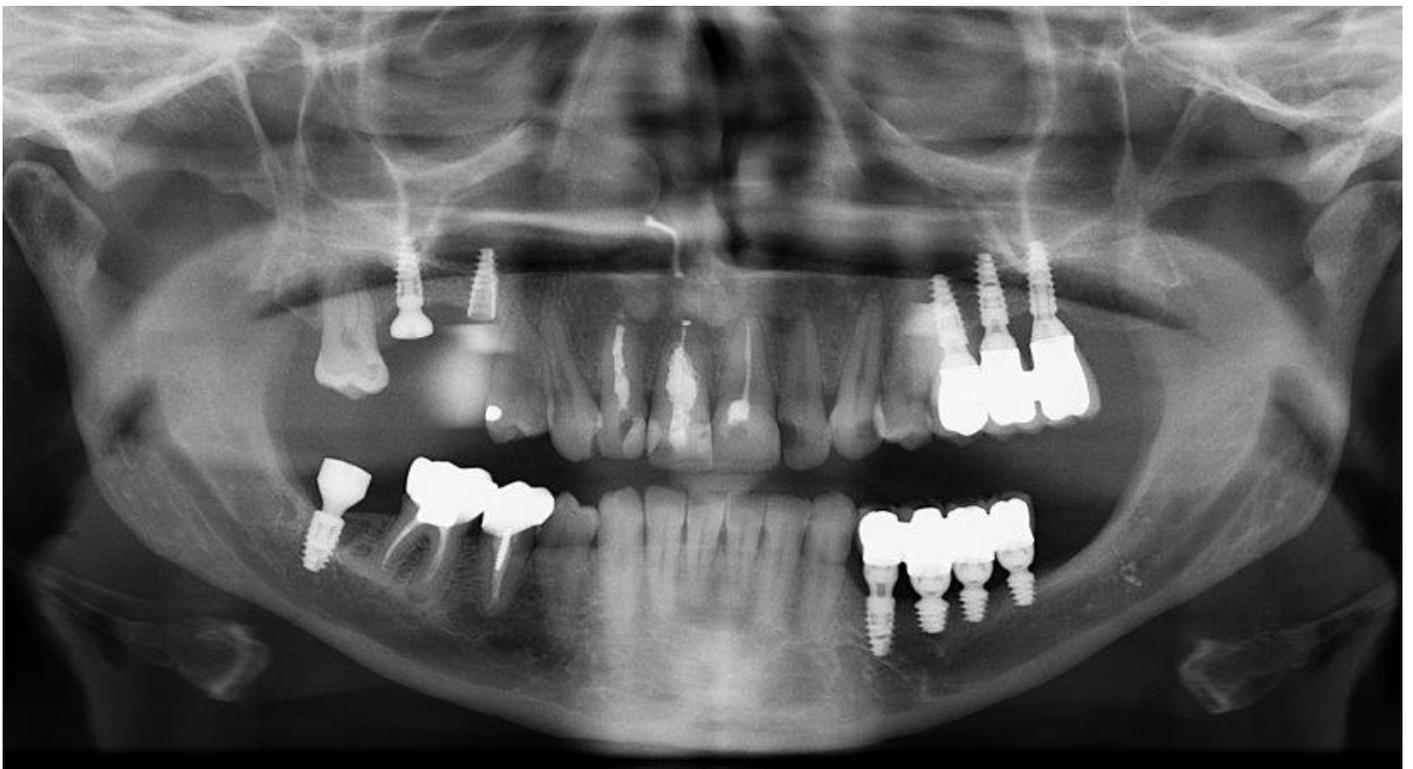


Figure 27 : Radiographie panoramique après la pose de couronnes jumelées 34-35-36-37.

4- Discussion

Ainsi on comprend que le choix de la technique à employer dans la pose d'implants en secteur mandibulaire postérieur fortement résorbé réside entre l'utilisation de la chirurgie osseuse et l'utilisation d'implants dits courts et ultra-courts.

Nous allons dans cette partie étudier la littérature afin de présenter les arguments en faveur de l'une ou l'autre des techniques et proposer un arbre décisionnel pouvant servir à l'implantologiste dans sa décision thérapeutique.

4.1 - Rôle de l'environnement gingival (61)

Depuis plus de trente ans, la question de la présence de tissu kératinisé autour de l'implant comme facteur indissociable de sa réussite fait débat.

Or la particularité du secteur postérieur mandibulaire fortement résorbé est qu'il ne comporte généralement peu ou pas de muqueuse kératinisée. (61)

De plus, on sait aujourd'hui que plusieurs études prouvent que la présence de tissu kératinisé joue un rôle dans la stabilité à long terme des tissus péri-implantaires (52) (8) et permet une réduction significative de l'inflammation autour de l'implant (44) (6).

Ainsi, parmi les techniques qui nous intéressent pour créer ou augmenter la quantité de tissu kératinisé, la greffe épithélio-conjonctive est la technique de référence.

4.1.1 - Objectif de la greffe de tissu kératinisé

En secteur postérieur mandibulaire, les techniques de chirurgie plastique péri-implantaire ne présentent pas pour objectif une intégration esthétique des implants mais permettent de créer des conditions tissulaires favorables au maintien d'une bonne hygiène péri-implantaire diminuant ainsi le risque de péri-implantite.

Selon REINGEWIRTZ Y. (58), un implant difficile d'accès aux mesures d'hygiène et dépourvu de muqueuse kératinisée présente plus d'inconfort au nettoyage, favorise l'installation de l'inflammation et expose à une résorption osseuse et crestale péri-implantaire plus importante. Cette indication pose par conséquent l'indication d'un apport de muqueuse kératinisée.

