

UNIVERSITE DE LILLE
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2020

N°:

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

Présentée et soutenue publiquement le 3 DÉCEMBRE 2020

Par Ophélie, ARMEDE

Née le 13 FÉVRIER 1995 à Évreux

INTÉRÊT DE LA PIÉZOCHIRURGIE
LORS D'UNE EXPANSION DE CRÊTE OSSEUSE

JURY

Président :	Professeur DEVEAUX Etienne
Assesseurs :	Docteur LEFEVRE Claude
	Docteur SAVIGNAT Mathilde
	<u>Docteur MOIZAN Hervé</u>
Membre(s) invité(s) :	Docteur COLET Philippe

UNIVERSITE DE LILLE
FACULTE DE CHIRURGIE DENTAIRE

Année de soutenance : 2020

N°:

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

Présentée et soutenue publiquement le 3 DÉCEMBRE 2020

Par Ophélie, ARMEDE

Née le 13 FÉVRIER 1995 à Évreux

INTÉRÊT DE LA PIÉZOCHIRURGIE
LORS D'UNE EXPANSION DE CRÊTE OSSEUSE

JURY

Président :	Professeur DEVEAUX Etienne
Assesseurs :	Docteur LEFEVRE Claude
	Docteur SAVIGNAT Mathilde
	<u>Docteur MOIZAN Hervé</u>
Membre(s) invité(s) :	Docteur COLET Philippe

Président de l'Université	:	Pr. J-C. CAMART
Directeur Général des Services de l'Université	:	M-D. SAVINA
Doyen	:	Dr. E. BOCQUET
Vice-Doyen	:	Dr. A. de BROUCKER
Responsable des Services	:	S. NEDELEC
Responsable de la Scolarité	:	M. DROPSIT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE L'U.F.R.

PROFESSEURS DES UNIVERSITES :

P. BEHIN	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
E. DELCOURT-DEBRUYNE	Professeur Emérite Parodontologie
C. DELFOSSE	Responsable du Département d' Odontologie Pédiatrique
E. DEVEAUX	Dentisterie Restauratrice Endodontie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

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

Réglementation de présentation du mémoire de Thèse

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

Aux membres du jury,

Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX
Professeur des universités - Praticien hospitalier des CSERD

Section réhabilitation orale
Département dentisterie restauratrice endodontie

Docteur en chirurgie dentaire

Docteur en sciences odontologiques

Docteur en odontologie de l'Université de Lille 2

Habilité à diriger des recherches

Doyen honoraire de la faculté de chirurgie dentaire de Lille

Membre associé national de l'académie nationale de chirurgie dentaire

Personne compétente en radioprotection

Ancien président de la Société française d'endodontie

Chevalier dans l'Ordre des palmes académiques

Vous me faites l'honneur de présider ce jury de thèse et je vous en remercie. Je vous remercie pour la qualité de vos enseignements, votre pédagogie et votre disponibilité durant mes études. Vous avez su lors de vos différentes interventions avoir un impact significatif sur mon développement personnel au sein de notre profession. Veuillez trouver à travers ce travail l'expression de toute ma reconnaissance et de mon profond respect.

Monsieur le Docteur Claude Lefèvre
Maître de conférences des universités - Praticien hospitalier des CSERD

Section réhabilitation orale

Département prothèses

Docteur en chirurgie dentaire

Docteur en odontologie de l'université de Lille 2

Responsable des relations avec l'ordre et avec les partenaires industriels.

Je tiens tout d'abord à vous remercier d'avoir accepté de faire partie de mon jury de thèse. Merci pour tout ce que vous m'avez appris et votre gentillesse tout au long de mon cursus universitaire. Votre encadrement lors de ma première année d'externat, m'a permis de mettre en application de nombreuses informations transmises lors de mon parcours scolaire, de prendre confiance en moi et de faire évoluer mon sens critique de l'observation lors de la prise en charge de mes patients. Soyez assuré de mon profond respect pour vous.

Madame la Docteure Mathilde SAVIGNAT

Maître de conférences des universités - Praticien hospitalier des CSERD

Section réhabilitation orale

Département sciences anatomiques

Docteur en chirurgie dentaire

Docteur en odontologie de l'université de Lille2

Master recherche biologie santé - Spécialité physiopathologie et neurosciences

Responsable du département des sciences anatomiques

Assesseur PACES

Je tiens à vous remercier d'avoir accepté sans conditions de faire partie de ce jury de thèse. Je vous remercie sincèrement pour votre gentillesse apportée au cours de mon parcours scolaire que ce soit pendant les cours magistraux ou lors de ma première année d'externat ; vous avez su allier rigueur et empathie équilibre facilitant ainsi mes premiers pas dans notre merveilleuse profession.

Monsieur le Docteur Hervé MOIZAN

Odontologue des hôpitaux, Praticien hospitalier du CHU de Rouen

Responsable de l'unité fonctionnelle d'odontologie au CHU de Rouen

Docteur en chirurgie dentaire de la faculté d'odontologie de Nantes

Docteur en sciences de l'Université Paris 5 René Descartes

Ancien assistant de l'UFR d'odontologie de Nantes en chirurgie orale

Spécialiste qualifié en chirurgie oral inscrit sur liste des spécialistes en Seine Maritime

Spécialiste qualifié en médecine bucco-dentaire, non inscrit sur liste des spécialistes

Certificat études supérieures en biologie de la bouche

Certificat études supérieures en odontologie chirurgicale

Certificat études supérieures en prothèse maxillo-faciale

Maitrise sciences biologiques et médicales

DU expertise maxillo-faciale et bucco-dentaire

DU Soins bucco-dentaires sous sédation, Nancy 1

DU Dermatovénérologie muqueuse buccale, Paris 5

DU Chirurgie pré et péri-implantaire, Paris 11

DEA Éthique médicale et biologique, Paris 5

Activité hospitalière relevant de la spécialité en chirurgie orale et implantologie

Je tiens tout d'abord à vous remercier d'avoir accepté d'être mon directeur de thèse. C'était une évidence pour moi et je suis honorée que cela ait été possible pour vous de m'accompagner dans ce projet. J'ai pu profiter de votre savoir-faire ainsi que de votre enseignement durant ces deux années au sein de votre service. Cet enseignement fut décisif pour ma formation en matière de chirurgie orale. Votre bienveillance m'a permis d'évoluer sereinement et me faire découvrir une passion pour la chirurgie. J'espère que ce travail est à la hauteur de vos attentes et qu'il traduira le profond respect et l'admiration que j'ai pour vous.

A ma famille et mes amis,

Table des matières

1	Introduction	14
2	Chirurgie osseuse pré implantaire	15
2.1	Concepts généraux et prérequis	15
2.2	Rappels anatomiques et physiologiques des maxillaires	16
2.2.1	Environnement osseux	16
2.2.1.1	Histologie osseuse	16
2.2.1.2	Anatomie de l'os alvéolaire	17
2.3	Insuffisance osseuse horizontale d'une crête.....	17
2.3.1	Modification du cadre osseux liées à l'édentement	17
2.3.2	Intérêt et indication d'une augmentation horizontale de crête	18
2.3.2.1	Greffes osseuses.....	18
2.4	Diagnostic préopératoire avant aménagement pré-implantaire	25
2.4.1	1 ^{ère} consultation : Anamnèse médicale	25
2.4.2	Contre-indications d'une chirurgie implantaire.....	25
2.4.2.1	D'ordre général	25
2.4.2.2	D'ordre local	26
2.4.3	Examen Clinique	26
2.4.4	Bilan radiographique	27
2.5	Analyse de la morphologie osseuse résiduelle	27
2.5.1	Classification du défaut osseux.....	27
2.5.1.1	Classification de Seibert (1983)	27
2.5.1.2	Classification de Lekholm et Zarb (1985)	28
2.5.1.3	Classification de Cawood et Howell (1988).....	29
3	La piézochirurgie	30
3.1	Qu'est-ce que le piézo-tome ?.....	30
3.1.1	Principes et caractéristiques du système	30
3.1.1.1	Composition du système piézoélectrique	30
3.1.1.2	La pièce à main de piézochirurgie	31
3.1.1.3	Caractéristiques physiques.....	31
3.2	Spécificité de cette technique	33
3.2.1	Vibrations de l'insert.....	33
3.2.2	Fréquence de vibration.....	33
3.2.2.1	Phénomène de cavitation.....	34
3.2.3	Amplitude de vibration	34
3.2.4	Différentes fonctions	34
3.2.5	Différentes applications cliniques et inserts.....	35
3.2.6	Principaux appareils ultrasoniques disponibles sur le marché	36
3.3	Intérêt des ultrasons lors d'une chirurgie osseuse.....	36
3.3.1	Sécurité.....	36
3.3.2	Précision chirurgicale.....	37
3.3.3	Coupe nette	37
3.3.4	Meilleure visibilité	37
3.3.5	Préservation des tissus nobles.....	37
3.3.6	Cicatrisation optimale.....	38
3.3.7	Courbe d'apprentissage plus faible	38
3.4	Limites et contre-indications de la chirurgie piézoélectrique.....	38
3.4.1	Temps opératoire	38
3.4.2	Technique opératoire	38
3.4.3	Efficacité de coupe.....	38
3.4.4	Usure précoce.....	39
3.4.5	Contre-indication.....	39

4	<i>L'expansion de crête</i>	39
4.1	Généralités	39
4.2	Histoire de l'expansion de crête	40
4.2.1	Matériels.....	40
4.2.2	Indications et contre- indications	40
4.2.3	Protocole chirurgical.....	41
4.2.4	Variantes cliniques et chirurgicales	42
4.2.4.1	La situation clinique.....	42
4.2.4.2	L'âge du patient	44
4.2.4.3	La hauteur de crête résiduelle	44
4.2.4.4	L'expérience du praticien	44
4.3	Différents inserts appliqués à l'expansion de crête ultrasonique	44
4.3.1	CS1	45
4.3.2	CS2	45
4.3.3	CS3	45
4.3.4	CS4	46
4.3.5	CS5	46
4.3.6	CS6	46
4.4	Application clinique de la piézochirurgie lors d'une expansion de crête 47	
4.4.1	Expansion de crête maxillaire patiente n°1	47
4.4.1.1	Examen radiographique	47
4.4.1.2	Protocole chirurgical.....	48
4.4.1.3	Sutures.....	55
4.4.2	Expansion de crête mandibulaire patiente n°2	56
4.4.2.1	Examen radiologique préopératoire.....	56
4.4.2.2	Protocole chirurgical.....	57
4.5	Résultats chirurgicaux de l'expansion de crête	59
4.5.1	Résultats implantaires et comparaison avec les autres techniques	59
4.5.2	Échecs et de complications rencontrées	60
4.5.3	Facteurs influençant la procédure	61
5	<i>Conclusion</i>	62
6	<i>Bibliographie</i>	63
7	<i>Table des illustrations</i>	70

1 Introduction

L'essor de l'implantologie permet de répondre dans l'immense majorité des cas aux diverses situations cliniques d'édentements unitaires, pluraux encastrés ou terminaux et totaux. En dehors des contre-indications générales, la seule limite est représentée par le volume osseux résiduel [7,66].

Dans de nombreuses situations cliniques, l'aménagement du tissu osseux est incontournable afin de pérenniser le traitement implantaire.

Diverses techniques ont été développées dans le but d'aménager le site implantaire afin que celui-ci respecte les impératifs qui incombent à la pose d'un implant dentaire. Parmi celles-là, l'expansion de crête osseuse constitue une alternative validée scientifiquement en cas d'insuffisance osseuse transversale, pour corriger le défaut osseux préexistant.

L'expansion de crête de manière conventionnelle est une procédure, réalisée à l'aide d'une instrumentation rotative classique (turbine, fraise diamantée), d'une « scie rotative » ainsi que de « ciseaux à os » enfoncés par des coups précis et doux à l'aide d'un maillet puis d'ostéotomes amenant le clivage de la crête alvéolaire afin d'augmenter la longueur vestibulo-buccale de celle-ci [50].

Le matériel requis nécessite lors de leur maniement une dextérité entretenue et l'expérience clinique d'opérateurs aguerris. Tant par la complexité technique, que par la courbe d'apprentissage longue et fastidieuse, de manière générale, l'expansion de crête reste une procédure chirurgicale risquée et redoutée par de nombreux praticiens mêmes expérimentés.

C'est dans les années 2000 que Vercellotti et coll.[91] ont envisagé de mettre à profit les avantages de la piézochirurgie à cette procédure. La chirurgie ultrasonore est une technique innovante permettant une approche précise et moins traumatisante pour les tissus durs et les tissus environnants. Ainsi, elle assure sécurité et précision au geste chirurgical.

L'objectif de ce travail est de présenter l'application de la piézochirurgie dans la chirurgie pré-implantaire et en particulier à l'expansion de crête, en y exposant clairement son intérêt par rapport à la technique conventionnelle, ses indications précises, ses limites et ses résultats attendus. Soutenue par une revue de la littérature *ad hoc*, la place actuelle de la piézochirurgie parmi les autres techniques d'augmentation osseuse transversale sera évaluée et son éligibilité au regard de chaque situation clinique exprimée.

2 Chirurgie osseuse pré implantaire

2.1 Concepts généraux et prérequis

La chirurgie pré-implantaire consiste à effectuer, selon différentes techniques, une reconstitution préalable du futur site implantaire, tant pour offrir à l'implant un volume osseux suffisant, que pour se rapprocher d'une situation anatomique naturelle : c'est la garantie d'une réussite fonctionnelle et esthétique optimale. Lors des réhabilitations implanto-portées, les paramètres essentiels à prendre en considération sont : le volume osseux disponible, le positionnement tridimensionnel de l'implant, le biotype gingival et le profil d'émergence des piliers et restaurations prothétiques. [7,66].

Il existe un consensus général en chirurgie implantaire, selon lequel dans le sens vestibulo-palatin/lingual, une épaisseur d'os vestibulaire de 1,5 mm à 2 mm est requise lors d'une procédure chirurgicale standard (Figure1). Cette règle a été admise, afin d'éviter l'effondrement de la partie vestibulaire de l'os alvéolaire et d'obtenir un résultat prédictible [6,16,43,81].

Dans le sens mésio-distal, la distance requise entre l'implant et une dent collatérale, est de minimum 1,5 mm (Figure 1). Cependant, une distance de 2 mm est requise afin d'éviter la perte de la papille proximale. La perte de la papille engendre une perte de chance esthétique pour le patient lorsque la zone implantée concerne le secteur antérieur [16].

Enfin, concernant le positionnement apico-coronaire, il a été admis que le col implantaire doit se situer entre 2 et 4 mm de la gencive marginale des dents adjacentes, règle applicable pour les dents ne présentant pas de récession gingivale. Ce qui se traduit par la possibilité de positionner l'implant dans une position sous cretale sans toutefois introduire un enfouissement excessif qui se traduirait par une perte osseuse sous forme de cratérisation [31]. En outre, pour la mise en place d'un implant de diamètre de 3,3 mm à 4 mm, le volume osseux péri implantaire attendu est de l'ordre 6 à 7 mm.

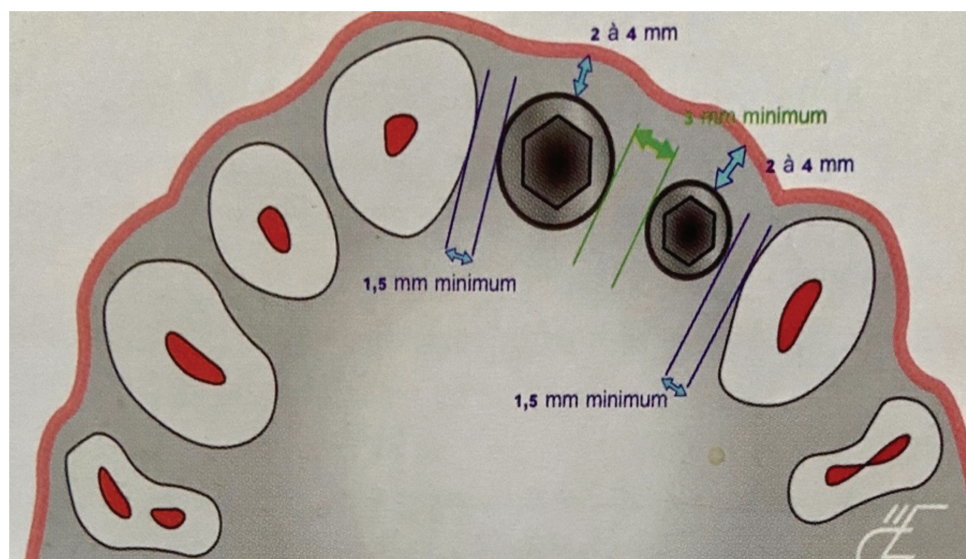


Figure 1 : Bases fondamentales du positionnement tridimensionnel d'un implant [7].

Les paramètres précédemment cités sont incontournables pour obtenir le positionnement idéal de l'implant.

2.2 Rappels anatomiques et physiologiques des maxillaires

Lors de la rédaction de ce travail, le choix délibéré de ne pas faire de rappels anatomiques approfondis en matière d'anatomie, de vascularisation ou encore d'innervation des maxillaires a dû être effectué pour ne pas alourdir les propos du sujet principal. Ceci n'exclut en aucun cas la connaissance parfaite des différents paramètres biologiques inhérents à l'anatomie humaine.

Ses connaissances anatomiques sont indispensables pour établir le plan de traitement et mener à bien la procédure chirurgicale qui en découle.

2.2.1 Environnement osseux

2.2.1.1 Histologie osseuse

2.2.1.1.1 Architecture osseuse

L'architecture osseuse s'organise en quatre compartiments qui peuvent être distingués, de l'extérieur vers l'intérieur [66] :

- **le périoste** (enveloppe externe) : composé d'une couche externe fibreuse jouant un rôle d'encapsulation, sans intervention dans l'ostéogenèse, et d'une couche interne comprenant des cellules endothéliales vasculaires, des pré-ostéoblastes et des ostéoblastes.
- **l'os cortical** ou os compact : formé par la juxtaposition d'ostéons, dans lesquels les lamelles osseuses sont disposées de façon concentrique autour d'un canal appelé « canal de Havers », où circulent les vaisseaux. Les canaux de Havers sont reliés entre eux par des canaux transversaux, les canaux de Volkmann.
- **l'endoste** : constitué d'une fine couche de tissu conjonctif contenant des cellules ostéoprogénitrices et des cellules bordantes. Il est comme une sorte de membrane qui tapisse la face interne de l'os.
- **l'os spongieux** ou os trabéculaire : constitué d'un réseau tridimensionnel de travées osseuses riches en cellules conjonctives adipeuses et en éléments sanguins.

2.2.1.1.2 Différents types cellulaires

Le tissu osseux contient quatre types de cellules qui assurent les différentes phases du remodelage osseux :

- les **ostéoblastes**, sont les cellules qui sont responsables de la production de la matrice osseuse.
- les **ostéoclastes**, quant à eux sont responsables de la résorption du tissu osseux et participent donc au renouvellement continu du tissu osseux
- les **ostéocytes**, sont issus de la maturation de l'ostéoblaste. Ils sont présents dans la matrice minéralisée, mais continuent une activité de synthèse osseuse plus modérée. Ils possèdent des mécanorécepteurs sensibles à la pression exercée sur l'os permettant de réguler leur activité de synthèse. Ils régulent également l'activité des ostéoclastes et la minéralisation du tissu osseux.
- **les cellules bordantes**, impliquées dans l'ostéogenèse.