Ainsi la présence d'au moins 2 mm de muqueuse kératinisée au niveau de la zone d'implantation représente un argument de succès de la thérapeutique implantaire.

4.1.2 - Quand faut-il greffer ?

La greffe épithélio-conjonctive peut être réalisée à quatre stades du traitement implantaire :

- avant la pose des implants
- pendant la pose des implants
- pendant la phase d'exposition de la chirurgie implantaire
- après la pose de l'implant, une fois qu'il est ostéointégré, exposé et éventuellement mis en charge.

BASETTI ET COLL. (6) précisent que les 3 premiers protocoles semblent donner des résultats cliniques plus fiables tandis que le quatrième peut aboutir à des problèmes esthétiques voire à des complications.

Même si dans le secteur mandibulaire postérieur, la considération esthétique est limitée, on retiendra donc l'utilisation d'un des 3 premiers protocoles.

4.1.3 - Applications aux implants dits courts et ultra-courts

Afin de garantir la stabilité des tissus mous péri-implantaire, la nécessité d'un bandeau de tissu kératinisé de plus de 2 mm autour des implants semble aujourd'hui faire l'objet d'un certain consensus. (58)

De ce fait, la présence de ce tissu kératinisé semble fondamentale lors de l'implantation après chirurgie d'augmentation ou de remodelage osseux mais aussi lors de la pose d'implants dits court ou ultra-courts. En effet, la moindre inflammation péri-implantaire est extrêmement délétère pour ces derniers dans la mesure où la perte osseuse péri-implantaire aboutie rapidement à la chute de l'implant.

Cependant, la réalisation d'une greffe épithélio-conjonctive dans les secteurs mandibulaires postérieurs demeure un véritable défi surtout en l'absence de vestibule ; plus le vestibule est court ou inexistant, plus la stabilisation du greffon va être difficile. (17)

4.2 - Acceptation du plan de traitement

Selon POMMER B. et coll. (56), seuls 61% des patients acceptent un plan de traitement contenant une greffe osseuse. Utiliser les implants courts permet de rendre le plan de traitement implantaire plus accessible et d'augmenter la satisfaction des patients.

Des interventions chirurgicales complémentaires dont l'objectif est l'augmentation de la quantité de tissu osseux peuvent compromettre l'acceptation du patient et augmenter le risque de complications biologiques, de morbidité, de coûts et de temps opératoire, ce qui entraîne de longues périodes de traitement. (42)

4.3 - Revue de la littérature : augmentation osseuse vs implants ultra-courts

En réalisant une revue de la littérature, on constate tout d'abord l'existence d'études se référant spécifiquement aux implants ultra-courts :

- **Selon AHMED O. et coll. 2018** (1), qui ont étudié pendant 6 mois des implants de 4 mm placés dans des secteurs postérieurs atrophiques, ces implants peuvent être utilisés avec sécurité en mordant au préalable leur surface. Cependant, le résultat de cette étude est à nuancer car l'étude présente des biais : le recul clinique est insuffisant (6 mois) et un seul type d'implant a été utilisé.
- **Selon ESPOSITO M. et coll. 2016** (23), qui ont comparé les implants ultra-courts de 4 mm et les implants plus longs après augmentation osseuse en secteur mandibulaire postérieur, les implants ultra-courts pourraient être un choix préférable à l'augmentation osseuse dans le secteur mandibulaire postérieur, puisque le traitement est moins invasif, plus rapide, moins onéreux et associé à moins de morbidité. Cependant, cette étude base ses résultats sur 4 mois uniquement après la mise en charge des implants ce qui constitue un biais important. Des études avec 5 à 10 ans de recul après la mise en charge sont en effet nécessaires avant de faire des recommandations fiables. De plus, on suspecte un conflit d'intérêt dans cette étude car les implants et les pièces prothétiques proviennent du même fournisseur, bien que les auteurs affirment avoir travaillé en totale indépendance.
- **Selon ESPOSITO M. et coll. 2014** (22), qui ont comparé les prothèses supportées par des implants ultra-courts de 5 mm avec celles supportées par des implants plus longs posés après augmentation verticale osseuse, les deux techniques donnent des résultats acceptables jusqu'à 3 années après la mise en charge. Cependant, avec des implants de 5 mm de long et de 6 mm de diamètre, le traitement est plus rapide et moins onéreux. Mais cette étude présente des biais : les résultats actuels à 3 ans doivent être réaffirmés par des suivis plus longs (5 ans et plus) et des implants ultra-courts de plus petite taille (4 mm) doivent être étudiés.

- **Selon PENARROCHA-OLTRA D. et coll. 2014 (53)**, qui ont comparé l'augmentation verticale avec greffe osseuse et les implants de 5,5 mm (longueur intra-osseuse), cette dernière solution pourrait être considérée comme la meilleure des deux. Selon eux, si la hauteur de l'os résiduel dans le secteur postérieur de la mandibule se situe entre 7 et 8 mm, il est préférable de poser un implant de 5,5 mm, que de faire une greffe osseuse. Cette dernière thérapeutique entraîne un coût supplémentaire à l'intervention ainsi qu'une augmentation du temps de traitement. Cependant, tout au long de l'étude on nous parle d'implants courts alors que l'on fait référence à des implants de 5,5 mm qui, selon la définition précédemment citée, correspondent à des implants ultra-courts. De plus, des implants ultra-courts de plus petite taille doivent être étudiés. Enfin, on retrouve là aussi un biais concernant le recul clinique : les conclusions de l'étude se basent sur un suivi à 12 mois après la mise en charge des implants alors qu'un suivi de plus longue durée serait préférable.