2.2.1.2 Anatomie de l'os alvéolaire

Le maxillaire et la mandibule sont les structures osseuses du massif facial, supportant respectivement la denture supérieure et inférieure. Sur le plan anatomique, ils sont tous deux constitués d'un os basal et d'un os alvéolaire. Ces deux structures osseuses distinctes sur un plan biologique présentent cependant une parfaite continuité sur un plan anatomique [41,54].

Sur un plan biologique, la forme et le volume de l'os basal de l'arcade maxillaire et mandibulaire, sont définis par des critères héréditaires génétiques modulés d'une façon épigénétique.

L'os alvéolaire est induit par le développement du follicule dentaire qui comporte en son sein les précurseurs ostéoblastiques nécessaire à son évolution. La croissance de l'os alvéolaire, est étroitement liée à la formation du ligament alvéolodentaire et également à celle du cément.

Il est composé comme toute unité osseuse, d'un os cortical qui limite son volume externe et d'un os spongieux interne. Cet os spongieux possède la particularité d'être composé d'alvéoles permettant d'accueillir et d'établir une zone d'échange complexe avec l'organe dentaire.

Cette surface d'échange établit entre l'os alvéolaire et la racine dentaire, permet entre autres de répartir l'ensemble des contraintes fonctionnelles sur les structures environnantes. En plus, de la répartition des forces occlusales, les procès alvéolaires sont soumis également aux forces musculaires, notamment linguale et jugale, ainsi qu'aux parafunctions de l'individu. Ces phénomènes cumulés auront alors un impact direct sur la morphologie de celui-ci.

L'os alvéolaire contribuera ainsi au développement vertical des structures maxillaires et jouera un rôle de rattrapage entre la croissance du maxillaire et celle de la mandibule [3,68].

2.3 Insuffisance osseuse horizontale d'une crête

2.3.1 Modification du cadre osseux liées à l'édentement

Il a été reconnu que l'os maxillaire et mandibulaire présentent une particularité par rapport aux autres os du squelette. Ils sont constitués de deux types d'os : un os basal qui a la même physiologie que les autres os, en l'occurrence le phénomène de remodelage osseux, et un os alvéolaire qui dépend de la présence des dents [65].

L'organe dentaire a un rôle initiateur sur le développement de l'os alvéolaire. Il existe une interdépendance entre la formation de l'organe dentaire et celle de l'os alvéolaire, mais également une involution de l'os alvéolaire lors de l'avulsion de l'organe dentaire.

En effet, toute extraction dentaire entraînera la disparition de l'os alvéolaire, phénomène physiologique incontournable. En corrélation à ce phénomène, a été remarqué que les patients atteints de dysplasie ectodermique

manifestant une anodontie totale, étaient totalement dépourvus d'os alvéolaire [62].

Une étude a été menée par Nefussi sur des souris afin de prouver ce lien de cause à effet. Il a été démontré au travers de celle-ci que, l'organe dentaire serait le site régional de croissance alvéolaire et comporterait des facteurs de transcription tel que le gène Msx1 qui selon son expression jouerait un rôle sur la formation et l'involution de l'os alvéolaire. Les animaux hétérozygotes Msx1 +/- ne présentaient aucune anomalie dentaire et alvéolaire, à la différence des animaux homozygotes Msx1 -/- qui présentaient une agénésie dentaire et étaient dépourvus d'os alvéolaire. Dans la majorité des cas, où la comparaison a pu être réalisée, les mêmes facteurs remplissent les mêmes fonctions chez l'homme et la souris. Résultats de l'étude pouvant ainsi être extrapolés à l'étude de la squelettogenèse humaine [60].

C'est en effet l'organe dentaire qui est le site d'initiation, de croissance et de maintien de l'os alvéolaire. L'extraction dentaire entraînerait d'une part, la perte de stimulation locale, et d'autre part, la perte d'expression de ce gène. Ces deux phénomènes combinés seraient à l'origine du phénomène de lyse de l'os alvéolaire [60].

La problématique résidera alors dans la réhabilitation implantaire des crêtes osseuses atrophiées, du fait de ce phénomène incontournable. C'est un véritable enjeu, puisque les crêtes atrophiées imposent aux chirurgiens-dentistes des aménagements chirurgicaux spécifiques.

2.3.2 Intérêt et indication d'une augmentation horizontale de crête

Une recrudescence de la demande des patients vers une réhabilitation prothétique fixée a été observée. Il est désormais possible d'étendre les indications de la chirurgie implantaire avec l'avancée des données scientifiques et technologiques. Néanmoins, il convient de rappeler que chaque situation clinique est unique et doit toujours se référer aux données acquises de la science.

La prothèse implanto-portée reste une alternative thérapeutique qui devra être soumise au patient parmi les autres options thérapeutiques et non être la seule option soumise au patient. De plus, devra être pris en considération avant toute chirurgie implantaire ou pré implantaire, les critères cliniques locaux ou généraux qui permettront en outre de guider la décision thérapeutique selon la balance bénéfice/risque.

L'augmentation osseuse horizontale peut être abordée de différentes manières, notamment les greffes osseuses, la régénération osseuse guidée ou encore l'expansion de crête.

A travers ce travail sera mis en évidence pourquoi l'expansion osseuse est une alternative intéressante parmi les techniques conventionnelles d'augmentation osseuse.

2.3.2.1 Greffes osseuses

Une greffe osseuse est un transfert de tissu osseux, quelle que soit sa qualité, vers un tissu osseux receveur. Cette technique de greffe osseuse a été introduite en 1975 afin de palier à un défaut osseux [15,33].

Le site de prélèvement du greffon osseux peut être intra-oral, notamment la symphyse mentonnière, la zone rétro-molaire mandibulaire ou encore la tubérosité maxillaire. Toutefois, la quantité et le volume osseux lors de prélèvements intra-oraux restent limités [23].

Selon son origine, la greffe osseuse possèdera un nom différent.

2.3.2.1.1 Greffe autogénique

Elle sera dite autogène lorsque le greffon prélevé provient du receveur lui-même, soit du même individu, qui implique donc un second site chirurgical. L'autogreffe possède l'avantage de ne pas provoquer de réaction immunitaire et de ne constituer aucun risque de transmission de maladie [74].

La greffe d'apposition crestale impose au chirurgien une adaptation parfaite du greffon osseux sur le site receveur. Elle suppose une mise en place différée de l'implant afin de permettre le remodelage osseux secondaire entre le greffon et le site receveur. Cette procédure nécessite deux sites et deux temps chirurgicaux. C'est une chirurgie minutieuse qui nécessite une expérience clinique et chirurgicale de l'opérateur.

La greffe osseuse autogène est reconnue comme étant le « gold standard » dans les procédures de régénération osseuse. Cependant, cette technique comporte certains inconvénients notamment la morbidité du site donneur, la résorption imprévisible du greffon et d'une quantité limitée en matière de prélèvement [58].

2.3.2.1.2 Greffe allogénique

La greffe allogénique, quant à elle, est un greffon provenant d'un individu de la même espèce mais pas de l'individu lui-même. C'est une alternative intéressante à l'autogreffe mais qui peut être source de transmission de maladies infectieuses (prions, virus, bactéries). Le risque reste minime suite aux différents traitements chimiques élaborés, visant à supprimer tout risque de transmission de pathogènes entre le donneur et le receveur [18,84].

Il existe deux types de greffes allogéniques qui diffèrent par leurs traitements et procédures d'inactivations de transmissions d'agents pathogènes

- FDBA (*Freeze Dried Bone Allograft*),
- DFDBA (*Dimineralized Freeze Dried Bone Allograft*).

Comparaison des différences entre les deux types de greffes allogéniques			
	Traitements subis	Propriétés du greffons	Inconvénients
FDBA	Congélation et lyophilisation	<p>Ostéoconductrice et Ostéoinductrice (+/-)</p> <p>Sous forme de particules (chips), de copeaux ou de bloc</p>	<p>Aucun pouvoir ostéogénique</p> <p>Formation osseuse plus lente VS greffe autogénique et période de cicatrisation plus longue</p> <p>Lyophilisation rend le tissu plus fragile</p> <p>Contamination (<i>donneur/receveur</i>) possible</p>
DFDBA	Congélation, lyophilisation et déminéralisation	<p>Ostéoconductrice et Ostéoinductrice (++)</p> <p>Sous forme de particules, de copeaux ou une forme plus malléable (mélange de DFDBA + élément porteur) : mastic, pâte, feuille flexible ou gel</p>	<p>Aucun pouvoir ostéogénique</p> <p>Formation osseuse plus lente VS greffe autogénique et période de cicatrisation plus longue</p> <p>Potentiel ostéoinducteur influencé par la taille des particules, le pourcentage de calcium résiduel et le processus de déminéralisation</p> <p>Contamination possible (<i>donneur/receveur</i>)</p>

2.3.2.1.3 Xénogreffe

Enfin, pour la dernière origine, le tissu prélevé est issu d'une espèce différente, et se nomme alors xénogreffe [33].

Ce type de greffon possède des propriétés ostéoconductrices intéressantes pour obtenir une trame conductrice.

Selon, l'origine du greffon celui-ci posséderait des propriétés différentes notamment l'ostéoinduction, l'ostéoconduction et parfois l'ostéogenèse.

2.3.2.1.4 Régénération osseuse guidée (ROG)

La régénération osseuse guidée a été développée dans les années 80 pour restaurer les tissus parodontaux. Elle fait appel à un matériau de comblement ou de substitutions osseuses. C'est une technique fiable qui permet un succès à long terme et une alternative de choix à la greffe osseuse d'apposition. Elle peut être utilisée en technique de reconstruction osseuse pré-implantaire ou bien en même temps que la procédure chirurgicale implantaire. La technique repose sur la théorie d'exclusion tissulaire et le principe de compétition cellulaire. La théorie d'exclusion cellulaire repose sur la capacité des cellules à reformer une attache ligamentaire [55].

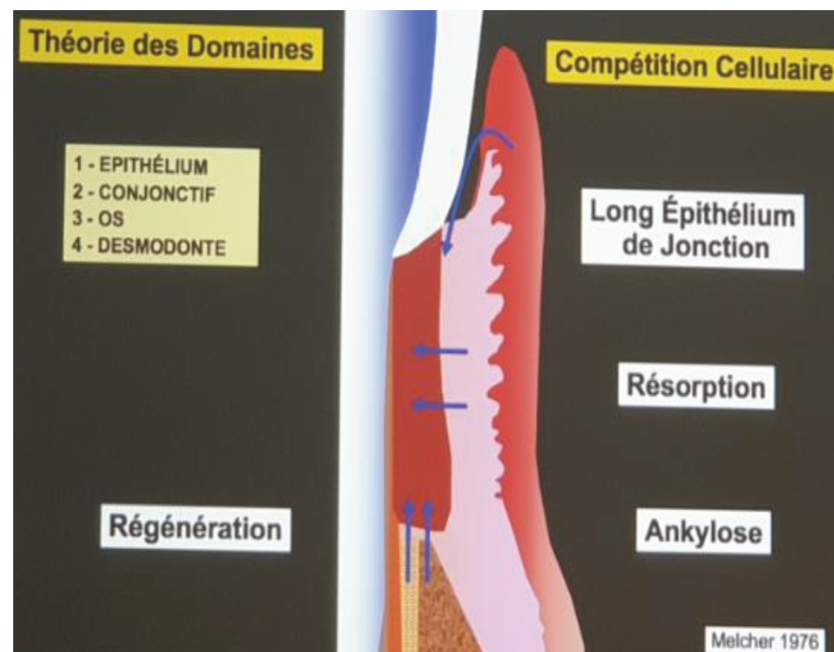


Figure 2 : Schéma de la théorie d'exclusion cellulaire issue de la régénération tissulaire guidée en parodontologie [55].

Il a été démontré que les cellules épithéliales et conjonctives, issues de la gencive ont une vitesse de 0,5 mm/24 heures tandis que les cellules osseuses et desmodontales migrent à un rythme de 0,05 mm/24 heures, soit un rapport de 1 sur 10. Il est donc évident que pour favoriser l'expression des cellules osseuses lors d'une chirurgie pré implantaire il est nécessaire de retarder ou d'exclure les cellules épithéliales et conjonctives.

La membrane utilisée lors d'une régénération osseuse guidée possède deux fonctions essentielles : un rôle mécanique de maintien de l'espace de régénération et un rôle physique d'exclusion cellulaire grâce à ses propriétés intrinsèques établissant une barrière physique entre la cavité buccale et le site opératoire.

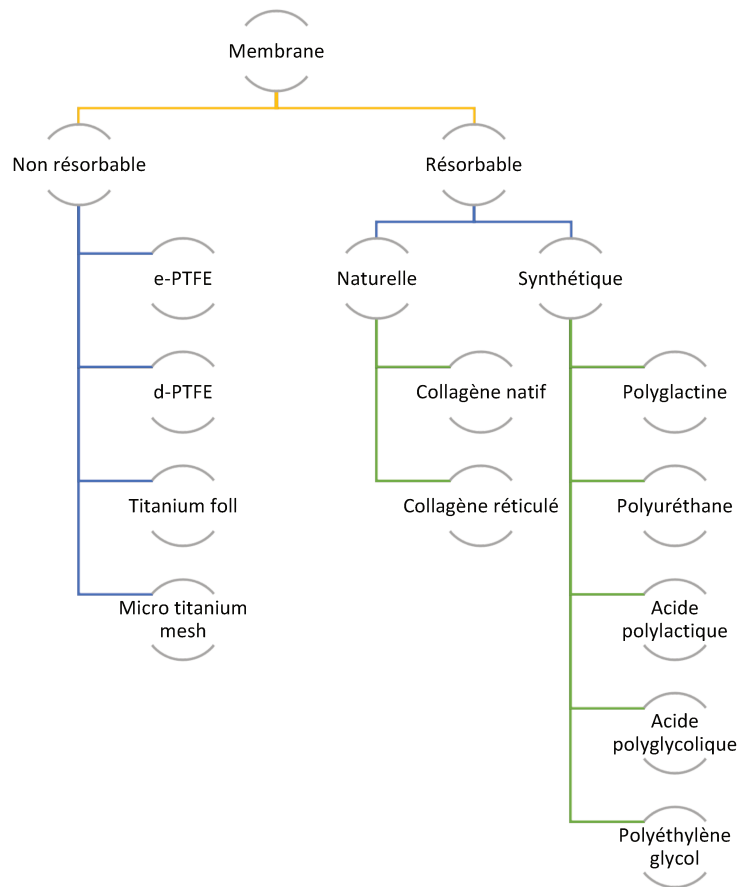


Figure 3 : Diagramme regroupant les différentes membranes présentes sur le marché [Réalisé par l'auteur]

Les premières membranes utilisées en ROG, sont les membranes non résorbables, notamment la e-PTFE. La d-PTFE possède l'avantage d'être plus dense que l'expansée, ce qui lui confère la caractéristique d'être moins sensible aux bactéries et diminue le risque d'infection.

Concernant les membranes résorbables naturelles, le collagène est principalement d'origine porcine. Elles sont moins rigides que les membranes non résorbables mais possèdent l'avantage d'éviter d'exposer le site régénéré lors de la dépose, de diminuer le coût de l'intervention et de diminuer la morbidité [5].

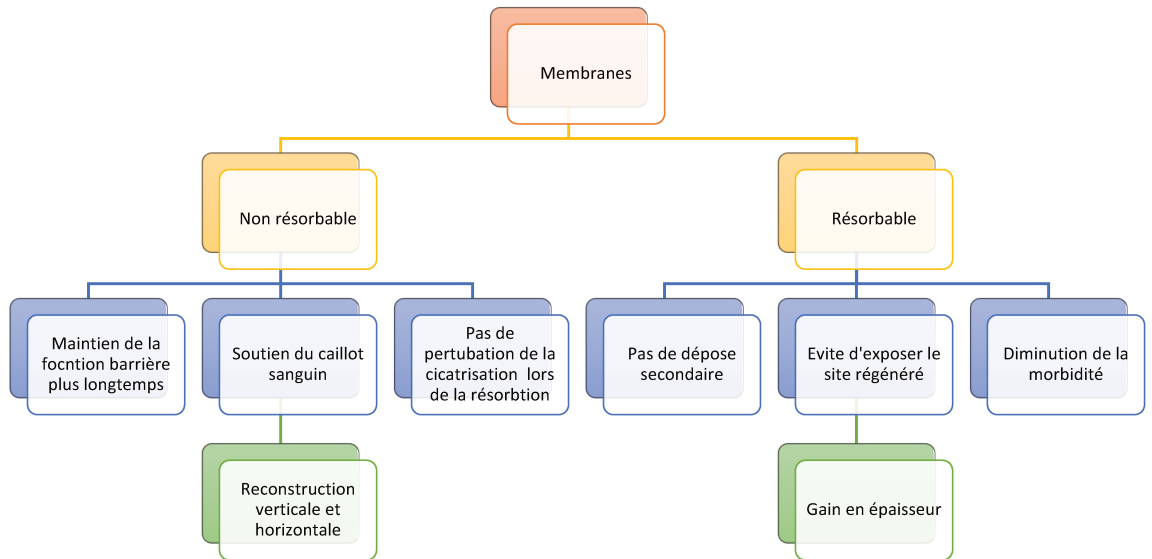


Figure 4 : Diagramme présentant les avantages des différentes membranes [Réalisé par l'auteur]

Les principaux problèmes rencontrés lors d'une régénération osseuse sont : le risque d'exposition des biomatériaux dans la cavité buccale, le risque d'infection, l'effondrement des membranes risquant d'entraver le processus de régénération osseuse et l'exposition à un risque de résorption secondaire lors du retrait des membranes non résorbables [1,18].

2.3.2.1.5 Expansions osseuses

La technique d'expansion osseuse met à profit l'élasticité tissulaire des structures osseuses. Cette technique chirurgicale consiste en une intervention unique, la séparation des corticales vestibulaire et linguale / palatine de manière contrôlée dans le but d'obtenir un élargissement crête instantané et rendre possible une implantation immédiate.

Cette approche selon la littérature permet de réduire de manière significative le temps de cicatrisation, le temps de traitement et le coût de l'intervention avec une survie implantaire de l'ordre de 97% [75].

L'avantage évident de cette technique est l'absence de morbidité du site donneur, couramment observée lors d'une greffe autogénique. Un autre avantage recensé, à cette technique, est la possibilité d'insertion immédiate de l'implant sans avoir besoin d'une seconde intervention chirurgicale [42,88].

L'implantation immédiate ou différée

L'implantation immédiate suite à la procédure d'expansion de crête a été introduite par Simon et coll. dans les années 90 [79], puis rapidement suivis par d'autres auteurs notamment Scipioni et coll [75].

L'implantation immédiate a l'avantage majeur de réduire le temps de traitement entre la phase chirurgicale et prothétique, mais également de réduire les coûts liés à l'intervention notamment le plateau technique mobilisé uniquement une fois et l'élimination de la seconde intervention [67].

Selon Waechter, l'implantation immédiate est quasiment toujours réalisable dans la mesure où une stabilité primaire est obtenue [94].

Quant à d'autres, certains auteurs préconisent l'implantation différée afin d'éviter les éventuelles complications per-opératoires rencontrées lors de l'implantation immédiate. Les complications recensées sont notamment le manque de stabilité primaire, le mauvais positionnement tridimensionnel de l'implant, la fracture induite de crête mais également les complications post-opératoire comme la perte osseuse, la récession des tissus mous et l'échec implantaire [35,44,46,80].

Comblement de l'espace intra osseux généré

Dans la littérature, il n'existe de nos jours toujours pas de consensus quant à l'utilisation associée ou non d'une membrane et de matériau de substitution osseuse à cette technique.

Il a été prouvé que le matériau de substitution osseuse jouait un rôle de mainteneur d'espace. Selon certains auteurs, il ne serait pas nécessaire dans la plupart des cas, de combler l'espace inter cortical créé par l'expansion de crête osseuse. Selon eux, l'espace serait colonisé, à l'aide du caillot sanguin, par les différentes cellules nécessaires à l'ostéogenèse formant in fine un tissu néoformé [57,76].

De plus, Scipioni et coll, ont démontré au cours de leurs études que malgré la présence d'un espace entre la surface implantaire et le tissu osseux adjacent la régénération osseuse et l'ostéointégration étaient possible si toutefois, l'espace n'excédait pas 0,35 mm pour un implant de surface lisse et 1,5 mm pour un implant de surface rugueuse [13,76].

Il a été admis par plusieurs auteurs, la recommandation de l'utilisation d'une membrane et d'un matériau de comblement associés à l'expansion de crête. Notamment lorsque l'espace ménagé de part et d'autre de l'implant s'élève à plus de 3 mm et lorsque l'épaisseur initiale de la crête résiduelle est inférieure à 3 mm [35,47,85].

2.4 Diagnostic préopératoire avant aménagement pré-implantaire

2.4.1 1^{ère} consultation : Anamnèse médicale

La première consultation déterminera si le patient est éligible à un plan de traitement implantaire. Le praticien procédera tout d'abord à un interrogatoire médical rigoureux, qui l'informerait sur les antécédents médicaux du patient, la prise éventuelle de traitements médicamenteux, les habitudes de vie du patient et enfin sur l'existence d'allergies connues [66].

2.4.2 Contre-indications d'une chirurgie implantaire

Partant du principe qu'aucune chirurgie pré-implantaire n'est réalisée sans le projet d'une réhabilitation implanto-portée, les contre-indications d'une chirurgie implantaire s'appliquent également aux chirurgies pré-implantaires.

Dans ce cas, sera décliné dans un premier temps les contre-indications s'appliquant à la chirurgie implantaire classique puis de manière plus spécifique les contre-indications spécifiques à la chirurgie pré-implantaire.

2.4.2.1 D'ordre général

2.4.2.1.1 Absolues

Elles sont représentées essentiellement par les cardiopathies valvulaires à risque d'endocardite infectieuse.

GROUPE A : cardiopathies à haut risque
Une prothèse valvulaire
Des Cardiopathies congénitales cyanogènes non opérées et dérivations chirurgicales (pulmonaire systémique)
Antécédents d'endocardite infectieuse

Le groupe A est composé de patients présentant une contre-indication formelle à l'implantologie dentaire et donc à la chirurgie osseuse pré implantaire.

Autres contre-indications absolues :

- infarctus récents datant de moins de 12 mois,
- une transplantation d'organe,
- pose récente d'un stent coronaire datant de moins de 12 mois [66]
- irradiation supérieure à 50 Grays intéressant la zone cervico-faciale ou curiethérapie.

2.4.2.1.2 Relatives

- l'âge,
- le diabète non équilibré,
- un traitement immunosuppresseur ou trouble de l'immunité inné,
- une radiothérapie cervico faciale,
- des biphosphonates (BP), ils ont souvent été associés à une contre-indication stricte cependant, selon les nouvelles recommandations de la *Société Française de Chirurgie Orale* (2019). Désormais, il faut déterminer la cause de

la prescription des biphosphonates (oncologique ou non) ainsi que, le moyen d'administration per os ou intraveineuse,

- les troubles de la coagulation, les patients sous anticoagulants ne représentent pas une contre-indication mais nécessitent néanmoins une prise en charge particulière avec différents moyens d'hémostases,

- les maladies psychiatriques, empêchant le praticien d'obtenir un consentement éclairé et établir un suivi post-opératoire.

- les conduites addictives tels que le tabac, l'alcool et les drogues

- les traitements médicaux de longue durée : corticothérapie, anti-résorptifs osseux, biothérapie.

2.4.2.2 D'ordre local

- une faible densité osseuse,
- maladie buccale évolutive
- obstacles anatomiques,
- radiothérapie cervico-faciale

Contre-indications
locales
DEFINITIVES

Les contre-indications locales absolues sont l'absence d'espace prothétique, une ouverture buccale insuffisante. Il faut pouvoir passer la tête du contre-angle ainsi que les différents forets nécessaires à la pose d'implants.

La radiothérapie est une contre-indication d'ordre locale, car le patient ayant subi une radiothérapie ou curiethérapie présente un risque très significatif d'ostéoradionécrose lorsque l'irradiation totale est supérieure ou égale à 50 Grays.

- infection du futur site implantaire,
- bruxisme,
- hygiène défavorable,
- insuffisance du volume osseux
- croissance non terminée

Contre-indications
locales
TEMPORAIRES

Après une analyse rigoureuse des antécédents médicaux, le praticien pourra procéder à l'examen clinique.

2.4.3 Examen Clinique

Il se subdivise en deux parties :

- **L'examen exobuccal** regroupant *l'examen fonctionnel* des ATM, de l'ouverture buccale et des parties molles ; et *l'examen esthétique* de la symétrie faciale, l'harmonie des étages faciaux, de la dimension verticale d'occlusion et l'analyse esthétique du sourire.

- **L'examen endobuccal** regroupe une analyse parodontale, l'analyse occlusale et l'étude de l'espace disponible au sein de la cavité buccale.

2.4.4 Bilan radiographique

Un bilan radiographique sera mis en œuvre afin de compléter l'examen clinique pré-implantaire. La qualité de l'imagerie, son interprétation et la planification implantaire qui en découlera conditionnera le succès du traitement.

Afin d'objectiver le volume osseux disponible, il est maintenant recommandé par la Haute Autorité de Santé d'effectuer un CBCT (*Cone Beam Computed Tomography*) qui substitue l'examen tomodensitométrique hélicoïdal classiquement pratiqué auparavant pour l'acquisition de clichés radiographiques.

Les tomographes volumiques à faisceau conique (CBCT), permettent d'obtenir des reconstitutions du volume osseux analysé de manière précise équivalente au scanner pour une exposition aux rayons X, 5 à 50 fois plus faible [53]. Valeurs à corréliser à la zone d'exposition, la durée d'exposition, la taille du champ et la précision de celui-ci.

2.5 Analyse de la morphologie osseuse résiduelle

L'étude de la morphologie du défaut osseux est indispensable pour établir le plan de traitement approprié à la situation. Elle prendra en considération la densité osseuse et le volume osseux restant dans les trois dimensions de l'espace [90].

2.5.1 Classification du défaut osseux

Lors de l'analyse de la perte osseuse, il semble nécessaire non pas d'utiliser une classification précise mais d'utiliser les différentes classifications exposées ci-dessous, de manière imbriquée afin de pondérer les avantages de chacune d'entre elles.

2.5.1.1 Classification de Seibert (1983)

La classification de Seibert, est une classification datant de 1983, reposant sur la direction de la perte osseuse [77,78].

Classification de Seibert	
Classe I	Perte osseuse vestibulo-linguale avec une hauteur de crête normale
Classe II	Perte osseuse verticale avec une crête de largeur normale
Classe III	Perte osseuse verticale et horizontale

L'inconvénient de cette classification est qu'elle ne donne aucune information qualitative sur l'os résiduel.

2.5.1.2 Classification de Lekholm et Zarb (1985)

La classification de Lekholm et Zarb repose sur le degré de la perte osseuse [14].

Degré de perte osseuse selon Lekholm et Zarb	
Classe A	Crête alvéolaire normale
Classe B	Résorption légère de la crête alvéolaire
Classe C	Crête alvéolaire complètement résorbée avec un os basal intact
Classe D	Atteinte de l'os basal

À la différence de la classification citée précédemment, celle-ci possède l'avantage de prendre en compte de manière qualitative l'atteinte osseuse mais avec perte de l'information de la direction de résorption.

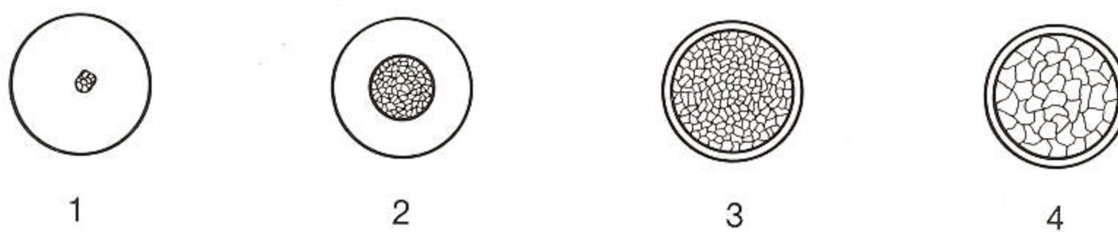


Figure 5 : Classification de la qualité osseuse d'après Lekholm et Zarb [14]

Qualité osseuse selon Lekholm et Zarb [8]	
Classe 1	Os compact homogène
Classe 2	Couche épaisse d'os compact entourant un noyau d'os trabéculaire dense
Classe 3	Fine couche d'os compact entourant un noyau trabéculaire dense de résistance favorable
Classe 4	Fine couche d'os cortical autour d'un noyau d'os trabéculaire de faible densité

2.5.1.3 Classification de Cawood et Howell (1988)

Classification de Cawood et Howell [17]	
Classe I	Arcade dentée
Classe II	Post-extractionnel
Classe III	Crête arrondie, hauteur et épaisseur normales
Classe IV	Crête très mince, hauteur normale
Classe V	Crête plate, très résorbée

Cette classification présente l'avantage de donner des informations sur le relief de la crête résiduelle [17].

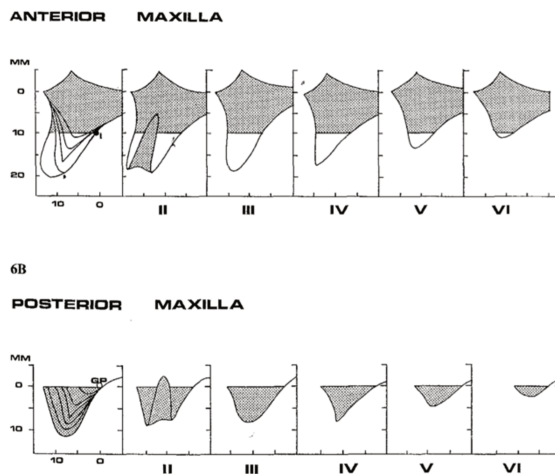


Figure 6 : Classification du maxillaire selon Cawood et Howell [17]

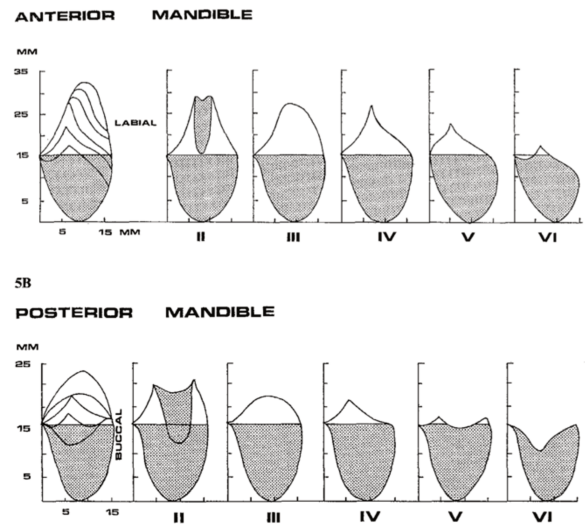


Figure 7 : Classification de la mandibule selon Cawood et Howell [17]

La forme de la crête est une information importante qui conditionne en partie la planification implantaire et le choix de la technique chirurgicale sélectionnée.

3 La piézochirurgie

3.1 Qu'est-ce que le piézotome ?

Comme tous les appareillages piézoélectriques, la piézochirurgie repose sur la combinaison de trois éléments : le générateur, la pièce à main où sera vissé à son extrémité les différents inserts nécessaires à la procédure chirurgicale.

3.1.1 Principes et caractéristiques du système

Les principes de la chirurgie ultrasonique ne sont pas nouveaux. Ils sont identiques à ceux des détartreurs ultrasonores utilisés dans notre usage quotidien. La différence réside dans la puissance délivrée au niveau de l'insert, celle-ci doit être 5 fois supérieure à celle des détartreurs classiques pour avoir l'effet désiré sur la structure osseuse [30].

Les ultrasons sont des ondes mécaniques dont la fréquence est supérieure à 20kHz. Leur comportement est dû à leurs interactions avec le milieu dans lequel ils se propagent. La fréquence est tellement élevée qu'ils ne peuvent être entendus par l'oreille humaine. Couramment, les fréquences utilisées en odontologie sont situées dans un intervalle de 25 et 40kHz [37].

3.1.1.1 Composition du système piézoélectrique

3.1.1.1.1 Le générateur

Il est à l'origine de la transformation du courant électrique alternatif de 50kHz en courant oscillatoire de haute fréquence.

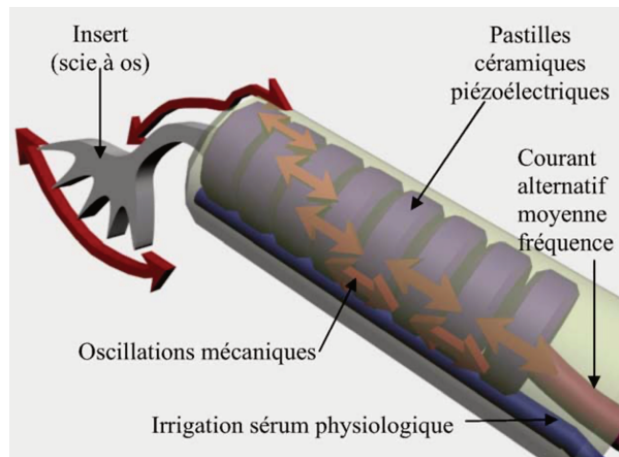


Figure 8: Schématisation du mode de fonctionnement du bistouri ultrasonore[52]

La différence notable des générateurs dédiés à des actes non chirurgicaux est le courant oscillant stabilisé, créant une oscillation régulière dite « en dents de scie » tandis que les générateurs voués à la chirurgie voient une modulation de ce courant ondulatoire.

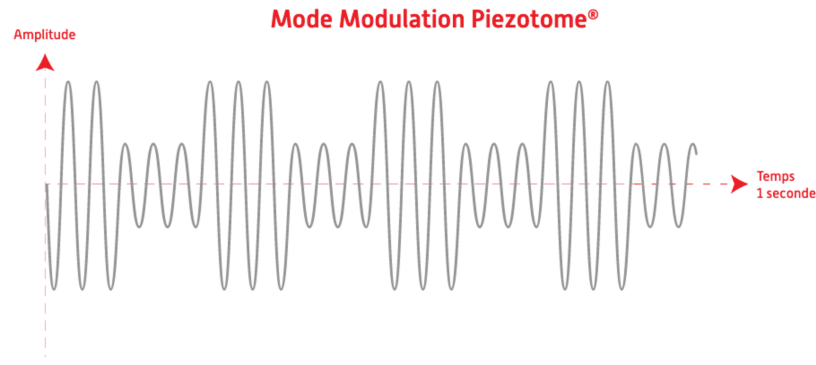


Figure 9 : Schéma d'un courant oscillant modulé, SATELEC [70].

Cette modulation du courant oscillatoire consiste à augmenter la puissance qui donnera un effet de couple résistant à la pression exercée sur le tissu. Plus le tissu rencontré sera dur, plus la résonance ultrasonore sera grande et plus l'effet de coupe sera élevé. Cette alternance empêchera également la surchauffe de l'insert, tout en conservant un effet de coupe maximale lors de son utilisation [34].

Le générateur est capable d'adapter électroniquement les variations de fréquence et de puissance selon la programmation sélectionnée et la résistance rencontrée lors de l'intervention chirurgicale.

De plus, afin de limiter l'échauffement des tissus, a été intégré une pompe péristaltique permettant l'irrigation du site opératoire à l'aide de solution stérile s'abouchant à l'extrémité de l'insert.

La solution physiologique a pour but non seulement de limiter l'échauffement des tissus et de l'insert utilisé, mais également utilisé afin d'éliminer les débris procurés lors de son utilisation. Le débit est réglable à tout moment pendant la procédure avec une amplitude de variation situé entre 0 et 60 ml/min [10].

3.1.1.2 La pièce à main de piézochirurgie

Les pièces à main piézoélectriques sont majoritairement constituées de pastilles de céramique. La céramique composant les différentes pastilles, possède une structure cristalline qui confère au système ses propriétés piézoélectriques [64].

Elle dispose d'un amplificateur et d'un dispositif permettant d'accueillir l'insert sélectionné.

3.1.1.3 Caractéristiques physiques

La piézochirurgie a été découverte par les frères Curie, Jacques et Pierre, en 1881, ils observèrent que certains corps avaient la propriété de se polariser électriquement sous l'action d'une force mécanique déformante. Inversement, ces mêmes corps avaient la capacité de se déformer lorsqu'un champ électrique leur était appliqué, ceci a été découvert par Gabriel Lippmann [2,56].

D'où le terme « *piezo* » provenant du verbe « *piezein* », signifiant « comprimer »/« presser ».

Selon ces deux physiciens, l'effet piézoélectrique peut être de 2 types : **direct** ou **indirect** [64].

En 2003, Vercelloti a révélé la fréquence ultrasonique idéale d'utilisation en chirurgie dentaire [92].

3.1.1.3.1 L'effet piézoélectrique direct

L'application de forces de compression sur certains corps solides, engendrerait une charge électrique.

L'effet piézoélectrique direct est défini comme l'aptitude qu'ont certains corps solides, de posséder la capacité de se polariser sous l'action d'une force mécanique [40].

- Les corps solides dotés d'une telle propriété ont une *structure cristalline* comme : le quartz, la tourmaline, le sel de Seignette ou encore le titanate.

3.1.1.3.2 L'effet piézoélectrique indirect

À la différence, **l'effet piézoélectrique indirect** se compose de l'ensemble des déformations, dilatation ou contraction d'un corps, sous l'effet d'un champ électrique.