Ainsi, même si ces études ont tendance à prouver l'efficacité des implants ultra-courts, on constate qu'elles ne présentent que peu de recul ce qui constitue un biais non négligeable. Elles sont ainsi de faible niveau de preuve. Un recul clinique plus important serait nécessaire afin de statuer quant à l'utilisation de ces implants.

En l'absence de recommandations scientifiques suffisamment étayées, les implants ultra-courts n'apparaissent donc aujourd'hui pas dans les recommandations de bonnes pratiques cliniques.

On constate aussi l'existence d'études ne différenciant pas les implants ultra-courts des implants courts :

- **Selon LEMOS CA. et coll. 2016** (42), qui ont comparé via une méta-analyse les implants courts de longueur inférieure à 8 mm et les implants longs dans le secteur postérieur, les implants courts présentaient une perte osseuse marginale, des défaillances prothétiques et des taux de complication semblables à ceux des implants standards. Cependant, les implants courts doivent être utilisés avec précaution car ils présentent un risque accru de complications post-opératoires par rapport aux implants standards. Ainsi cette étude ne nous permet pas d'en tirer des conclusions rationnelles car les implants ultra-courts ont été étudié dans le même groupe que les implants courts.

- **Selon LEE SA. et coll. 2014** (41), qui ont réalisé une méta-analyse d'essais contrôlés randomisés sur la gestion de la dimension verticale en zone postérieure en comparant les implants courts (5 à 8 mm) et les implants longs (plus de 9 mm) dans des sites dont la dimension verticale a été augmentée, les implants courts ont la même prévisibilité que les implants témoins. Là aussi les implants ultra-courts ont été étudiés dans le même groupe que les implants courts.

- **Selon CAMPS-FONT O. et coll. 2016** (11), qui ont réalisé une méta-analyse d'essais cliniques randomisés comparant les techniques pour pose d'implants dans les mandibules atrophiées édentées, les implants courts dans la zone postérieure de la mandibule semblent préférables aux procédures d'augmentation verticale. En effet, ces procédures présentaient une plus grande morbidité. Toutes les comparaisons de techniques d'augmentation verticale ont montré des résultats intergroupes similaires.

Ainsi, pour les 243 cas d'augmentation verticale osseuse par greffe, 108 complications post-opératoires ont été observées dont :

- Paresthésie du NAI : 62 %,
- Mauvaise cicatrisation : 15,7 %,
- Infection post opératoire : 13,9 %.

Pour les 76 cas avec pose d'implants courts, 14 complications post opératoires ont été observées, avec principalement (92,9 %) une paresthésie transitoire du NAI.

Parmi les 4 études comparant les implants courts (5 à 8 mm) avec l'augmentation verticale osseuse, 3 ont montré des complications beaucoup plus importantes pour les groupes greffés.

La méta-analyse montre que la pose d'implants courts diminue très fortement les complications post opératoires sans compromettre de l'implant et la réussite prothétique.

Cependant la définition ici utilisée des implants courts est incorrecte puisque sont inclus des implant de 5 mm de long ce qui correspond à des implants ultra-courts.

De plus, l'étude est sujette à des biais importants puisque les 4 études analysées sont issues de la même équipe. On note qu'il aurait été intéressant de faire davantage d'études par des équipes différentes et sur plus de temps.

Les conclusions de telles études sont donc à nuancer car elles ne nous permettent pas de distinguer rationnellement les implants courts des implants ultra-courts. Ainsi, même si ce manque d'harmonisation selon les auteurs est un handicap majeur, il faut noter que le consensus scientifique européen (50) établi quant à la définition des implants courts et ultra-courts est récent (2016). On peut donc espérer que les études actuelles et futures soient plus consensuelles dans leur définition.

En l'absence de données scientifiques de haut niveau de preuve concernant les implants ultra-courts, nous nous intéresserons pour finir aux implants courts uniquement :

- **Selon FELICE P. et coll. 2014** (24), qui comparent les implants courts et les implants longs après augmentation verticale osseuse dans le secteur mandibulaire postérieur, lorsque la hauteur osseuse résiduelle dans le secteur mandibulaire postérieur est comprise entre 7 et 8 mm, les implants courts de 6,6 mm pourraient être une alternative intéressante à l'augmentation verticale. En effet, le traitement y est plus rapide, moins coûteux et associé à moins de morbidité. Un suivi plus long peut encore être nécessaire pour confirmer ces résultats, mais le pronostic à moyen terme (5 ans après la mise en charge) des implants courts est au moins aussi bon que celui des implants plus longs placés verticalement dans les mandibules augmentées.

- **Selon THOMA DS. et coll. 2017** (68), qui ont comparé les implants courts et les implants longs après augmentation osseuse en cas de défaut vertical, les recommandations cliniques favorisant une procédure par rapport à l'autre doivent être interprétées avec prudence, car les preuves scientifiques sont basées sur peu de patients et de groupes de recherche. La décision clinique entre ces options (implants dentaires courts ou augmentation osseuse primaire, suivie du placement d'implants dentaires longs) est basée sur un certain nombre de paramètres. Ces paramètres comprennent principalement les preuves scientifiques, la compétence et l'expérience des chirurgiens et, de plus en plus, les préférences du patient. Afin de soutenir le clinicien dans le processus de prise de décision et d'informer le patient plus largement sur les options de traitement disponibles, la littérature de haut niveau de preuve est résumée via la figure ci-dessous.