- La **dilatation**, se traduisant par une augmentation du volume d'un corps quand sa température augmente. Cette dilatation s'explique par l'augmentation de l'agitation thermique des particules qui constituent le corps solide.

- La **contraction**, est quant à elle, le phénomène inverse. Une diminution du volume est observée, avec une réduction de la mobilité des particules entraînant un rapprochement de celles-ci.

Les inserts vibrent à une vitesse ultrasonique, dans un intervalle de 28 à 36 kHz. Ainsi, dans cet intervalle, les inserts ont alors la capacité d'éroder le tissu osseux ou bien de le couper.

Les conditions de coupes sont adaptées à la dureté du tissu dur à couper : os de densité plus ou moins élevée. Pour ce faire, le tableau de bord de l'appareil possède 4 touches : D1, D2, D3 et D4.

Paramétrage d'usine du mode Piézotome (Acteon-Satelec®)			
	Programme	Puissance	Irrigation
Très puissant	D1	P3	60ml/min
Puissant	D2	P3	60ml/min
Moyen	D3	P3	60ml/min
Doux	D4	P3	60ml/min

Chaque mode correspond à une dureté différente, s'apparentant à la classification de Lekholm et Zarb renseignant sur la typologie osseuse.

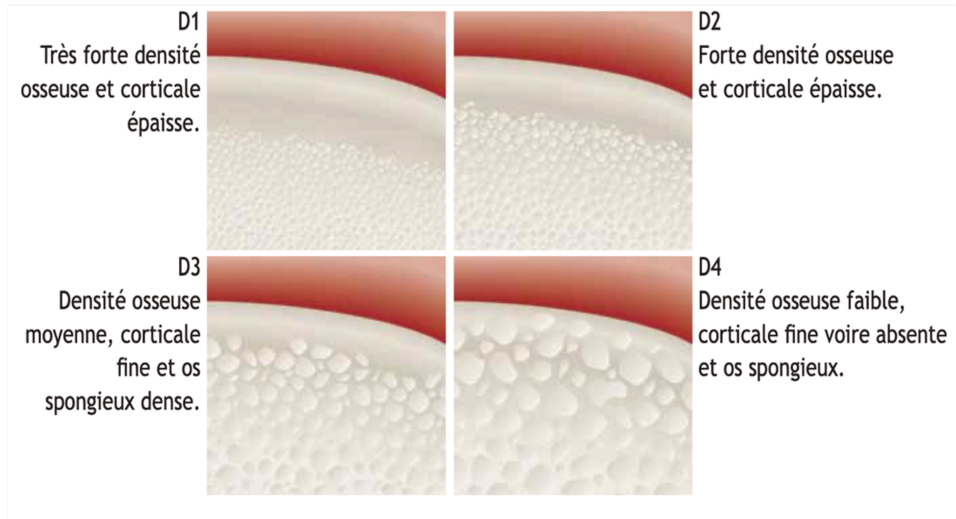


Figure 10 : Programmation du Piézotome® selon la densité osseuse rencontrée [70].

3.2 Spécificité de cette technique

3.2.1 Vibrations de l'insert

L'action mécanique des inserts est due à sa vibration. Ces vibrations sont générées par un courant électrique, lui-même généré par un transducteur en céramique. La qualité des vibrations réside dans la maîtrise du courant, la maîtrise du transducteur et dans la maîtrise de l'accord entre le transducteur et l'insert. La forme et le poids de l'insert sont calculés afin que celui-ci entre en résonance avec le transducteur.

Les deux caractéristiques de la vibration sont : la fréquence et l'amplitude [38].

3.2.2 Fréquence de vibration

Pour les instruments piézoélectriques, la fréquence de vibrations des instruments est située entre 25 et 40 kHz.

La fréquence est définie pour chaque appareil par son fabricant, elle ne varie donc pas pendant son utilisation. Néanmoins, la charge portée sur l'insert va ralentir son déplacement. Cette charge sera dépendante du milieu, du poids du produit irrigant et de la pression exercée sur l'insert.

Les nouveaux générateurs sont dotés de systèmes automatiques de contrôle de fréquence (*cruise control*), qui contrebalance l'effet de la charge afin de maintenir la fréquence des vibrations au-delà de 20 kHz. Cela reste possible à condition que la pression exercée sur l'insert reste non excessive.

3.2.2.1 Phénomène de cavitation

La fréquence vibratoire, est à l'origine du phénomène de cavitation. Le phénomène de cavitation s'établit par l'interaction du faisceau ultrasonore et un milieu liquide [37]. Il se traduit par la production de petites dépressions semblables à des bulles qui se produisent à l'extrémité de l'insert, zone de vibration maximale [10].



Figure 11 : Illustration du phénomène de cavitation créé par la fréquence vibratoire de l'insert [70].

Ces bulles d'air, après leur formation, vont croître puis imploser. L'implosion des bulles de cavitation confère des caractéristiques non négligeables comme : une propriété antimicrobienne ou encore une meilleure visibilité du champ opératoire.

Enfin, la fréquence de vibration est également en relation directe avec le pouvoir **abrasif de l'insert** en combinaison avec l'état de surface de celui-ci.

3.2.3 Amplitude de vibration

Le mouvement produit par la pièce à main est linéaire dans l'axe de celle-ci. Ceci traduit le fait que l'insert aura un mouvement unidirectionnel d'amplitudes différentes selon la puissance du générateur, de la construction du transducteur et de la géométrie de l'insert.

Cette amplitude peut varier de 4 à 200 μm selon les dires du fabricant. L'amplitude de variation est propre à chaque insert, elle va varier selon sa forme et aussi selon la quantité de fluide utilisée au cours de l'intervention chirurgicale.

L'amplitude de l'insert sera inversement proportionnelle à la quantité de fluide : soit plus le débit de liquide sera important, plus son poids le sera ; et plus l'amplitude de mouvement de l'insert diminuera.

Pour un appareil et un insert donné, plus l'utilisateur augmentera la puissance du générateur, plus l'amplitude du mouvement sera élevée [38].

3.2.4 Différentes fonctions

Selon, le mode utilisé et la gamme d'insert à notre disposition, l'application de la chirurgie ultrasonore est diverse et variée.

3.2.5 Différentes applications cliniques et inserts

La chirurgie ultrasonore trouve différents domaines d'applications notamment : les extractions dentaires complexes, la parodontologie, la chirurgie implantaire, la chirurgie pré-implantaire, la chirurgie maxillo-faciale ainsi que la chirurgie endodontique.

Pour chacune de ces applications, a été conçu un kit regroupant les différents inserts nécessaires lors de la procédure chirurgicale ceci afin de faciliter l'ergonomie du praticien. Par la suite le kit, pourra subir les différentes étapes de stérilisation car sa conception est telle qu'il facilite la procédure chirurgicale mais est également entièrement autoclavable.

Selon les appareils, les inserts diffèrent. Ils peuvent être en acier, en alliage de titane, certains sont recouverts d'une couche de nitrure de titane jaune et d'autres possèdent un revêtement diamanté. Selon les indications thérapeutiques ses caractéristiques auront une certaine importance.

La couche de nitrure de titane est notamment rencontrée chez les inserts Piezosurgery® de Mectron®. Au-delà de leur donner une couleur caractéristique et reconnaissable parmi les autres inserts disponibles sur le marché ; elle permettrait d'améliorer les performances des inserts en leur offrant une surface plus rigide et par conséquent une durée de vie de l'insert plus importante.

De plus, selon le système sélectionné par le praticien, le nom du kit diffèrera légèrement en fonction des fabricants.

De ce fait, afin de simplifier la présentation du système et d'éviter toute redondance, ne sera détaillé que le Piezotome® de chez Acteon-Satelec®. Ce choix est effectué par l'utilisation de ce modèle lors de la réalisation des cas cliniques présentés ultérieurement.

3.2.6 Principaux appareils ultrasoniques disponibles sur le marché

Tableau récapitulatif des différents appareils de chirurgie ultrasonore disponibles sur le marché					
	Fabricants				
	Acteon-Satelec®	Mectron®	EMS®	NSK®	Esacrom®
Générateur	Piezotome®	Piezosurgery®	Piezo Master Surgery®	VarioSurg®	Surgisonic II®
Nationalité	Française	Italienne	Italienne	Japonaise	Italienne
Indications	Application chirurgicale et non chirurgicale	Application Chirurgicale	Application Chirurgicale	Application Chirurgicale	Application Chirurgicale
Date de mise en service	2005	2001	2006	2007	2005
Fréquence	28 à 36kHz	22 à 29,5kHz	24 à 32kHz	27 à 34,5kHz	24 à 32kHz
Débit de la pompe	0 à 90ml/min	0 à 100ml/min	0 à 100ml/min	5 à 80ml/min	0 à 100ml/m
Surface des inserts	Alliage d'acier inoxydable diamanté ou non diamanté	Acier revêtu d'une couche de nitrure de titane (diamanté ou non diamanté)	Acier revêtu d'une couche de nitrure de titane (diamanté ou non diamanté)	Acier revêtu d'une couche de nitrure de titane (diamanté ou non diamanté)	Acier inoxydable (diamanté ou non diamanté)

3.3 Intérêt des ultrasons lors d'une chirurgie osseuse

3.3.1 Sécurité

Ses caractéristiques propres lui confèrent la capacité de coupe des tissus durs, tout en minorant la lésion des tissus mous. Les inserts sont efficaces sur les tissus minéralisés mais inefficaces sur les tissus mous [30,50].

Il a été reconnu que le pouvoir abrasif de l'insert est proportionnel à la granulométrie des diamants utilisés pour la confection de celui. Plus le tissu est dur et plus l'effet abrasif sera efficace, a contrario, il n'y a pas d'abrasion sur les tissus mous. Par conséquent, le geste chirurgical est sécurisé avec la simple utilisation de cette technique chirurgicale [37].

La fréquence nécessaire pour avoir une action sur les tissus mous est de 50 kHz. Or, l'intervalle de fréquence utilisé est entre 20 et 40kHz, ce qui permet une préservation des tissus mous lors de l'intervention chirurgicale [64].

3.3.2 Précision chirurgicale

L'utilisation des ultrasons permet une coupe précise des tissus durs, tandis que les tissus mous et les nerfs adjacents restent intacts. Cette innocuité sur les tissus mous confère une sécurité ainsi qu'une précision au geste chirurgical du chirurgien [11,73].

Les faibles vibrations de la pièce à main permettent une conservation du sens tactile et donc assure une meilleure précision du geste et un confort pour le praticien [92].

Le bistouri ultrasonore permet le tracé d'incision d'une grande précision ainsi qu'un clivage des blocs osseux considérablement plus contrôlé que lors de l'utilisation d'une instrumentation frappée [91]. Son utilisation rend quasi obsolète l'utilisation « des ciseaux à os » frappés diminuant de façon significative le risque de fracture du fragment osseux et le contexte anxigène du patient [45].

Les micro-vibrations de l'insert vont permettre d'assurer une taille de coupe submillimétrique. Une comparaison a été effectuée entre une taille de coupe effectuée à l'aide d'ultrasons et une taille effectuée par l'instrumentation rotative classique. Il a été démontré que la taille de coupe effectuée à l'aide du piézotome est très inférieure à celle obtenue avec les instruments classiques. Ceci étant notamment dû à la taille des inserts ainsi qu'à la maniabilité de l'instrument.

3.3.3 Coupe nette

La possibilité d'adapter la fréquence des vibrations permet d'obtenir une coupe nette et précise sur l'os malgré les différentes densités osseuses.[29]

La coupe nette et fine, est assurée par des inserts de diamètres réduits qui ont de ce fait une maniabilité supérieure en comparaison aux instruments rotatifs classiques.

3.3.4 Meilleure visibilité

Le phénomène de cavitation créé par l'interaction de la solution d'irrigation et les mouvements oscillants de l'insert permet de dégager le champ opératoire ainsi que, de diminuer le saignement per opératoire [10,31].

De plus, la forme de l'insert et de la pièce à main, offrent une visibilité directe pendant la procédure chirurgicale [73].

3.3.5 Préservation des tissus nobles

La piézochirurgie a été conçue à des fins de sécuriser certaines procédures chirurgicales comme le sinus lift, qui consiste à élever le plancher sinusien dans le but d'augmenter la hauteur osseuse résiduelle. Néanmoins au fil de son utilisation, d'autres indications sont apparues.

Il a été démontré par une étude menée par Schaeren et coll, que lorsque le dispositif est en contact direct avec le nerf alvéolaire inférieur, soit un cas critique de son utilisation, l'insert ne provoquerait pas la dissection du nerf alvéolaire inférieur mais entraînerait seulement des dommages structurels ou fonctionnels réversibles. De plus, au travers de cette étude, il a été également observé que l'étendue des dommages était non pas causée par les vibrations ultrasoniques, mais par l'application d'une force accrue sur la fibre nerveuse. Étant donné que l'utilisation appropriée du dispositif piézoélectrique ne nécessite

pas l'application de pression excessive pour un fonctionnement optimal, cette caractéristique lui confère un avantage non négligeable en comparaison à la rotation continue conventionnelle : une marge de sécurité supérieure [72].

D'un point de vue biologique, la conception de l'insert ultrasonique réduit le risque de nécrose thermique de l'os en comparaison de la rotation continue conventionnelle qui peut créer un échauffement de l'os lors de son fraisage [82].

3.3.6 Cicatrisation optimale

La chirurgie ultrasonore, permet une approche non traumatisante des tissus durs. Le greffon, peut être modifié et mis en forme pour s'adapter précisément au receveur lors d'une greffe onlay. De plus, l'os n'étant pas agressé thermiquement, toutes les conditions sont obtenues pour une cicatrisation rapide [87].

L'alvéoloplastie réalisée par piézochirurgie réduit non seulement l'inconfort postopératoire du patient, mais maintient également l'intégrité de l'os alvéolaire en ne perturbant pas l'architecture des tissus mous et des tissus durs, permettant une cicatrisation plus rapide des tissus, ce qui facilite la réhabilitation ultérieure [39].

3.3.7 Courbe d'apprentissage plus faible

Il a été reporté qu'il faut beaucoup moins de temps à un praticien pour maîtriser l'ostéotomie ultrasonique que la scie rotative ou le ciseau à os [11].

3.4 Limites et contre-indications de la chirurgie piézoélectrique

3.4.1 Temps opératoire

L'intérêt du bistouri ultrasonore est d'allier la précision de découpe des tissus osseux à la sécurisation du geste chirurgical. L'inconvénient majeur de la chirurgie ultrasonique réside dans sa plus faible vitesse de coupe par rapport aux instruments rotatifs classiques [34,37].

La limite principale de la chirurgie piézoélectrique apparaît comme être la gestion du temps opératoire. Selon différentes études, le temps de coupe osseuse peut être 3 à 4 fois plus long, lors de l'utilisation du bistouri ultrasonore que lors de l'utilisation de la rotation continue conventionnelle.

Toutefois, il a été aussi démontré par d'autres études, qu'avec une utilisation régulière de la chirurgie ultrasonore les temps opératoire ont été réduits dans environ 20% des cas [10].

3.4.2 Technique opératoire

Certains auteurs ont considéré comme un inconvénient de l'ostéotomie ultrasonore la technique opératoire qui diffère de celle de l'ostéotomie conventionnelle, et que son acquisition peut prendre un certain temps [10,49], même si les avis divergent [69].

3.4.3 Efficacité de coupe

Le principal inconvénient de l'utilisation de la piézochirurgie est son inefficacité contre les composants corticaux [63].

Cliniquement, il peut être possible de s'adapter au manque d'efficacité de coupe sur tissu osseux dur par une progression plus lente et sans pression lors de l'ostéotomie.

Une usure accélérée et un taux plus élevé de fractures des pointes ultrasonores ont été recensés lors d'une utilisation sur les os cortico-médullaires [93].

Pendant, la fracture des pointes actives n'aurait aucune conséquence sur la qualité de la coupe, mais nécessiterait un stock de remplacement soigneux pour le contrôle des pointes [69].

3.4.4 Usure précoce

Les inserts de piézochirurgie, bien que recouverts de nitrure de titane ou encore de diamants restent moins résistants que les fraises issues de l'instrumentation rotative traditionnelle. Il a été constaté une usure accélérée de l'insert lors d'une chirurgie osseuse.

Il est recommandé au chirurgien de se limiter à une dizaine d'utilisation seulement par insert afin de ne pas de risquer la casse de celui-ci pendant l'acte opératoire [52].

3.4.5 Contre-indication

L'utilisation des ultrasons est déconseillée chez les patients et praticiens porteurs d'un stimulateur cardiaque.

4 L'expansion de crête

4.1 Généralités

L'expansion de crête osseuse transversale dénommée également « *Bone splitting* » ou encore « *Split crest technique* » est une technique chirurgicale permettant la mise en place d'un implant sur une crête atrophiée.

Les crêtes susceptibles d'entrer dans les indications de cette technique chirurgicale sont les crêtes de la classe IV selon Cawood et Howell (Figure 6 et 7).

Comme vu précédemment, ce sont des crêtes comportant une hauteur suffisante mais a contrario une insuffisance de largeur pour permettre la mise en charge d'un implant sans aménagement préalable.

Le principe de cette technique repose sur l'expansion de crête par le clivage des corticales osseuses en les déplaçant de vestibulaire/linguale afin d'expandre la crête osseuse pour mettre la mise en place d'un implant.

La chirurgie implantaire peut être simultanée ou bien différée, même si la principale indication de cette technique reste l'implantation immédiate. Que la pose des implants soit simultanée à l'aménagement osseux ou non, cette intervention sera combinée dans la majorité des cas à une régénération osseuse guidée. Les zones non occupées, par l'implant lors d'une pose simultanée, seront remplies de biomatériaux, de greffes osseuses autologues ou de thérapies biologiques autologues [94]. Tandis que, si la mise en place des implants est différée, l'expansion de crête engendrera un espace entre la corticale vestibulaire et linguale. Cet espace devra être comblé par un biomatériau et recouvert d'une membrane afin de conserver l'espace obtenu.

4.2 Histoire de l'expansion de crête

L'expansion de crête est une technique qui a été améliorée au fil du temps par différents praticiens afin d'obtenir une technique reproductive respectant les données acquises de la science.

Elle a été initiée, dans les années 70, par Tatum qui suggère le clivage de la crête alvéolaire avec une élévation partielle du lambeau muqueux afin de ne pas entraver la vascularisation du site opératoire. L'implantation était alors différée lors d'une seconde procédure chirurgicale [86].

En 1986, Nentwig a proposé une variation de la technique en utilisant des lambeaux de pleine épaisseur et des fractures de type « en bois de vert », dans laquelle l'os est déformé et fracturé sur son bord externe [61].

Puis Bruschi et Scipioni ont proposé une nouvelle variante de la technique, en intégrant l'utilisation de lambeaux à double épaisseur, des incisions de décharges osseuses et la pose immédiate de l'implant. Une seule procédure chirurgicale était alors nécessaire [75].

Enfin en 1994, Summers propose l'utilisation d'ostéotomes cylindro-coniques personnalisés pour effectuer l'expansion de crête [84].

Ce n'est que dans les années 2000 que, Vercellotti et coll. ont alors envisagé de mettre à profit les avantages de la piézochirurgie à cette procédure.

L'utilisation de cette technique est notamment plus indiquée lors de la présence d'une qualité osseuse de type III ou IV, selon la classification de Lekholm et Zarb. (Figure 5)

Cette qualité osseuse étant typiquement représentative de l'os maxillaire qui présente une élasticité suffisante pour faciliter le déplacement du volet buccal.

Néanmoins, il a été prouvé que cette technique peut également être pratiquée à la mandibule, qui souvent est représenté par un os de type II. La corticale étant plus épaisse et le tissu spongieux plus faible, une vigilance accrue doit être mise en œuvre afin d'éviter une fracture involontaire du volet buccal. Dans de tels cas de rigidité osseuse élevée, l'utilisation d'une technique en 2 étapes pour affaiblir la plaque buccale peut être recommandée selon Agabiti et Botticelli [1].

4.2.1 Matériels

Auparavant, les procédures classiques d'expansion de crête comprenaient l'utilisation de :

- ciseaux à os tranchant,
- maillet chirurgical,
- scies rotatives,
- ostéotomes,
- instrumentation rotative conventionnelle.

4.2.2 Indications et contre- indications

L'expansion de crête, contrairement aux autres alternatives d'augmentation osseuse précédemment citées, présente des indications beaucoup plus strictes. La crête alvéolaire doit répondre à un certain nombre

d'impératifs anatomiques et morphologiques pour rentrer dans les indications de cette démarche thérapeutique [8,23,81].

Tout d'abord, cette procédure ne doit être réalisée que pour des crêtes osseuses présentant une insuffisance osseuse horizontale. Par défaut, la hauteur de crête alvéolaire doit être au minimum de 10 mm, ce qui signifie que, si lors de l'examen clinique est décelé un déficit vertical associé, l'expansion osseuse est contre indiquée au risque de rencontrer au cours de la procédure des complications [32,79,85].

De plus, l'épaisseur crestale minimum requise pour réaliser cette procédure est de 3 mm [32]. Cependant, lors de l'utilisation de la piézo-chirurgie, certains auteurs étendent l'indication de cette procédure jusqu'à une épaisseur minimum comprise entre 1,5 mm et 3 mm, tout en majorant le risque de complications [12,28,48].

Ensuite, la présence d'une épaisseur minimale d'1 mm d'os spongieux est primordiale et nécessaire, pour maintenir un apport vasculaire et cellulaire satisfaisant. D'autre part, la présence d'une zone spongieuse inter-corticale devra être analysée et interprétée sur les clichés tridimensionnels préopératoires.

Le tissu osseux spongieux signe la faisabilité de l'intervention car il permet de faciliter l'extension osseuse tout en diminuant le risque de fracture osseuse ainsi qu'en assurant la stabilité primaire de l'implant [19]. Son absence témoigne alors, d'une fusion des tables osseuses vestibulaire et palato-linguale, traduisant la présence d'un tissu osseux corticalisé, fin et inflexible. Ainsi, l'absence de tissus spongieux entre les corticales respectives est une contre-indication de l'expansion osseuse transversale [75,85].

L'utilisation de la technique de division de crête semble plus propice pour une typologie de type III ou IV selon la classification de *Lekholm et Zarb*, qui est typique du maxillaire supérieur (Figure 5). Cette procédure peut également être appliquée sur les crêtes de type II, majoritairement retrouvée à la mandibule. L'expansion osseuse sera alors plus délicate et le risque de fracture majoré lors de la procédure [1].

Enfin, la forme et le profil de crête sont des critères qui seront à prendre en considération. Les crêtes en lame de couteau (Classe IV de Cawood et Howell) et de forme pyramidale présentant ainsi donc, un os basal plus large que le sommet de crête et ne présentant aucune concavité de la paroi vestibulaire seront considérées comme étant les situations cliniques idéales à l'expansion transversale osseuse [8,44,85].

4.2.3 Protocole chirurgical

Les ciseaux à os étaient enfoncés dans l'os, à l'aide d'un maillet, avec des coups doux et précis, permettant ainsi la pénétration progressive des ciseaux dans la masse osseuse de la crête afin de traverser la corticale pour atteindre l'os spongieux. Cette approche longue et fastidieuse nécessitait des compétences techniques et qui plus est, une longue courbe d'apprentissage pour appréhender correctement la technique et la situation clinique [11].

Avec les scies rotatives, le praticien pouvait réaliser rapidement les différents traits d'ostéotomies nécessaire à son intervention. La procédure était alors rapide mais à risque pour les différents tissus mous notamment la joue, la langue voire même le nerf alvéolaire inférieur lorsque celui-ci se trouvait à proximité de la zone d'intervention [59].

Ainsi, dans certaines situations notamment lors d'un accès étroit avec la présence de dents contiguës, la préhension de la scie à os pouvait complexifier la procédure.

Puis une succession d'ostéotomes, de diamètre croissant, étaient introduit dans la brèche créée par la scie, puis enfoncés par un mouvement de rotation de la main. Lorsque la rotation manuelle était insuffisante, l'ostéotome était poussé en profondeur avec le maillet chirurgical.

Une fois les pans suffisamment écartés, un implant venait remplacer l'ostéotome immédiatement après son retrait [43].

L'expansion de crête à l'aide de la piézochirurgie a été adoptée car c'est une technique qui est moins opérateur dépendant, reproductible, plus facile à maîtriser et sécurisée.

4.2.4 Variantes cliniques et chirurgicales

Quatre paramètres vont guider la planification chirurgicale : la situation clinique, l'âge du patient, la hauteur de crête résiduelle et l'expérience du praticien.

4.2.4.1 La situation clinique

Lors de la planification implantaire, le chirurgien devra analyser attentivement l'imagerie tridimensionnelle afin de connaître la morphologie de la crête osseuse.

L'analyse de la morphologie crestale, l'émergence implantaire et l'axe de l'expansion implantaire devront être réfléchis car ils guideront le geste chirurgical.

Lorsque la crête osseuse est trop fine par rapport au col implantaire, une expansion à charnière supérieure sera pratiquée permettant la mise en place de l'implant. Cette expansion aura comme conséquence d'engendrer une modification du point d'émergence de l'implant et l'axe initiale de la crête alvéolaire.

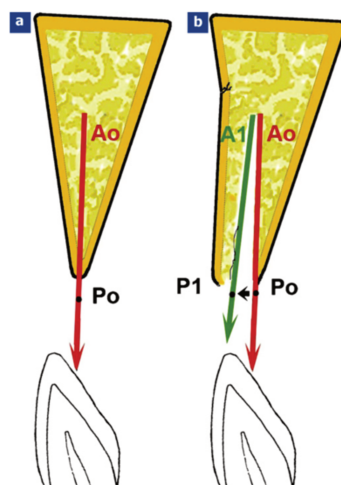


Figure 12 : Expansion corticale externe à charnière supérieure a) Analyse de l'axe de crête Ao et de l'émergence Po ; b) Luxation corticale avec modification de l'axe de crête A1 et du point d'émergence P1 [51].

A l'inverse une translation pure de la corticale vestibulaire aurait pour conséquence une conservation de l'axe de crête ainsi que l'émergence implantaire mais obligeant le praticien à différer la mise en place implantaire.

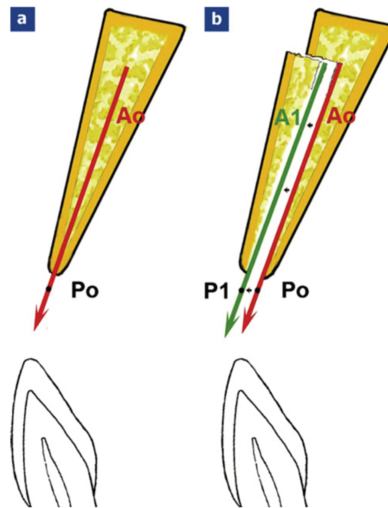


Figure 13 : Défaut d'épaisseur crestale : translation d'une corticale externe
 a) Analyse de l'axe Ao et du point d'émergence Po ; b) Translation de la corticale externe, absence de modification de l'axe l'axe Ao , soit $A1 = Ao$, et translation de $P1$ sans modification d'axe [51].

Enfin une ostéotomie bicorticale, où les 2 pans subissent l'expansion de façon conjointe. Il est observé dans ce cas : une absence de modifications d'axe et d'émergence.

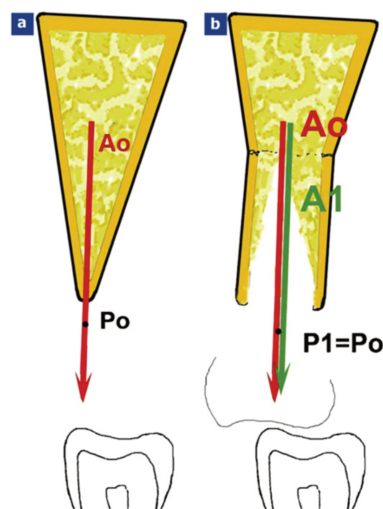


Figure 14 : Expansion bicorticale a) Analyse de l'axe Ao et du point d'émergence Po ; b) Absence de modification notable de l'axe $A1$ et $P1$ [51].

4.2.4.2 L'âge du patient

L'expansion de crête peut être réalisée à partir de la fin de croissance théorique. Plus l'âge du patient est avancé, plus l'os cortical est cassant et moins l'os spongieux est minéralisé ce qui peut rendre l'intervention chirurgicale plus complexe [51].

4.2.4.3 La hauteur de crête résiduelle

La hauteur de crête résiduelle déterminera si l'implantation sera différée ou effectuée en même temps que l'expansion de crête. Il a été décrit dans la littérature, que pour effectuer une mise en place simultanée, à l'expansion de crête, la hauteur de crête alvéolaire nécessaire pour assurer une stabilité primaire est de 5mm au-dessus de la zone d'expansion [51].

4.2.4.4 L'expérience du praticien

Pour un même protocole, l'expérience du praticien aura une influence capitale sur le déroulement de la procédure chirurgicale. De par ses habitudes et son sens clinique, l'application d'une même procédure diffèrera selon l'opérateur.

4.3 Différents inserts appliqués à l'expansion de crête ultrasonique

Dans cette partie, sera uniquement développé, les inserts en rapport avec la technique d'expansion osseuse.

Concernant l'expansion de crête, chez Satelec Acteon®, le kit « *Crest splitting* » a été conçu pour cette indication.

La séquence opératoire présente une épaisseur croissante des inserts permettant un élargissement contrôlé de la crête osseuse.



Figure 15 : Kit « Crest Splitting », Acteon-Satelec®

La séquence opératoire se compose de 6 inserts utilisés successivement. Les trois premiers inserts seront utilisés afin de réaliser l'ostéotomie tandis que les trois derniers seront dédiés à l'expansion de crête [70].

4.3.1 CS1

Le CS1 est le premier insert utilisé lors d'une expansion de crête. Cet insert fin, est dédié à l'ostéotomie pilote. Il permet d'amorcer les différents traits d'incisions à une profondeur de 8 mm. Son épaisseur est de 0,55 mm. (Figure 16).



Figure 16 : Insert CS1 (Acteon-Satelec®)

4.3.2 CS2

Le CS2 permet de continuer l'expansion initiale et de réaliser le second trait de coupe jusqu'à 8 mm de profondeur. Son épaisseur est de 0,85 mm (Figure 17).



Figure 17 : Insert CS2 (Acteon-Satelec®)

4.3.3 CS3

Le CS3, d'une épaisseur de 0,5 mm, permet d'effectuer les ostéotomies de décharges mésiale et distale de 8 mm. Cet insert permet de rejoindre les ostéotomies de décharges à l'ostéotomie principale (Figure 18).



Figure 18 : Insert CS3 (Acteon-Satelec®)

4.3.4 CS4

Cet insert est le premier insert qui permettra de débiter l'expansion osseuse. Il possède une épaisseur de 1,8 mm qui sera appliquée à 8 mm de profondeur (Figure 19).



Figure 19 : Insert CS4 (Acteon-Satelec®)

4.3.5 CS5

Cet insert avec son épaisseur croissante de 2,75 mm permet de continuer l'élargissement de crête avec une profondeur identique aux inserts précédents (Figure 20).



Figure 20 : Insert CS5 (Acteon-Satelec®)

4.3.6 CS6

Le CS6 permettra de finaliser l'expansion de crête. Le diamètre augmente de nouveau pour atteindre une épaisseur de 3,75 mm. (Figure 21)



Figure 21: Insert CS6 (Acteon-Satelec®)

Selon les recommandations du fabricant, il est préconisé d'utiliser les différents inserts au mode D2 à la mandibule et D3 au maxillaire. L'irrigation recommandée pour cette technique chirurgicale est de 80-100 ml/min.

4.4 Application clinique de la piézochirurgie lors d'une expansion de crête

Les deux cas cliniques présentés ont été réalisés par le Docteur Philippe Colet, praticien que j'ai personnellement assisté lors de différentes procédures chirurgicales implantaire.

4.4.1 Expansion de crête maxillaire patiente n°1

4.4.1.1 Examen radiographique

Lors de l'examen radiographique, un guide radiologique a été effectué avec résine transparente et des plots radio-opaques pour pré visualiser le positionnement idéal des dents souhaités.

Des extraits de coupes du CBCT pré opératoire ont été sélectionné pour montrer l'éligibilité de la patiente n°1 à cette procédure chirurgicale.

Les deux extraits de coupes révèlent une hauteur résiduelle suffisante mais une largeur insuffisante pour une chirurgie implantaire sans aménagement du lit implantaire au préalable.

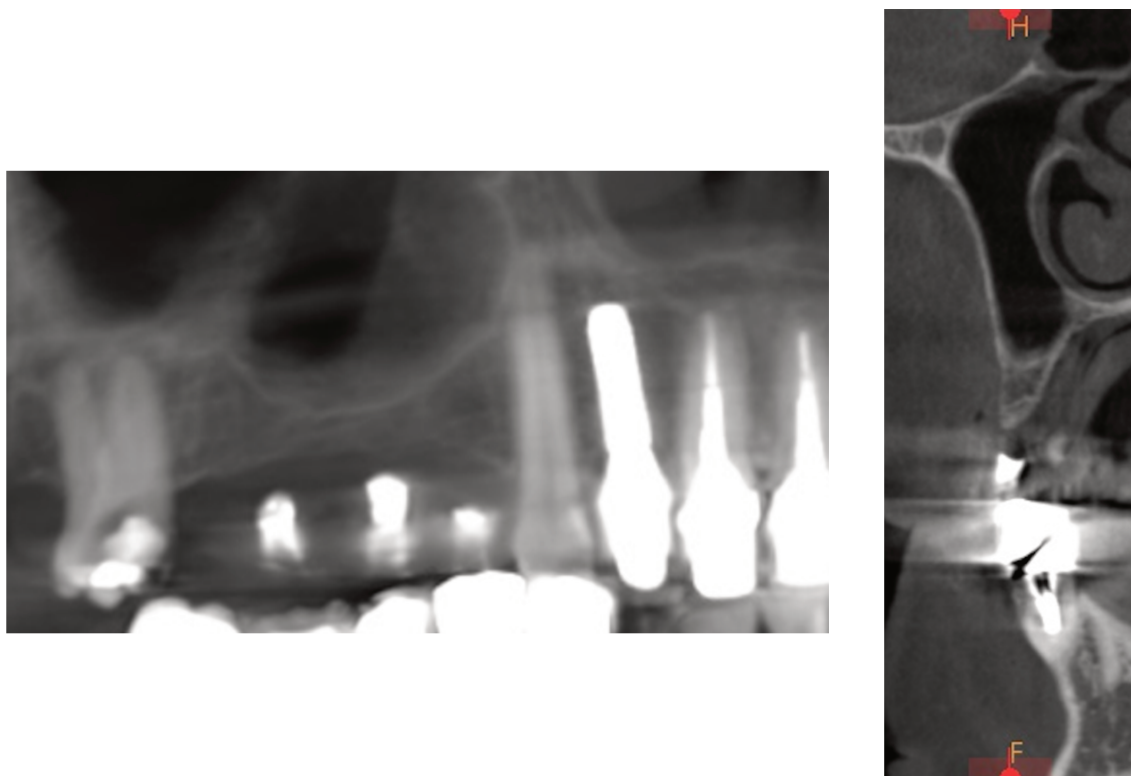


Figure 22 : Extrait du CBCT cadré sur la zone d'intérêt à implanter soit le secteur 1, prémolo-molaire supérieur droit (Dr Philippe Colet)

4.4.1.2 Protocole chirurgical

Lors d'une expansion de crête les temps opératoires se déclinent de la façon suivante : l'accès au site opératoire, l'étape de corticotomie et d'ostéotomie et enfin l'étape de séparation et d'expansion osseuse.

4.4.1.2.1 Incisions muqueuses

Elle conditionne le déroulement de la procédure. Sur la crête étroite, une incision gingivale au milieu de la crête est pratiquée jusqu'à contact osseux

Cette première incision peut être déportée en direction palatine / linguale pour des raisons esthétique ou mécanique afin de faciliter la fermeture du site opératoire [27,75].

Le praticien procède à un décollement de pleine épaisseur du lambeau muco-périosté vestibulaire. (Figure 23)

Après visualisation du site opératoire, le lambeau de pleine épaisseur sera poursuivi par un lambeau d'épaisseur partielle en prévision de la réalisation d'une suture sans tension. En fonction du cas clinique, la pratique de décharges, mésiales et distales, peut être envisagée afin de faciliter l'accès visuel de la crête osseuse [27,44,75,79].

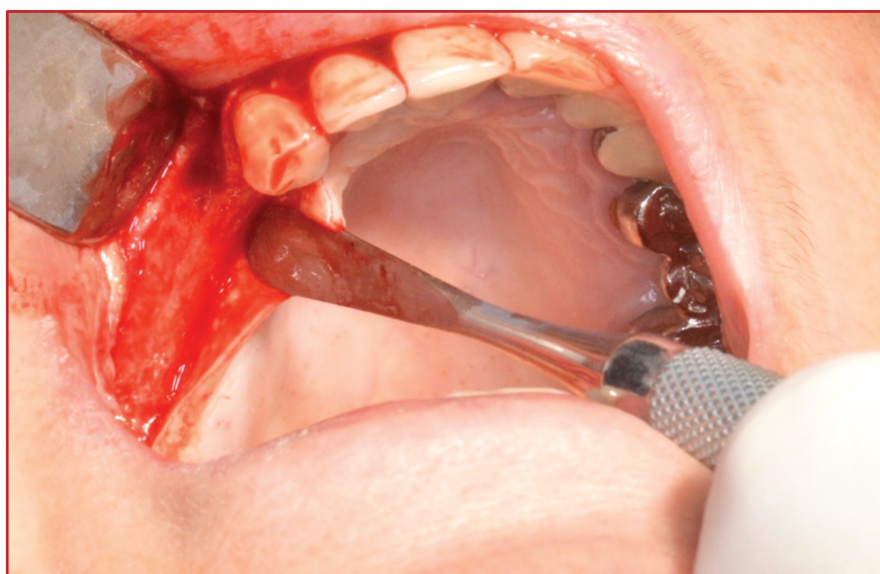


Figure 23 : Décollement muqueux et mise en évidence de la crête atrophiée (Dr Philippe Colet)

L'opérateur procède alors à la préparation osseuse du site opératoire encore appelé corticotomie dans certaines références littéraires [89].