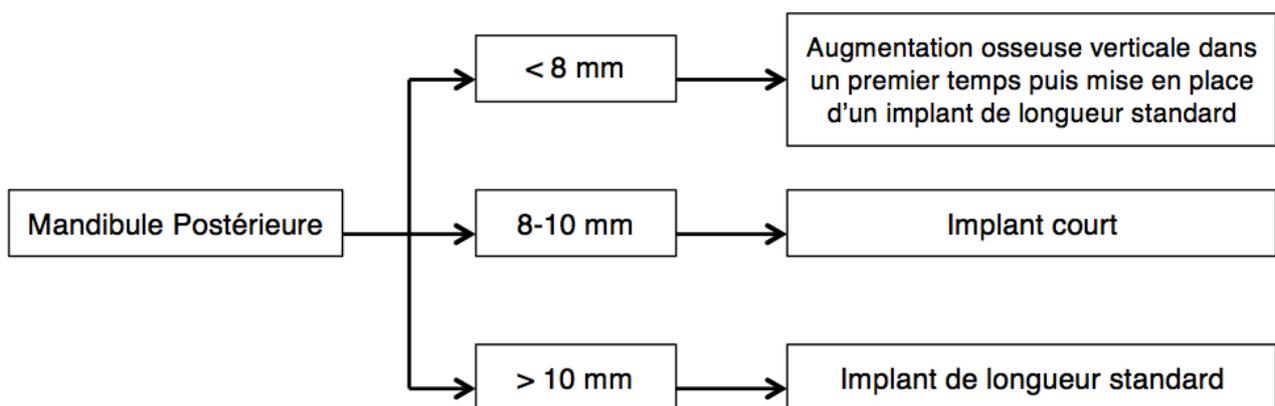


Figure 28 : Arbre décisionnel en cas de défaut osseux vertical. (68)

Les intervalles correspondent à la hauteur d'os disponible (entre le bord supérieur du canal alvéolaire inférieur et le rebord crestal).

Ainsi, le praticien devant fonder sa décision médicale sur les données objectives de la recherche clinique selon les principes établis par l'Evidence Based Medecine, ce tableau apparait à l'heure actuelle comme le consensus logique à respecter en cas de défaut osseux vertical.

Conclusion

Le challenge aujourd'hui pour toutes les techniques d'augmentation osseuse dans la région mandibulaire postérieure réside dans le profil anatomique très défavorable de cette région avec beaucoup de tensions musculaires entre les muscles du plancher, de la joue, une muqueuse très fine avec peu ou pas de gencive kératinisée et une corticale épaisse.

Les implants courts représentent ainsi une alternative intéressante aux chirurgies osseuses avec un certain nombre d'avantages pour les patients et le clinicien.

Mais cela ne reste valable que si l'on en respecte les indications.

Ainsi comme on a pu le voir, le diamètre de l'implant court semble être une condition fondamentale à son succès. En cas de crête alvéolaire trop étroite ou présentant un défaut osseux mixte de composante horizontale insuffisante, ce qui est souvent le cas en présence de mandibule fortement résorbée, leur utilisation paraît proscrite.

Concernant les défauts osseux verticaux, une application clinique rationnelle d'après la littérature existante permet d'appliquer un protocole précis pour le praticien. Ainsi si la hauteur d'os disponible est inférieure à 8 mm, la réalisation d'une chirurgie osseuse est nécessaire avant la pose de l'implant. Si cette hauteur est comprise entre 8 et 10 mm, on pourra alors envisager la pose d'implants courts si la crête présente une largeur suffisante. Enfin, si le niveau osseux disponible est supérieur à 10 mm, la pose d'implant de longueur standard est à prévoir. La littérature fondée sur un haut niveau de preuve rejette donc pour le moment l'utilisation des implants ultra-courts mais pas des implants courts (un intervalle de sécurité de 2mm de hauteur devant être respectée entre le bord supérieur du canal alvéolaire inférieur et l'apex de l'implant).

Cependant, un recul clinique plus important est nécessaire et de nouvelles études sont en cours.

Par ailleurs, nous pouvons probablement imaginer pour l'avenir des implants dits courts ou ultra-courts bioactifs associés à des facteurs de croissance. Si ces derniers confirment voire améliorent les bons résultats obtenus jusqu'à présent, on peut émettre l'hypothèse pour l'avenir d'une forte diminution des techniques d'augmentation ou de remodelage osseux au profit de ces implants lorsque l'indication le permettra.

Références bibliographiques

1. **AHMED O., GONNA BD., RAGAB S. ET COLL.**
The use of ultra-short dental implants in atrophic posterior ridges.
Alexandria Dental Journal 2018;**43**:62-67.
2. **ALKAN A., BAS B. ET INAL S.**
Alveolar distraction osteogenesis of bone graft reconstructed mandible.
Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2005;**100**(3):39-42.
3. **ATWOOD DA.**
Reduction of residual ridges: A major oral disease entity.
J Prosthet Dent. 1971;**26**(3):266-279.
4. **ATWOOD DA.**
Some clinical factors related to rate of resorption of residual ridges. 1962.
J Prosthet Dent. 2001;**86**(2):119-125.
5. **AUDRAN M., GUILLAUME B., CHAPPARD D.**
Tissu osseux et biomatériaux en chirurgie dentaire.
Charenton-le-Pont : Quintessence International, 2015.
6. **BASSETTI RG., STAHLI A., BASSETTI MA. ET COLL.**
Soft tissue augmentation around osseointegrated and uncovered dental implants : a systematic review.
Clin Oral Investig. 2017;**21**:53-70.
7. **BLANES RJ., BERNARD JP., BLANES ZM. ET COLL.**
A 10-year prospective study of ITI dental implants placed in the posterior region. II: Influence of the crown-to-implant ratio and different prosthetic treatment modalities on crestal bone loss.
Clin Oral Implants Res. 2007;**18**(6):707-714.
8. **BLOCK MS., GARDINERD., KENT JN.**
Hydroxyapatite coated cylindrical implants in the posterior mandible : 10 year observations.
Int J Oral Maxillofac Implants. 1996;**11**:626-633.
9. **BODIC F., HAMEL L., LEROUXEL E. ET COLL.**
Perte osseuse et dents.
Revue de rhumatisme 2005;**72**(5):397-403.
10. **BRANEMARK PI., HANSSON BO., ADELL R. ET COLL.**
Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period.
J Plast Reconstr Surg 1977;**16**(Suppl.):1-132.