4.4.1.2.2 Incision crestale

La procédure débute par une incision crestale (Figure 24), ou corticotomie crestale, réalisée au sommet de la crête sur une profondeur de 2 à 3 mm. Elle pourra parfois être décalée en palato-lingual afin de respecter l'épaisseur minimale requise en vestibulaire qui est de l'ordre de 1 mm [1].

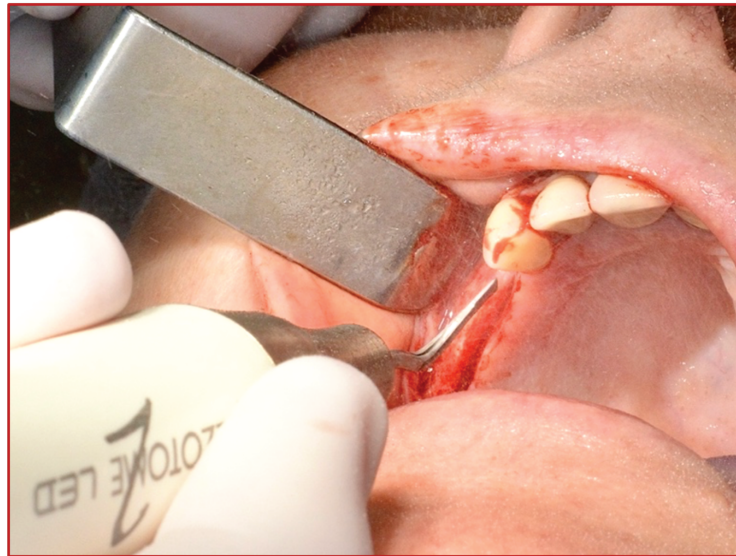


Figure 24 : : Incision crestale réalisée à l'aide de l'insert CS1 (Dr Philippe Colet)

L'étendue de l'incision crestale sera dépendante du nombre d'implants à poser et du diamètre pré sélectionné lors de la planification implantaire [80].

De plus selon le site, l'incision crestale sera différente si le site opératoire est en présence de dents adjacentes ou si le site est une zone présentant un édentement terminal. En présence d'un site édenté, l'incision crestale devra se prolonger de 3 à 5 mm par rapport au site initial d'implantation [11,27].

Tandis que pour une zone présentant des dents adjacentes, une marge de sécurité de 1 à 2 mm devra être établie [21,80].

4.4.1.2.3 Traits d'ostéotomie

Les deux incisions verticales osseuses, sont amorcées aux extrémités de l'incision crestale soit généralement sur le versant vestibulaire du site opératoire (Figure 25). Les décharges mésiales et distales verticales sont réalisées à 1 ou 2mm des dents adjacentes au site opératoire. En l'absence de dents, les décharges sont habituellement réalisées à 3–5 mm du site prévu pour l'implant le plus proche. La plupart du temps les incisions osseuses verticales lorsqu'elles sont pratiquées présentent une longueur variant de la moitié à la longueur totale de l'implant sélectionné [27,28].

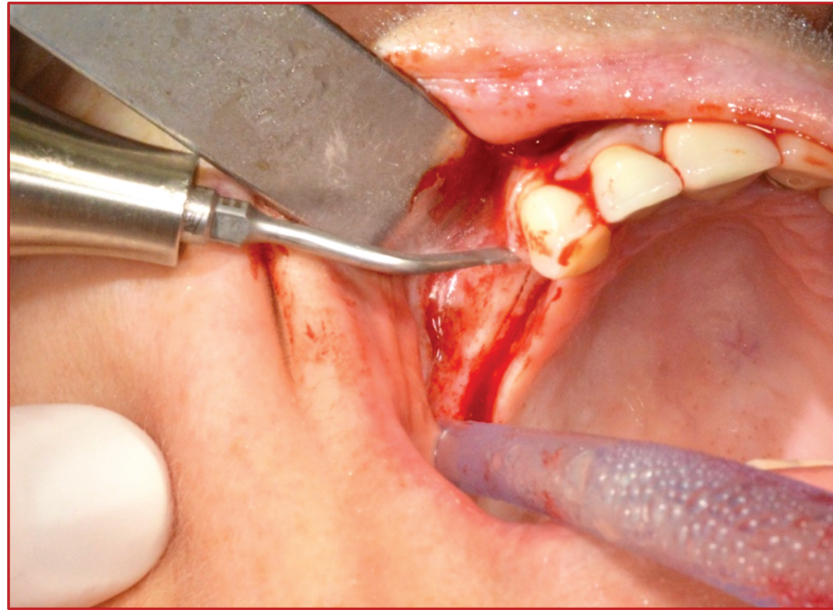


Figure 25 : Incision verticale osseuse amorcée à l'extrémité mésiale de l'incision crestale médiane (Dr Philippe Colet)

Ces deux ostéotomies permettent le déplacement du volet vestibulaire tout en réduisant la tension exercée lors de l'expansion osseuse. La profondeur de ces incisions de décharge n'excèdera pas 2 mm afin de préserver l'os spongieux sous-jacent et de n'intéresser que l'os cortical. L'exception dérogeant à la règle lors de la présence d'un os alvéolaire fortement résorbé ou elles s'étendront sur la moitié de l'épaisseur résiduelle de crête [36,46,83].

Ensuite, l'incision crestale longitudinale est amorcée et approfondie jusqu'à 7-11 mm de profondeur [1].(Figure 26)



Figure 26: Incision crestale longitudinale approfondie successivement (Dr Philippe Colet)

4.4.1.2.4 Expansion osseuse

La séquence opératoire consiste à utiliser chaque insert d'épaisseur croissante afin de procéder à une expansion de la crête de manière contrôlée. L'incision osseuse crestale se trouve alors élargie de manière progressive et approfondie pour permettre le clivage osseux et la mobilisation du segment vestibulaire.

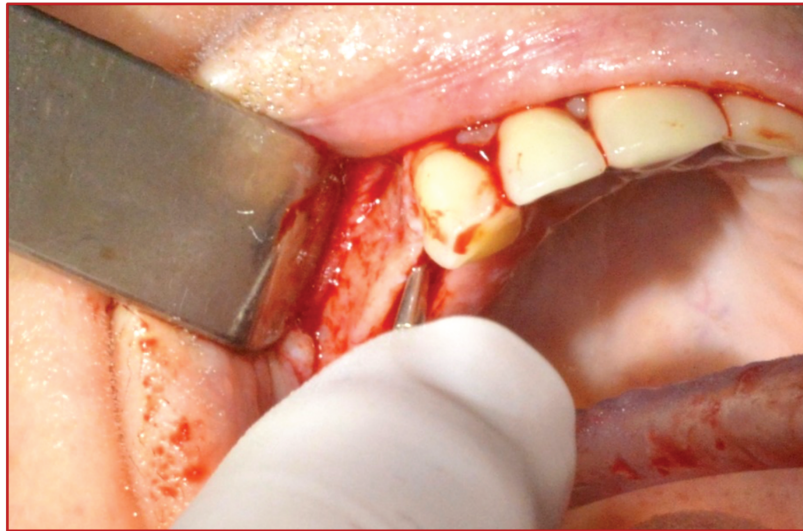


Figure 27 : Expansion manuelle à l'aide d'un ostéotome cylindro-conique (Cas du Dr Philippe Colet)

L'expansion de crête lors de cette intervention a été finalisée par une expansion manuelle à l'aide d'un ostéotome cylindro-conique de Summers, choix opératoire dépendant qui consiste à adjoindre un mouvement de rotation pour ouvrir et déplacer le fragment vestibulaire [21,36,42,46,79,85,89].

La procédure classique ultrasonique fait appel aux inserts ultrasoniques précédemment détaillés (CS4, CS5 et CS6), qui permettent d'obtenir un déplacement latéral du fragment osseux vestibulaire, jusqu'à l'épaisseur souhaitée, grâce à l'obtention d'une fracture en bois de vert [36,42,46,80].

L'expansion est ainsi réalisée jusqu'à atteindre une largeur de crête suffisante pour procéder à l'étape implantaire

4.4.1.2.5 Procédure implantaire

L'expansion de crête a permis l'aménagement du lit implantaire ; la préparation du lit implantaire peut dorénavant être réalisée. La préparation du site implantaire dans le même temps opératoire que l'expansion de crête consiste en règle générale à préparer la portion basale. L'opérateur passe au forage implantaire, où il passe successivement une séquence de foret de diamètre croissant, afin d'obtenir une stabilité primaire de l'implant [21,35,36,71,79,83,85].

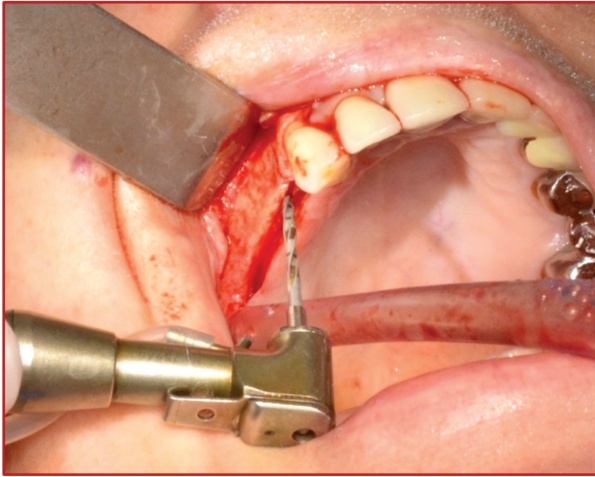


Figure 28 : Forage du lit implantaire (Cas du Dr Philippe Colet)

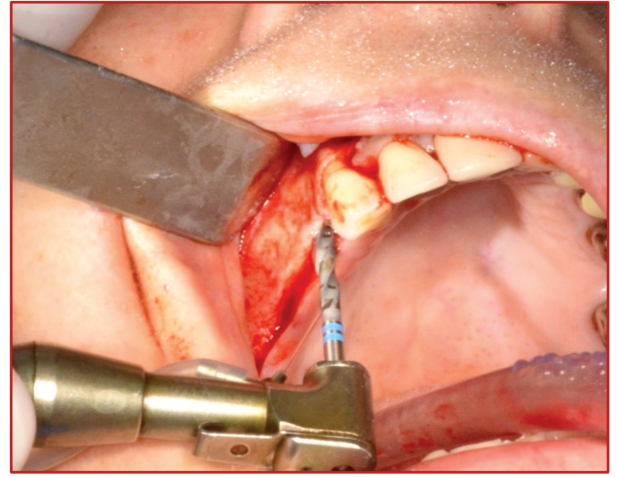


Figure 29 : Forage du lit implantaire (Cas du Dr Philippe Colet)

A savoir que, dans certaines interventions, le praticien peut faire le choix de préparer le lit implantaire uniquement à l'aide des ostéotomes coniques ou d'expandeurs à vis [11,12].

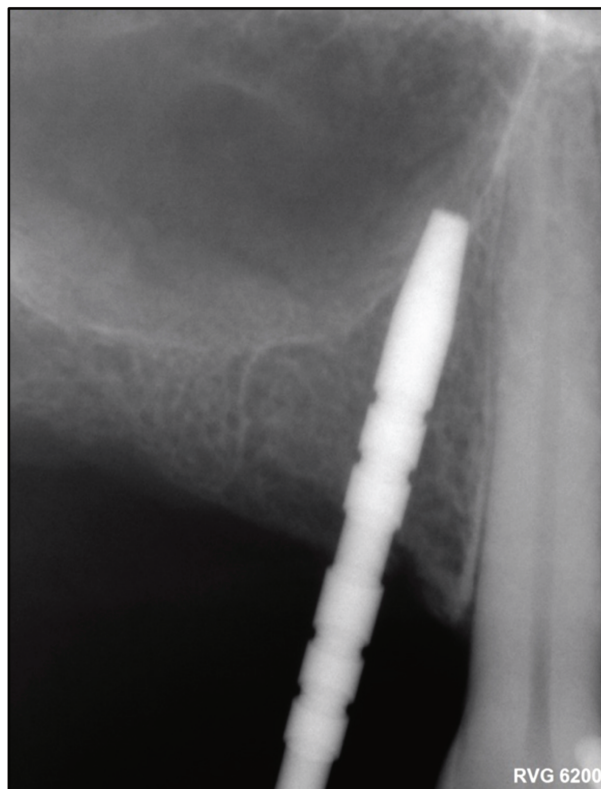


Figure 30 : Radio per opératoire avec une jauge de profondeur appartenant à la trousse implantaire Straumann®

Lors de l'intervention, une radiographie per opératoire a été réalisé afin de contrôler l'axe et la profondeur du forage réalisé. (Figure 30)

L'implant sélectionné lors de la planification implantaire en position 14 est un implant Straumann®, *Bone Level Tapered* (BLT) de 3,3 mm diamètre de 10 mm de longueur SLActive® (*Sandblasted, Large-grit, Acid-etched*), surface traitée par sablage à gros grain et attaque acide. Surface favorisant l'apposition osseuse et assurant ainsi un temps de cicatrisation réduit [24].

Comme le nom l'indique, c'est un implant avec un col implantaire affleurant la surface de la crête osseuse. Celui-ci est recouvert par une vis de couverture dans un premier temps puis après cicatrisation et ostéointégration, il sera découvert afin de réaliser les différentes étapes prothétiques. (Figure 33)

Toutefois, le procédé peut légèrement différer quelques auteurs suggèrent un protocole en 1 temps avec la mise en place de vis de cicatrisation et plus rarement, la mise en charge immédiate de l'implant [9,27,57].

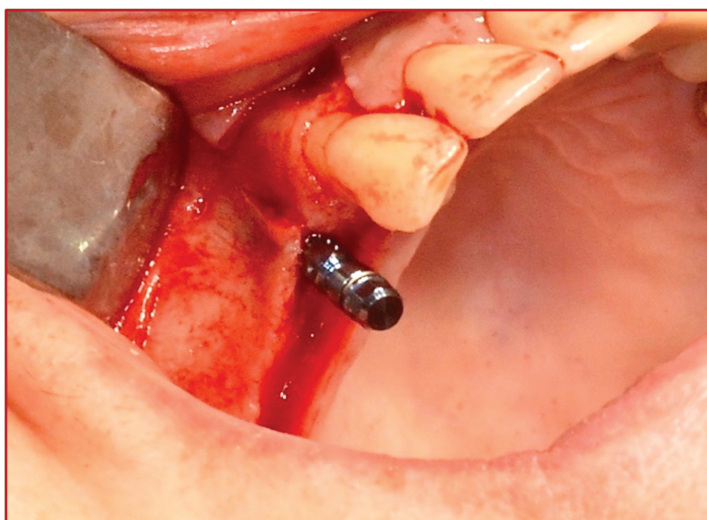


Figure 31: Mise en place d'un implant Straumann® BLT 3.3, de longueur 10 mm SLActive®

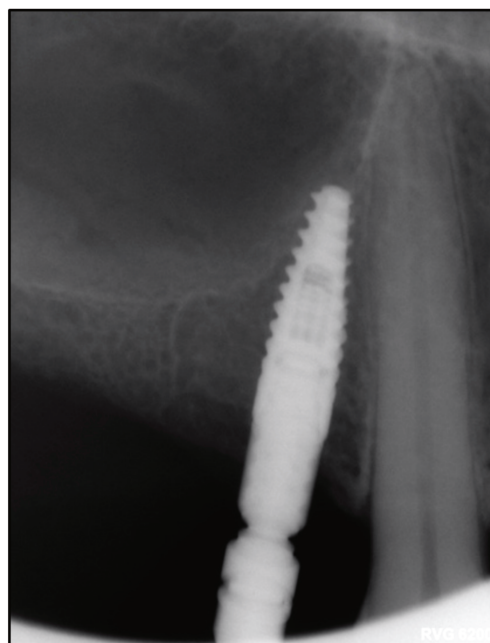


Figure 32 : Radiographie post opératoire de la mise en place de l'implant Straumann® en position 14 (BLT 3.3, 10 mm SLActive®)

Après la pose de l'implant, l'espace ménagé intercortical par l'expansion de crête sera comblé par un biomatériau, soit dans la zone cervicale implantaire et dans les zones de corticotomie. Débute alors la phase de régénération osseuse guidée [4,85]. (Figure 34)

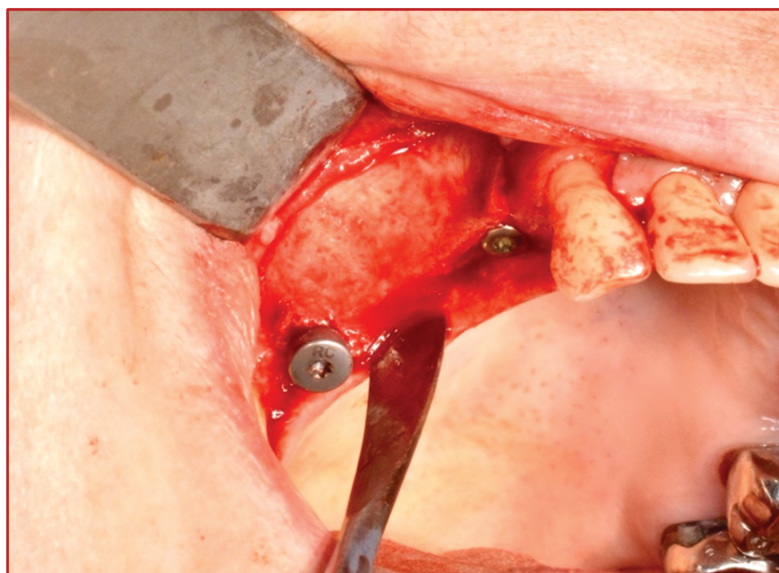


Figure 33 : Mise en place des vis de couverture et cicatrisation respectives de chaque implant (Dr Philippe Colet)

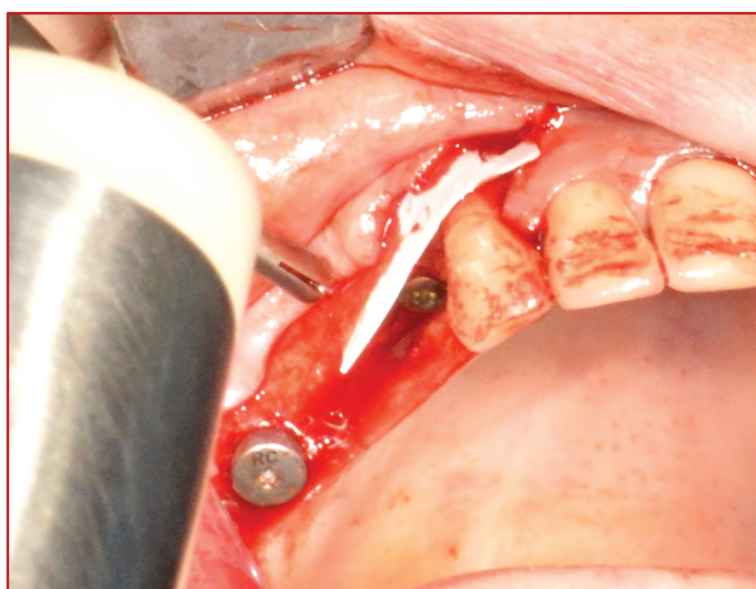


Figure 34 : Mise en place d'une membrane résorbable Bio Oss® et de pin's (Dr Philippe Colet)

Néanmoins, cette étape de R.O.G, n'est pas obligatoire. Pour le succès de l'intervention lors de ce cas clinique, une membrane résorbable stabilisée par des pin's a été mise en place.

La procédure implantaire peut être différée et réalisée lors d'un second temps opératoire. Ainsi, l'espace obtenu lors de l'aménagement pré-implantaire sera comblé par un matériau de comblement ou laissé vide, protégé ou non par une membrane pas de consensus général approuvé à l'heure actuelle [44,46,89].

Si l'espace résiduel inter-implantaire n'est pas comblé et laissé vide celui-ci sera colonisé par le caillot sanguin primaire pour laisser place dans un second

temps à un os néoformé, processus similaire à la cicatrisation osseuse post extractionnelle [11,19,27,75,76].

4.4.1.3 Sutures

Enfin, le praticien prendra soin de suturer soigneusement les tissus mous de manière à sécuriser le site opératoire. (Figure 35)

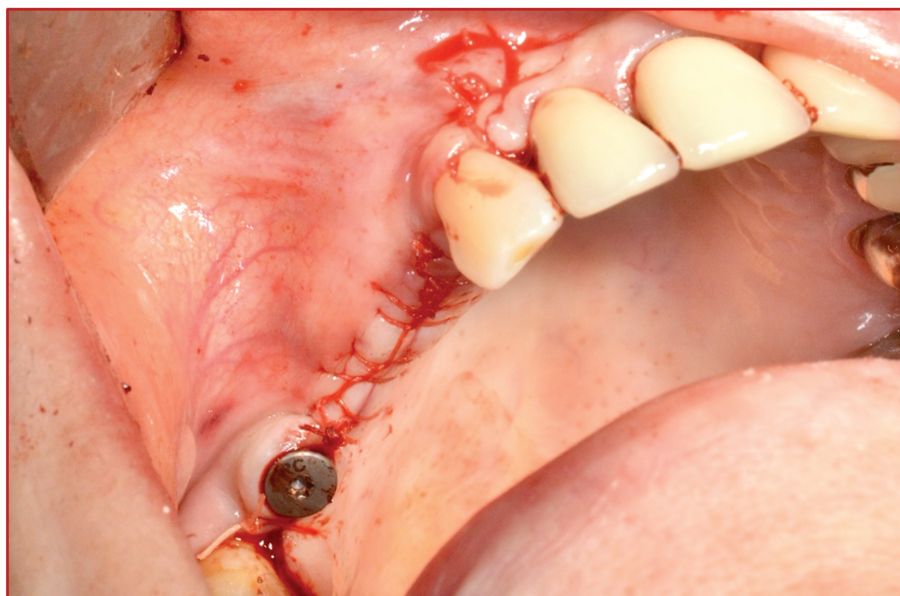


Figure 35 : Illustration du site opératoire suturé (Dr Philippe Colet)

4.4.1.3.1 Contrôle radiographique post-opératoire

Un second CBCT a été effectué suite à la fracture radiculaire de l'incisive centrale maxillaire droite 9 mois après la réalisation de l'expansion de crête, il permet alors d'objectiver le volume osseux vestibulaire en regard de l'implant en position 14.

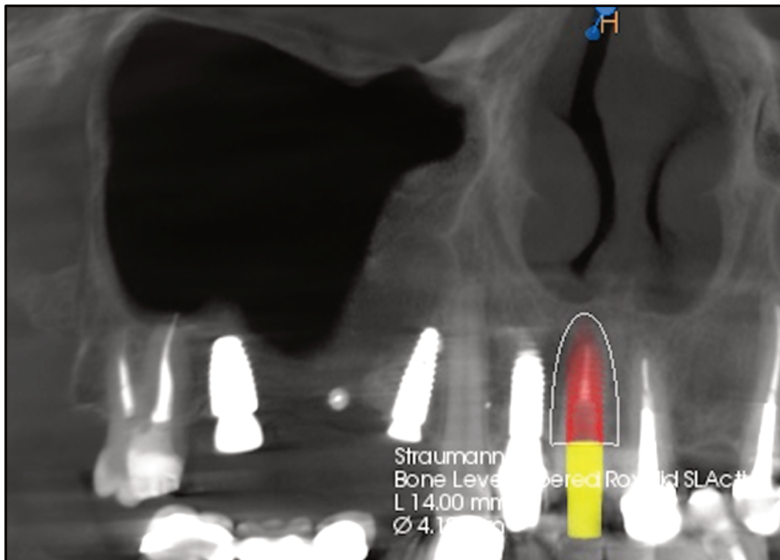


Figure 36 : Coupes illustrant la préservation du volet vestibulaire et la ROG pratiquée lors de la première intervention

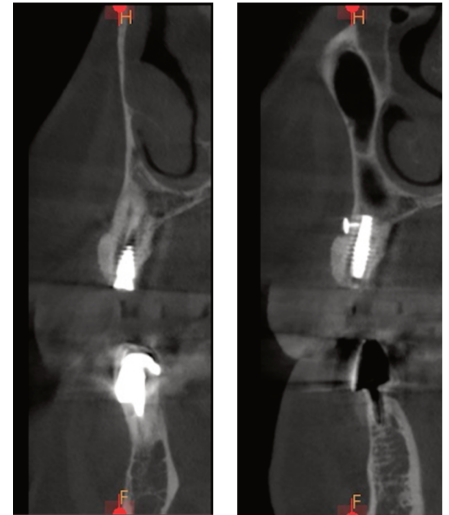


Figure 37 : : Extrait du second CBCT effectué avec un intervalle de 9 mois après l'expansion de crête

4.4.2 Expansion de crête mandibulaire patiente n°2

4.4.2.1 Examen radiologique préopératoire

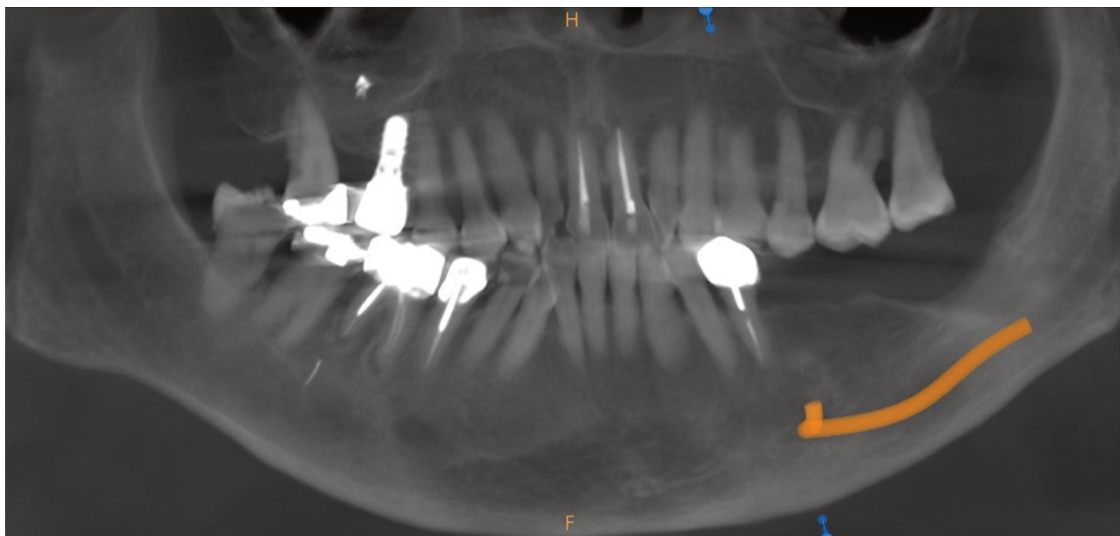
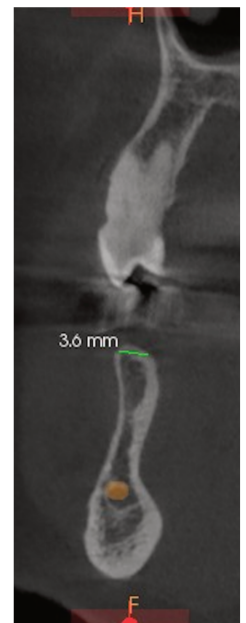


Figure 38 : Extraits d'images du CBCT en position 2^e prémolaire mandibulaire gauche



Des extraits de coupes du CBCT préopératoire ont été sélectionnés pour montrer l'éligibilité de la patiente n°2 à cette procédure chirurgicale.

Les différents extraits de coupes révèlent une hauteur résiduelle suffisante mais une largeur insuffisante pour une chirurgie implantaire sans aménagement du lit implantaire au préalable.

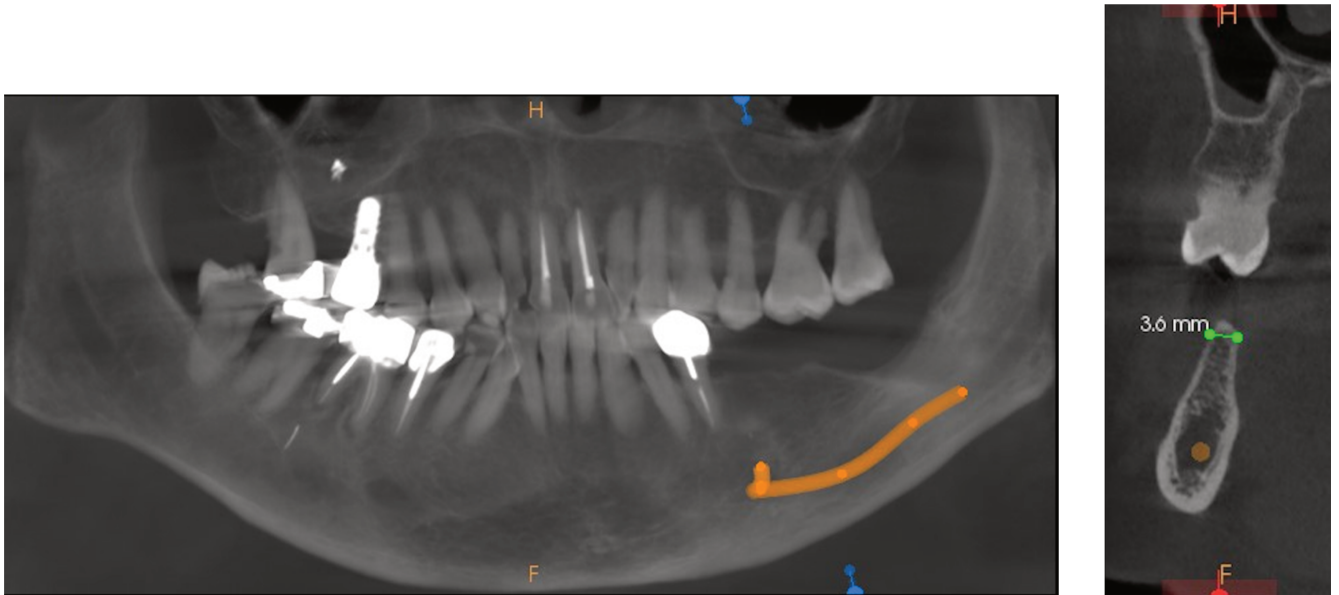


Figure 39 : Extraits de coupes du CBCT en position de la 1^{ère} molaire mandibulaire

4.4.2.2 Protocole chirurgical

Le protocole chirurgical est sensiblement identique entre la procédure maxillaire et mandibulaire. L'opérateur devra veiller à prendre en compte la densité osseuse qui peut rendre l'intervention au maxillaire inférieur plus délicate versus le maxillaire supérieur.

4.4.2.2.1 Incisions muqueuses

4.4.2.2.2 Traits d'ostéotomies

La crête atrophique est souvent plus dense du fait de l'architecture osseuse de la mandibule. La mobilisation du lambeau vestibulaire est alors plus difficile. La procédure chirurgicale suit sensiblement le même procédé que l'intervention au maxillaire. Néanmoins, pour augmenter l'élasticité du lambeau osseux vestibulaire, une encoche de décharge longitudinale basale peut être réalisée, en plus des incisions verticales. Cette entaille longitudinale va permettre d'augmenter la résilience de l'os et faciliter la mobilisation du volet osseux vestibulaire [11].

Il convient de préciser que cette entaille basale qui facilite la mobilisation sûre et rapide du lambeau cortical vestibulaire ne pouvait que rarement être réalisée avec un instrument rotatif en raison de son axe, de l'accès limité et de la proximité des tissus mous. Celle-ci devra être réalisée avec précaution notamment dû à la présence du nerf alvéolaire inférieur et être à 2 mm minimum du canal mandibulaire

4.4.2.2.3 Expansion osseuse

4.4.2.2.4 Procédure chirurgicale implantaire

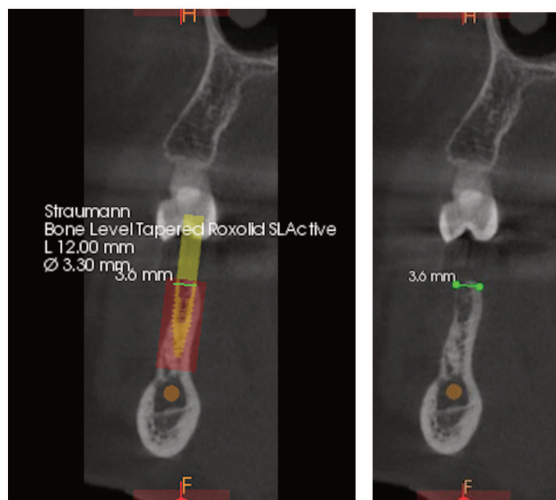


Figure 40 : Extraits du CBCT permettant la planification implantaire

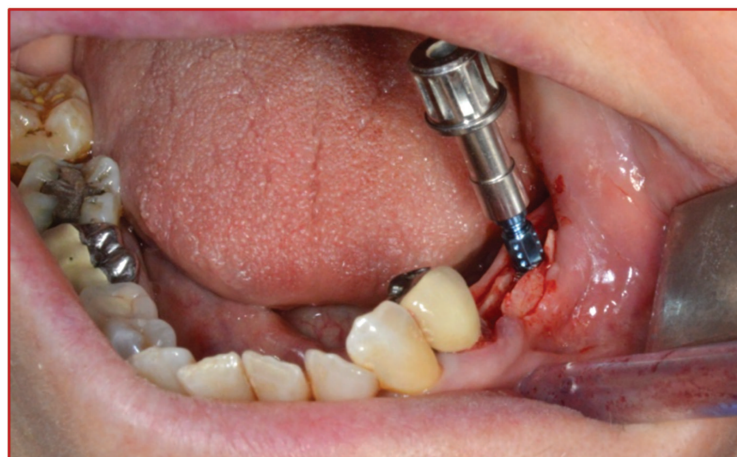


Figure 41 : Mise en place d'un implant Straumann®, BLT 3,3 de longueur 12mm SLA®

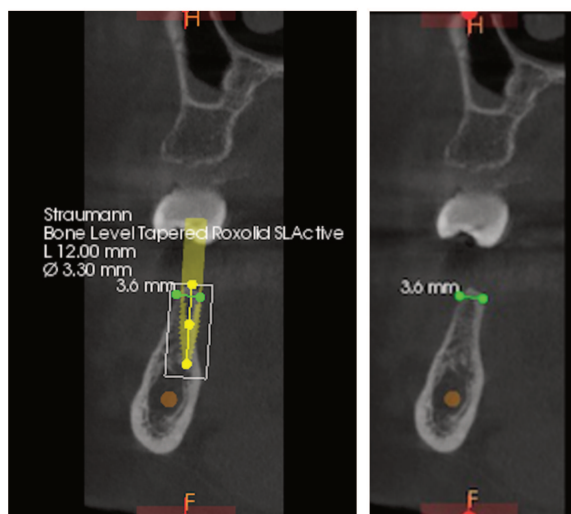


Figure 42 : Extraits de CBCT permettant la planification implantaire

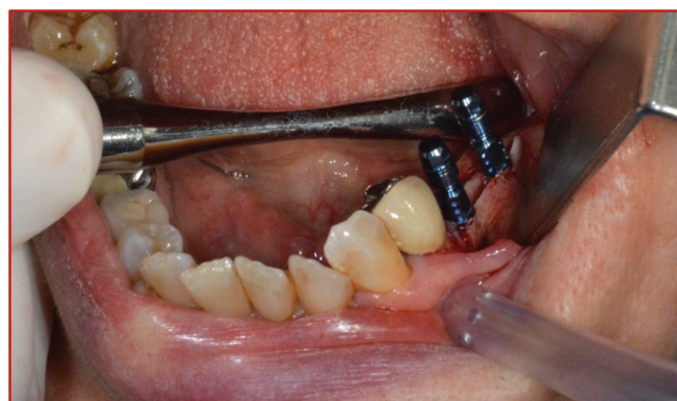


Figure 43 : Mise en place d'un implant Straumann®, BLT 3,3 de longueur 12mm SLA®

4.4.2.2.5 Sutures

4.5 Résultats chirurgicaux de l'expansion de crête

4.5.1 Résultats implantaire et comparaison avec les autres techniques

Le taux de survie implantaire, est définie comme le maintien de l'implant in situ au cours de la période de suivi sans tenir compte d'éventuels critères spécifiques. Le taux de succès de l'implant quant à lui, prend en considérations les différentes complications et obéit à des critères de succès. Il permet d'induire des résultats prévisibles et stables.

Selon Waechter et coll, il existe une hétérogénéité de critères de succès en fonction des études menées [94].

En fonction, des critères d'inclusions, le taux de succès peut varier de manière significative.

D'après les données de la littérature, le taux de survie d'un implant posé sur un site ayant subi une expansion osseuse transversale varie entre 91 % et 100 % sur une période de suivi comprise entre 3 mois et 10 ans. Le taux de succès implantaire propre à l'expansion osseuse transversale est compris entre 86,2% et 100% [7,20,22].

Selon différentes études menées, les taux de survie et de succès implantaire après une expansion de crête osseuse transversale seraient similaires aux implants posés lors d'une procédure chirurgicale implantaire conventionnelle assurant ainsi la légitimité de cette procédure [8,20].

Selon Danza et coll, le taux de succès implantaire des implants posés lors d'une expansion crête alvéolaire par l'intermédiaire de la piézochirurgie est assimilable aux implants posés sans intervention au préalable tandis que le nombre d'échecs pour les autres méthodes de séparation est sensiblement supérieur.

Waechter quant à lui démontre que le taux de survie implantaire lors de l'utilisation d'une instrumentation conventionnelle est de l'ordre de 98% contre 99 % lors de l'utilisation du système ultrasonique [94].