11. **CAMPS-FONT O., BURGUEÑO-BARRIS G., FIGUEIREDO R. ET COLL.**
Techniques pour pose d'implants dans les mandibules atrophiques édentées : augmentation osseuse verticale et traitements alternatifs. Une méta- analyse des essais cliniques randomisés.
J Periodontol. 2016;**87**(12):1444-1457.
12. **CAVEZIAN R., PASQUET G.**
Imagerie Cone Beam et implants.
Rev Stomatol Chir Maxillofac 2012;**113**:245-258.
13. **CHASSAGNE J-F., CASSIER S., SIMON E. ET COLL.**
Limitations d'ouverture de bouche.
EMC, Stomatologie, 22-056-S-15, 2010.
14. **CHIAPASCO M., CASENTINI P., ZANIBONI M.**
Bone augmentation procedures in implant dentistry.
Int J Oral Maxillofac Implants. 2009;**24**(Suppl):237-259.
15. **CHIAPASCO M., CONSOLO U., BANCHI A. ET RONCHI P.**
Alveolar distraction osteogenesis for the correction of vertically deficient edentulous ridges : a multicenter prospective study on humans.
Int J Oral Maxillofac Implants 2004;**19**(3):399-407.
16. **CHIAPASCO M., ROMEO E., CASENTINI P. ET RIMONDINI L.**
Alveolar distraction osteogenesis vs. vertical guided bone regeneration for the correction of vertically deficient edentulous ridges : a 1-3-year prospective study on humans.
Cli Oral Implants Res 2004;**15**(1):82-95.
17. **CORTASSE B.**
Rôle de la gencive kératinisée péri-implantaire dans les secteurs postérieurs.
Titane 2017;**14**(4):303-309.
18. **DAVARAPNAH M., MARTINEZ H.**
Manuel d'implantologie clinique. Collection JPIO.
Rueil-Malmaison : Cdp, 1999.
19. **DAS NEVES FD., FONES D., BERNARDES SR. ET COLL.**
Short implants--an analysis of longitudinal studies.
Int J Oral Maxillofac Implants 2006;**21**:86-93.
20. **DE VERNEJOUL MC., MARIE P.**
Cellules osseuses et remodelage osseux.
Médecine/sciences 1993;**9**:1192-1203.
21. **ELNAYEF B., MONJE A., GARGALLO-ALBIOL J. ET COLL.**
Vertical ridge augmentation in Atrophic Mandible : a systemic review and meta-analysis.
Int J Oral Maxillofac Implants. 2007;**32**(2):291-312.

22. **ESPOSITO M., PISTILLI R., BARAUSSE C., FELICE P.**
Résultats à 3 ans d'une étude randomisée contrôlée comparant les prothèses supportées par des implants courts de 5mm Vs par des implants plus longs posés dans le secteur mandibulaire postérieur résorbé, après augmentation verticale osseuse.
Eur J Oral Implantol. 2014;**7**(4):383-95.
23. **ESPOSITO M., ZUCHELLI G., BARAUSSE C. ET COLL.**
Implants courts de 4mm Vs implants plus longs après augmentation osseuse en secteur mandibulaire postérieur : résultats après mise en charge à +4 mois d'une étude multicentrique randomisée.
Eur J Oral Implantol. 2016;**9**(4):393-409.
24. **FELICE P., CANNIZZARO G., BARAUSSE C., PISTILLI R., ESPOSITO M.**
Implants courts Vs implants longs après augmentation verticale osseuse dans le secteur mandibulaire postérieur : étude randomisée contrôlée sur 5 ans.
Eur J Oral Implantol. 2014;**7**(4):359-69.
25. **FELICE P., CHECCHI L., BARAUSSE C. ET COLL.**
Réhabilitation prothétique des mâchoires postérieures par des implants courts de 4.0x4.0mm Vs implants plus longs : étude contrôlée randomisée multi centrifuge sur 1 an.
Eur J Oral Implantol. 2016;**9**(1):35-45.
26. **FENEYROU C.**
Le point sur les différentes techniques d'augmentation verticale de la crête osseuse postérieure mandibulaire.
Thèse : 3ème cycle Sci Odontol, Toulouse, 2014.
27. **GOUET E., AZRIA D., AMZALAG J. ET AMZALAG A.**
Codes de la réussite en implantologie orale.
Paris : Med'com, 2012.
28. **GUILLAUME B.**
Latéralisation du nerf alvéolaire inférieur (NAI) à visée pré implantaire.
Titane 2017;**Hors Série**:303-309.
29. **GUIOL J.**
Les reconstructions mandibulaires postérieures.
Thèse : 3ème cycle Sci Med, Nantes, 2013.
30. **JAIN N., GULATI M., GARG M., PATHAK C.**
Implants courts : nouvel horizon en dentisterie.
J Clin Diagn Res. 2016;**10**(9):14-17.

31. **JENSEN O., NOCK D.**
 Inferior alveolar nerve repositioning in conjunction with placement of osseointegrated implants: a case report.
 Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1987;**63**:263-268.
32. **JUODZBALYS G., RAUSTIA AM., KUBILIUS R.**
 A 5 years follow-up study on one stage implants inserted concomitantly with localised alveolar ridge augmentation.
 J Oral Rehabil 2007;**34**(10):781-789.
33. **KAMINA P.**
 Anatomie clinique. Tome 2. 4e ed.
 France : Maloine, 2013.
34. **KAUFMANN R., BASSETTI R., MERICSKE-STERN R. ET ENFLING N.**
 Elargissement de la muqueuse péri-implantaire kératinisé lors de la réouverture de l'implant.
 Swiss Dental Journal 2014;**124**:1324-1331.
35. **KEEVE PL., KHOURY F.**
 Long-term results of peri-implant conditions in periodontally compromised patients following lateral bone augmentation.
 Int J Oral Maxillofac Implants. 2017;**32**(1):137-146.
36. **KHOURY E., FABY N., KHOURY G.**
 L'abord par tunnellation dans les augmentations osseuses.
 J Prosthet Dent. 2001;**86**(2):119-125.
37. **KHOURY F., ANTOUN I., MISSIKA P.**
 Bone augmentation in Oral Implantology.
 Berlin : Quintessenz, 2007.
38. **KHOURY F., HANSER T.**
 Mandibular bone block harvesting from the retromolar region: a 10-year prospective clinical study.
 Int J Oral Maxillofac Implants. 2015;**30**(3):688-697.
39. **KHOURY F., PONTE A.**
 The three-dimensional reconstruction of the alveolar crest with mandible block graft : a clinical study.
 Int J oral maxillofac implants 2004;**19**:756-766.
40. **LALO J., VERRONS AS., LEZY JP.**
 Les ostéotomies corticales d'augmentation alvéolaire en chirurgie implantaire.
 Rev Stomatol Chir Maxillofac 2012;**113**:276-290.

41. **LEE SA., LEE CT., FU MM. ET COLL.**
Méta analyse d'essais contrôlés randomisés sur la gestion de la dimension verticale en zone postérieure : implants courts (5 à 8mm) contre implants longs (plus de 9mm) dans des sites dont la dimension verticale a été augmentée.
Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;**29**(5):1085-1097.
42. **LEMO CA., FERRO-ALVES ML., OKAMOTO R. ET COLL.**
Short dental implants versus standard dental implants placed in the posterior jaws: A systematic review and meta-analysis.
J Dent. 2016;**47**:8-17.
43. **LEDEUX B.**
Gestion des atrophies osseuses verticales : blocs cortico-spongieux vs coffrage d'os particulaire.
Thèse : 3ème cycle Sci Odontol, Nice, 2013.
44. **LIN GH., CHAN HI., WANG HL. ET COLL.**
The significance of keratinized mucosa on implant health: a systematic review.
J Periodontol. 2013;**84**:1755-1767.
45. **LOCHON D.**
La distraction alvéolaire mandibulaire : méthode alternative en chirurgie pré-implantaire.
Thèse : 3ème cycle Sci Odontol, Nantes, 2006.
46. **MILLOT S., LESCLOUS P., COLOMBIER M-L. ET COLL.**
Position paper for the evaluation and management of oral status in patients with valvular disease : Groupe de Travail Valvulopathies de la Société Française de Cardiologie, Société Française de Chirurgie Orale, Société Française de Parodontologie et d'Implantologie Orale, Société Française d'Endodontie et Société de Pathologie Infectieuse de Langue Française.
Arch Cardiovasc Dis. 2017;**110**:482-494.
47. **MORAND M., IRINAKIS T.**
The challenge of implant therapy in the posterior maxilla: providing a rationale for the use of short implants.
J Oral Implantol. 2007;**33**(5):257-266.
48. **MOSNEGUTU A., WISMEIJER D., GERAETS W.**
Implant supported mandibular over dentures can minimize mandibular bone resorption in edentulous patients : results of a long term radiologic evaluation.
Int J Oral Maxillofac Implants. 2015;**30**(6):1378-1386.
49. **NEDELEC O.**
Intérêt et limites des implants courts.
AOS 2011;**253**:55-61.

50. **NEUGEBAUER J., NICKENIG HJ., ZÖLLER JE.**
Update on short, angulated and diameter-reduced implants.
11th European Consensus Conference (EuCC) 2016 in Cologne.
51. **PALLESEN L., SCHOU S., AABOE M. ET COLL.**
Influence of particle size of autogenous bone graftson the early stages of bone regeneration : a histologic and stereologic study in rabbit calvarium.
Int J oral maxillofac implants 2002;**17**:498-506.
52. **PAUL A.**
Greffes osseuses en chirurgie orale : nouvelles perspectives.
Thèse : 3ème cycle Sci Odontol, Nancy, 2014.
53. **PEÑARROCHA-OLTRA D., ALOY-PRÓSPER A., CERVERA-BALLESTER J. ET COLL.**
Traitement implantaire en secteur mandibulaire postérieur résorbé : augmentation verticale avec greffe osseuse Vs implant court de 5,5mm.
Int J Oral Maxillofac Implants. 2014;**29**(3):659-666.
54. **PERRIN D, AHOSSI V., LARRAS P. ET COLL.**
Manuel de chirurgie orale. Collection JPIO.
Rueil-Malmaison : Cdp, 2012.
55. **PIMENTEL AC., SANCHES MA, RAMALHO GC. ET COLL.**
Lateralization technique and inferior alveolar nerve transposition.
Case Reports Dent. 2016;**2016**:4802637.
56. **POMMER B., BUSENLECHNER D., FÜRHAUSER R. ET COLL.**
Evolution des techniques pour éviter une augmentation osseuse : implants courts, implants à diamètre étroit et chirurgie guidée.
J Craniomaxillofac Surg. 2016;**44**(10):1630-1634.
57. **REICH KM., HUBER CD., LIPPNIG WR. ET COLL.**
Atrophy of the residual alveolar ridge following tooth loss in a historical population.
Oral Dis. 2011;**17**(1):33-44.
58. **REINGEWIRTZ Y.**
Quand faut-il augmenter la quantité de muqueuse kératinisée autour des implants ?
Information dentaire 2018;**17/18**:18-23.
59. **RENOUARD F., NISAND D.**
Short implants in the severely resorbed maxilla: a 2-year retrospective clinical study.
Clin Implant Dent Relat Res. 2005;**7**(Suppl1):104-110.
60. **ROCCHIETTA I., FONTANA F., SIMION M.**
Clinical outcomes of vertical bone augmentation to enable dental implant placement : a systemic review.
J Clin Periodontol. 2008;**35**(Suppl 8):203-215.

61. **RZEZNIK M., JUNGO S., HOPPOLYTHE MP.**
 Greffe épithélioconjonctive péri-implantaire dans les secteurs postérieurs mandibulaires, une nécessité ?
 Titane 2017;**14**(4):293-303.
62. **SCHOU S., HOLMSTRUP P., HJORTING-HANSEN ET COLL.**
 Plaque-induced marginal tissue reactions of osseointegrated oral implants : a review of the literature.
 Clin Oral Implants Res. 1992;**3**:149-161.
63. **SLOTTE C., GRONNINGSÆTER A., HALMOY AM. ET COLL.**
 Four millimeter long posterior implants : 5 year outcomes of a prospective multi center study.
 Clin Implant Dent Relat Res. 2015;**17**(Suppl 2):385-395.
64. **SOBOTTA**
 Atlas d'anatomie humaine. Tome 1. 5e ed.
 France : Lavoisier, 2010.
65. **SRINIVASAN M., VAZQUEZ L., RIEDER P. ET COLL.**
 Efficacy and Predictability of Short Dental Implants (< 8 mm): A Critical Appraisal of the Recent Literature
 Int J Oral Maxillofac Implants 2012;**27**:1429-1437.
66. **STRIETZEL FP., REICHART PA.**
 Oral rehabilitation using Camlog screw–cylinder implants with a particle-blasted and acid-etched microstructured surface. Results from a prospective study with special consideration of short implants.
 Clin Oral Implants Res. 2007;**18**(5):591-600.
67. **TESSIER P., KAWAMOTO H., MATTHEWS D. ET COLL.**
 Taking bone grafts from the anterior and posterior ilium--tools and techniques: II. A 6800-case experience in maxillofacial and craniofacial surgery.
 Plast Reconstr Surg 2005;**116**(Suppl5):25-37.
68. **THOMA DS., CHA JK., JUNG UW.**
 Traitements pour les secteurs postérieurs maxillaire et mandibulaire : implants courts Vs implants longs après augmentation osseuse.
 J Periodontal Implant Sci. 2017;**47**(1):2-12.
69. **TULASNE JF., ANDREANI JF.**
 Les greffes osseuses en implantologie.
 Paris : Quintessence International, 2005.

70. **TULASNE JF., GUIOL J., JEBLAOUI Y.**
Reconstruction pré-implantaire en secteur mandibulaire postérieur.
Rev Stomatol Chir Maxillofac Chir Orale 2012;**113**(4):307-321.
71. **VON ARX T.**
Le foramen mentonnier, « carrefour de la mandibule ».
Mens Suisse Odontostomatol 2013;**123**(3):216-225.
72. **WICAL KE., SWOOPE CC.**
Use of panoramic radiographs for evaluation and classification of mandibular resorption.
J Prosthet Dent. 1974;**32**(1):7-12.
73. **ZUNZARREN R.**
Guide clinique d'Odontologie. 2e ed.
Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, 2014.

Table des illustrations

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Mandibule - Vue latérale et supérieure. D'après Sobotta (64). | 20 |
| Figure 2 : Mandibule - Vue médiale droite. D'après Sobotta (64)..... | 20 |
| Figure 3 : Nerf maxillaire (V2) et mandibulaire (V3). D'après Sobotta (64). | 21 |
| Figure 4 : Le remodelage osseux. (20) | 26 |
| Figure 5 : Mandibule édentée ayant subi une résorption osseuse importante. D'après Sobotta. (64)..... | 30 |
| Figure 6 : Classification osseuse de Zarb et Lekholm (1985). (73) | 37 |
| Figure 7 : Radiographie panoramique laissant apparaître la proximité entre le canal alvéolaire inférieur et la crête alvéolaire en secteur mandibulaire postérieur droit. | 41 |
| Figure 8 : Coupes coronales issues d'un CBCT, de gauche à droite la progression du canal alvéolaire inférieur (légendé par une flèche blanche) jusqu'à son émergence au foramen mentonnier (image de droite) | 42 |
| Figure 9 : Radiographie pré-opératoire. | 47 |
| Figure 10 : Radiographie de la zone opératoire après mise en place d'une greffe osseuse autogène avec prélèvement ramique (vis d'ostéosynthèse visible). | 47 |
| Figure 11 : Exposition de la zone opératoire après un délai de cicatrisation de 4 mois. | 48 |
| Figure 12 : Forage du site implantaire lors du même temps opératoire. | 48 |
| Figure 13 : Pose d'un implant de diamètre 4 mm et de longueur 11 mm..... | 49 |
| Figure 14 : Etude scanner pré-opératoire..... | 50 |
| Figure 15 : Etude scanner après la mise en place d'une greffe osseuse allogénique. | 51 |
| Figure 16 : Exposition du site opératoire et forage du site implantaire après un délai de cicatrisation de 4 mois. | 52 |

| | |
|---|----|
| Figure 17 : Mise en place des implants de diamètre 3,5 mm et de longueur 10 mm. | 52 |
| Figure 18 : Mise en place de la corticale vestibulaire réalisant un coffrage de ce défaut osseux en deux dimensions. | 54 |
| Figure 19 : Comblement à l'aide de biomatériaux autogènes et mise en place d'une membrane collagénique à résorption lente. | 55 |
| Figure 20 : Coupe scanner après la greffe osseuse. Sur l'image de gauche, on peut voir la vis d'ostéosynthèse maintenant la corticale vestibulaire en place. Sur l'image de droite, on voit la modélisation numérique du projet implantaire. | 55 |
| Figure 21 : Exposition du site après 6 mois de cicatrisation osseuse, on constate que la cicatrisation est complète et que l'on est désormais en présence d'une crête suffisamment large et haute pour recevoir des implants de taille standards..... | 56 |
| Figure 22 : Mise en place des implants 46 et 45 puis fermeture du site opératoire..... | 56 |
| Figure 23 : Emergence des implants après cicatrisation muco-gingivale complète, la phase de réalisation prothétique peut alors débuter..... | 57 |
| Figure 24 : Radiographie panoramique après la mise en place des prothèses sur implants. | 57 |
| Figure 25 : Radiographie panoramique pré-opératoire. Une indication d'avulsion de la 35 et de réhabilitation prothétique implantaire est posée. | 67 |
| Figure 26 : Radiographie panoramique après la pose des implants : 3 implants ultra-courts 35, 36, 37 et un implant de 8,5 mm (34) ont été posés. | 68 |
| Figure 27 : Radiographie panoramique après la pose de couronnes jumelées 34-35-36-37. | 68 |
| Figure 28 : Arbre décisionnel en cas de défaut osseux vertical. (68) | 75 |

Annexes

1 - Classification ASA

Le score ASA, a été mis au point 1941 par la société américaine des anesthésistes (American Society of Anesthesiologists). Ce protocole a pour objectif d'améliorer la sécurité anesthésique et d'évaluer le risque lié à l'intervention chirurgicale. Les patients sont classés en différentes catégories :

- ASA I : patient n'ayant pas d'autre affection que celle nécessitant l'acte chirurgical.
- ASA II : patient ayant une perturbation modérée d'une grande fonction en relation avec l'indication opératoire ou une autre affection .
- ASA III : patient présentant une perturbation sévère d'une grande fonction en relation avec l'acte opératoire ou une autre affection.
- ASA IV : patient courant un risque vital du fait de l'atteinte d'une grande fonction.
- ASA V : patient moribond.
- ASA VI : état de mort clinique.

2 - Rapport ANSM Juillet 2011 : les patients à haut risque d'endocardite infectieuse

Ce groupe réunit uniquement les patients présentant une cardiopathie définie comme étant à haut risque d'endocardite infectieuse. En conséquence, ce risque d'infection exclu les patients présentant une cardiopathie définie comme étant à risque faible ou modéré d'endocardite infectieuse (par exemple l'insuffisance mitrale).

Cardiopathies à haut risque d'endocardite infectieuse :

- Prothèse valvulaire (mécanique ou bioprothèse) ou de matériel étranger pour une chirurgie valvulaire conservatrice (anneau prothétique...)
- Antécédent d'endocardite infectieuse
- Cardiopathie congénitale cyanogène non opérée ou dérivation chirurgicale pulmonaire-systémique, opérée mais présentant un shunt résiduel, opérée avec mise en place d'un matériel prothétique par voie chirurgicale ou transcutanée sans fuite résiduelle seulement dans les 6 mois suivant la mise en place, opérée avec mise en place d'un matériel prothétique par voie chirurgicale ou transcutanée avec shunt résiduel

VINCENT (Julien). - Le traitement implantaire en secteur mandibulaire postérieur fortement résorbé. - 92f. ; ill. ; tabl. ; 73 ref. ; 30 cm (Thèse : Chir. Dent. ; Nantes ; 2018)

RESUME

La prise en charge des secteurs mandibulaires postérieurs fortement résorbés a toujours été un véritable défi en implantologie orale.

Les reconstructions osseuses se sont imposées comme des techniques de choix dans le traitement de ces cas complexes.

Depuis quelques années, une nouvelle alternative thérapeutique voit le jour : les implants dits courts et ultra-courts. Ces derniers représentent de réels intérêts clinique mais nécessitent un recul plus conséquent avant de peut-être s'imposer comme la technique de choix.

RUBRIQUE DE CLASSEMENT : Implantologie

MOTS CLES MESH

Résorption osseuse - Bone resorption

Mandibule - Mandible

Implants dentaires - Dental implants

Grefe osseuse alvéolaire - Alveolar bone graft

Reconstruction de crête alvéolaire - Alveolar ridge augmentation

Implants courts - Short implants

JURY

Président : Professeur Lesclous P.

Assesseur : Professeur Amouriq Y.

Directeur : Docteur Lochon D.

Assesseur : Docteur Jordana F.

Invité : Docteur Poiroux F.

ADRESSE DE L'AUTEUR

6 rue Thiers - 49100 Angers

julien.vincent21@gmail.com