Le taux d'échec implantaire, quant à lui, lors d'une expansion osseuse transversale est relativement rare [76].

Il serait principalement dû à un manque d'ostéointégration ou la survenue d'une infection précoce et non par la procédure en elle-même.[94]

Selon les études, le taux d'échec différencierait en fonction du nombre d'implants posés et varierait entre 2,7% et 5,4% [12,12,57].

Tableau comparatif des différentes techniques d'augmentation du volume osseux transversal [7,94]					
Procédure	Taux de succès chirurgical (%)	Gain d'épaisseur (mm)	Taux de survie (%)	Taux de complications (%)	Inconvénients
Régénération osseuse guidée	[60 - 100]	[2 - 4,5]	[76,8 - 100]	[11,9 - 18]	Phénomène de contraction pouvant aboutir 40 %
Grefe osseuse	[84,3 - 100]	[2,7 - 5,0]	[60 - 100]	[3,8 - 6,3]	Intervention invasive et 2 ^{ème} site chirurgical. Paresthésie du nerf alvéolaire inférieur, perte de vitalité pulpaire
Distraction	[96,7 - 100]	[3 - 6]	[88,6 - 100]	[10 - 58]	Paresthésie temporaire, perturbations de l'occlusion mineures, problèmes inhérents à la technique
Expansion osseuse transversale	[86,2 - 100]	Jusqu'à 5,5mm	[91 - 100]	[1,1 - 6,8]	Faible nombre cas éligible, risque de fracture du versant vestibulaire importante

D'après la littérature, il est difficile de prouver qu'une technique est meilleure qu'une autre. Toutes les procédures ont une augmentation osseuse significative, et un taux de succès assimilable. Il a été admis par Chiapasco et coll, à l'aide de deux études successives en 2006 puis en 2009 que le choix de la technique chirurgicale devra donner priorité à la procédure la plus simple et la moins invasive pour le patient [22,23].

4.5.2 Échecs et de complications rencontrées

La fracture de la crête alvéolaire est la principale complication rencontrée lors de cette procédure chirurgicale. Elle peut avoir lieu à différentes étapes de la procédure : au moment de l'expansion osseuse, de la préparation du site implantaire ou lors de la pose implantaire.

Cette fracture peut intéresser la corticale vestibulaire ou palato-linguale, de façon partielle ou totale [11,67].

Au cours de l'évolution de la technique, des précautions ont été mises en œuvre afin d'éviter et limiter la survenue de la fracture comme les corticotomies verticales, la création d'une encoche apicale facultative lors d'une expansion mandibulaire ou encore l'utilisation d'un diamètre croissant pour réaliser une expansion progressive de la crête alvéolaire [44,71,83,85].

Les autres complications fréquemment recensées sont, la lésion de structure noble, néanmoins avec l'avènement de la chirurgie ultrasonore cette complication est en nette diminution.

Dans certaines situations, l'expansion de crête peut induire un mauvais positionnement implantaire, avec notamment une inclinaison vestibulaire excessive engendrant des problèmes fonctionnels et esthétiques pour le patient [80,85].

Et enfin, un manque de stabilité primaire peut être rencontré lors de la pose simultanée [46].

L'expansion osseuse transversale est une technique chirurgicale demandant une maîtrise fine des standards chirurgicaux afin de prévenir et anticiper les complications peropératoires. Toutefois, même avec une maîtrise peropératoire, des complications post-opératoires peuvent survenir telles que la perte osseuse crestale, la récession des tissus mous, le manque d'ostéointégration responsable de l'échec implantaire ou encore la déhiscence de la paroi vestibulaire.

Une analyse fine préopératoire et peropératoire permettra de prendre en considération de nombreux paramètres afin de minimiser leur impact sur la réussite du traitement.

4.5.3 Facteurs influençant la procédure

Le choix du protocole chirurgical peut avoir une nette influence sur les complications et le succès de l'intervention. En effet, une procédure en 1 temps opératoire est facilement abordable lors de la présence d'une crête alvéolaire présentant une faible densité osseuse généralement rencontrée au maxillaire supérieur (Type III ou IV) [27,88,89].

En revanche, pour des crêtes osseuses présentant une densité supérieure et une élasticité osseuse moindre, une approche en deux temps est parfois recommandée. Même si, selon Sohn et coll, la procédure en 1 temps à la mandibule est envisageable à condition d'évaluer en amont les paramètres indispensables (densité osseuse, épaisseur des corticales, épaisseur os spongieux) [80].

Un autre facteur influençant le risque de fracture est la quantité d'os spongieux. Une crête alvéolaire résiduelle très fine, soit inférieure à 3mm d'épaisseur comporte un risque majoré de fracture per opératoire en raison d'un os spongieux réduit voire inexistant. L'approche en deux est alors recommandée [51,75,76,80,83].

En matière de résultats chirurgicaux, la préservation du périoste au cours de la réalisation du lambeau engendre une cicatrisation osseuse plus rapide améliorant ainsi que le gain osseux. Les instruments utilisés notamment lors de l'ostéotomie et leurs effets biologiques sur la structure osseuse auraient un impact significatif sur les résultats observés [4].

En effet, l'usage de la chirurgie piézoélectrique semblerait faciliter les premières étapes de cicatrisation osseuse grâce à un accroissement précoces des protéines osseuses [2]. Ce processus est favorisé par la conception même de la forme de l'insert et l'irrigation associée évitant ainsi tout échauffement de la surface osseuse.

5 Conclusion

D'après la littérature, il est difficile de prouver qu'une technique chirurgicale pré-implantaire est meilleure qu'une autre. Aucun consensus actuellement n'a été admis quant à la supériorité d'une technique *versus* une autre.

Toutefois, la piézochirurgie a permis de rendre la procédure d'expansion osseuse transversale comme une technique fiable, peu invasive et reproductible. Son principal atout reste son innocuité sur les tissus mous rendant ainsi les diverses interventions chirurgicales sûres et sans aucune équivoque plus sécurisante que l'instrumentation rotative traditionnellement utilisée.

L'expansion de crête ultrasonique est une technique atraumatique qui s'apprête bien aux nouvelles mœurs appliquées à la chirurgie : réduction du temps opératoire, reproductibilité de la technique et orientation vers une chirurgie atraumatique.

Néanmoins, en comparaison aux autres procédures d'augmentation osseuse transversale, l'expansion osseuse est une technique avec des indications très limitées, des critères d'inclusions faibles, n'offrant ainsi pour le moment qu'une faible éligibilité de cas.

Compte tenu de l'évolution rapide de la technologie appliquée à la médecine régénérative, il se pourrait que de nouvelles solutions soient disponibles et accessibles dans les prochaines années aux praticiens, bouleversant ainsi le paradigme 'tout chirurgical'.

6 Bibliographie

1. Agabiti I, Botticelli D. Two-stage ridge split at narrow alveolar mandibular bone ridges. *Journal of oral and maxillofacial surgery*.2017;75(10):2115.e1-2115.e12.
2. Agarwal E, Masamatti SS, Kumar A. Escalating role of piezosurgery in dental therapeutics. *J Clin diagn res*.2014;8(10):ZE08-11.
3. Aknin J-J. Croissance craniofaciale.pdf. EMC. 2008;28-802-C-10(23-455-C-10):22.
4. Anitua E, Begoña L, Orive G. Clinical evaluation of split-crest technique with ultrasonic bone surgery for narrow ridge expansion: Status of soft and hard tissues and implant success: Split-crest for narrow ridge expansion. *Clinical implant dentistry and related research*.2013;15(2):176-87.
5. Antoun H, Karouni M, Sojod B. La régénération osseuse guidée : résultats, limites et perspectives. *Actual odonto-stomatol*.2013;(261):11-21.
6. Baffone GM, Botticelli D, Pereira FP, Favero G, Schweikert M, Lang NP. Influence of buccal bony crest width on marginal dimensions of peri-implant hard and soft tissues after implant installation. An experimental study in dogs. *Clin oral implants res*. 2013;24(3):250-4.
7. Bassetti MA, Bassetti RG, Bosshardt DD. The alveolar ridge splitting/expansion technique: a systematic review. *Clin oral impl res*.2016;27(3):310-24.
8. Bassetti R, Bassetti M, Mericske-Stern R, Enkling N. Piezoelectric alveolar ridge-splitting technique with simultaneous implant placement: a cohort study with 2-year radiographic results. *Int J oral maxillofac implants*.2013;28(6):1570-80.
9. Belleggia F, Pozzi A, Rocci M, Barlattani A, Gargari M. Piezoelectric surgery in mandibular split crest technique with immediate implant placement: a case report. *Oral implantol (Rome)*. 2008;1(3-4):116-23.
10. Beziat J-L, Bera J-C, Lavandier B, Gleizal A. Ultrasonic osteotomy as a new technique in craniomaxillofacial surgery. *Int. J Oral Maxillofac Surg*.2007;36(6):493-500.
11. Blus C, Szmukler-Moncler S. Split-crest and immediate implant placement with ultra-sonic bone surgery: a 3-year life-table analysis with 230 treated sites. *Clin oral implants res*.2006;17(6):700-7.
12. Blus C, Szmukler-Moncler S, Vozza I, Rispoli L, Polastri C. Split-crest and immediate implant placement with ultrasonic bone surgery (piezosurgery): 3-year follow-up of 180 treated implant sites. *Quintessence int*.2010;41(6):463-9.
13. Botticelli D, Berglundh T, Persson LG, Lindhe J. Bone regeneration at implants with turned or rough surfaces in self-contained defects. An experimental

study in the dog. *J. clin periodontol.*2005;32(5):448-55.

14. Brånemark P-I, Zarb G, Lekholm U, éditeurs. *Tissue-integrated prostheses: osseointegration in clin. dentistry.* 1. reprinting. Chicago: Quintessence; 1986. 350 p.

15. Brånemark PI, Lindström J, Hallén O, Breine U, Jeppson PH, Ohman A. Reconstruction of the defective mandible. *Scand J. plast reconstr surg.* 1975;9(2):116-28.

16. Buser D, Martin W, Belser UC. Optimizing esthetics for implant restorations in the anterior maxilla: anatomic and surgical considerations. *Int J oral maxillofac Implants.* 2004;19 Suppl:43-61.

17. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *International Journal of oral and maxillofacial surgery.*1988;17(4):232-6.

18. Chiapasco M, Abati S, Romeo E, Vogel G. Clinical outcome of autogenous bone blocks or guided bone regeneration with e-PTFE membranes for the reconstruction of narrow edentulous ridges. *Clin oral implants res.*1999;10(4):278-88.

19. Chiapasco M, Casentini P. Horizontal bone-augmentation procedures in implant dentistry: prosthetically guided regeneration. *Periodontology* 2000.2018;77(1):213-40.

20. Chiapasco M, Casentini P, Zaniboni M. Bone augmentation procedures in implant dentistry. *Int J oral maxillofac Implants.* 2009;24 Suppl:237-59.

21. Chiapasco M, Ferrini F, Casentini P, Accardi S, Zaniboni M. Dental implants placed in expanded narrow edentulous ridges with the Extension CrestR device. A 1-3-year multicenter follow-up study. *Clin oral implants res.* 2006;17(3):265-72.

22. Chiapasco M, Zaniboni M, Boisco M. Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. *Clinical Oral Implants Research.* 2006;17(S2):136-59.

23. Chiapasco M, Zaniboni M, Boisco M. Augmentation procedures for the rehabilitation of deficient edentulous ridges with oral implants. *Clin oral implants res.* 2006;17(S2):136-59.

24. Cochran DL, Buser D, ten Bruggenkate CM, Weingart D, Taylor TM, Bernard J-P, et al. The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acid-etched (SLA) surface: early results from clinical trials on ITI SLA implants. *Clin oral implants res.* 2002;13(2):144-53.

25. Cornu O, Banse X, Docquier PL, Luyckx S, Delloye C. Effect of freeze-drying and gamma irradiation on the mechanical properties of human cancellous bone. *J orthop res.*2000;18(3):426-31.

26. Couly G. *Squelette facial mobile.pdf.* EMC. 1978;(22-001-B-10):7.

27. Crespi R, Bruschi GB, Gastaldi G, Capparé P, Gherlone EF. Immediate loaded implants in split-crest procedure. *Clin implant dent relat res.*2015;17 Suppl 2:e692-698.
28. Crespi R, Capparé P, Gherlone EF. Electrical mallet provides essential advantages in split-crest and immediate implant placement. *Oral maxillofac surg.*2014;18(1):59-64.
29. Crosetti E, Battiston B, Succo G. Piezosurgery in head and neck oncological and reconstructive surgery: personal experience on 127 cases. *Acta otorhinolaryngol ital.* 2009;29(1):1-9.
30. Davarpanah M, Szmukler-Moncler S, Davarpanah K, De corbiere S. Simplification des greffes sinusiennes. Quintessence International. 2011. 202 p.
31. Davarpanah M, Szmukler-Moncler S, Davarpanah K, Demurashvili G. Manuel d'implantologie clinique Concepts, intégration des protocoles et esquisse de nouveaux paradigmes. 3e éd. CDP; 2012. 656 p.
32. Demetriades N, Park J il, Laskarides C. Alternative bone expansion technique for implant placement in atrophic edentulous maxilla and mandible. *Journal of oral implantology.*2011;37(4):463-71.
33. Docquier P-L, Delloye C. Techniques et indications des greffes osseuses et ostéocartilagineuses.2013. 8(2):16.
34. Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S. Piezosurgery®: an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. *British journal of oral and maxillofacial surgery.*2004;42(5):451-3.
35. Ella B, Laurentjoye M, Sedarat C, Masson E, Rouas A. Mandibular ridge expansion using a horizontal bone-splitting technique and synthetic bone substitute: An alternative to bone block grafting? *Int J oral maxillofac implants.* 2014;29(1):135-40.
36. Enislidis G, Wittwer G, Ewers R. Preliminary report on a staged ridge splitting technique for implant placement in the mandible: a technical note. *Int J oral maxillofac Implants.* 2006;21(3):445-9.
37. Gagnot G. Les ultrasons en odontologie: applications thérapeutiques. Rueil-Malmaison (Hauts-de-Seine): Éditions CdP; 2008.
38. Gagnot G, Poblete M. Du bon usage des ultrasons : la maîtrise des vibrations. *ROS.* 2004;33:85-95.
39. Gangwani KD, Shetty L, Kulkarni D, Seshagiri R, Chopra R. Piezosurgery versus conventional method alveoloplasty. *ann maxillofac surg.*2018;8(2):181-7.
40. Gautschi G. Piezoelectric sensorics: force, strain, pressure, acceleration and acoustic emission sensors, materials and amplifiers. Berlin ; New York: Springer; 2002. 264 p.
41. Goldberg M. Os des maxillaires et de la mandibule. 2020;14.

42. González-García R, Monje F, Moreno C. Alveolar split osteotomy for the treatment of the severe narrow ridge maxillary atrophy: a modified technique. *International journal of oral and maxillofacial surgery*.2011;40(1):57-64.
43. Gouët E, Azria D, Amzalag J, Amzalag A. Codes de la réussite en implantologie orale. Med'com. Paris: Éd. Med'com; 2012.
44. Holtzclaw DJ, Toscano NJ, Rosen PS. Reconstruction of posterior mandibular alveolar ridge deficiencies with the piezoelectric hinge-assisted ridge split technique: a retrospective observational report. *J periodontol*.2010;81(11):1580-6.
45. Horton JE, Tarpley TM, Jacoway JR. Clinical applications of ultrasonic instrumentation in the surgical removal of bone. *Oral surg oral med oral pathol*. 1981;51(3):236-42.
46. Hu G-H, Froum SJ, Alodadi A, Nose F, Yu Y-CP, Suzuki T, et al. A Three-stage split-crest technique: Case series of horizontal ridge augmentation in the atrophic posterior mandible. *Int J periodontics restorative dent*.2018;38(4):565–573.
47. Iraqui O, Lakhssassi N, Berrada S, Merzouk N. Atraumatic bone expansion: Interest of piezo-surgery, conicals expanders and immediate implantation combination. *Rev stomatol chir maxillofac chir orale*.2016;117(3):151-7.
48. Jamil FA, Al-Adili SS. Lateral ridge splitting (Expansion) with immediate placement of endosseous dental implant using piezoelectric device: A new treatment Protocol. *J craniofac surg*.2017;28(2):434-9.
49. Khambay BS, Walmsley AD. Investigations into the use of an ultrasonic chisel to cut bone. Part 1: forces applied by clinicians. *Journal of dentistry*. 2000;28(1):31-7.
50. Labanca M, Azzola F, Vinci R, Rodella LF. Piezoelectric surgery: Twenty years of use. *British journal of oral and maxillofacial surgery*.2008;46(4):265-9.
51. Lalo J, Chassignolle V, Beleh M, Djemil M. L'expansion osseuse transversale pré-implantaire de la crête maxillaire par corticotomie alvéolaire. *Revue de stomatologie et de chirurgie maxillo-faciale*.2008;109(5):316-22.
52. Leclercq P, Dohan D. De l'intérêt du bistouri ultrasonore en implantologie : technologies, applications cliniques 1re partie : technologies. *Implantodontie*. 2004;13(3):151-7.
53. Leclercq P, Dohan SL, Dohan DM. Implantologie axiale : procédures chirurgicales et stratégies prothétiques. 2020;30.
54. Lorimier S, Kemoun P. Histophysiologie du parodonte. 2020;34.
55. Melcher AH. On the repair potential of periodontal tissues. *J periodontol*. 1976;47(5):256-60.

56. Mokry P. 100 years of piezoelectric materials in acoustics: From a sonar to active metasurfaces. In Boston, Massachusetts; 2016.p.045008.
57. Montero J, López-Valverde A, de Diego RG. A retrospective study of the risk factors for ridge expansion with self-tapping osteotomes in dental implant surgery. *Int J oral maxillofac implants.*2012;27(1):203-10.
58. Moro A, De Angelis P, Pelo S, Gasparini G, D'Amato G, Passarelli PC, et al. Alveolar ridge augmentation with maxillary sinus elevation and split crest: Comparison of 2 surgical procedures. *Medicine.*2018;97(24):e11029.
59. Moro A, Gasparini G, Foresta E, Saponaro G, Falchi M, Cardarelli L, et al. Alveolar ridge split technique using piezosurgery with specially designed tips. *Biomed research international.*2017;2017:1-8.
60. Nefussi J-R. *Biologie et physiologie du volume osseux implantable.* Elsevier Masson; 2011.
61. Nentwig GH. *Technic of bone splitting for alveolar recession in anterior maxillary region.* *Quintessenz.*1986;37(11):1825-34.
62. Paulus C, Martin P. Hypodontie d'une dysplasie ectodermique : traitement par implantologie très précoce. *Revue de stomatologie, de chirurgie maxillo-faciale et de chirurgie orale.*2013;114(2):106-9.
63. Pereira CCS, Gealh WC, Meorin-Nogueira L, Garcia-Júnior IR, Okamoto R. Piezosurgery applied to implant dentistry: Clinical and biological aspects. *Journal of oral implantology.*2014;40(S1):401-8.
64. Poblete M, Michel JF. *Les Applications chirurgicales des ultrasons.* Quintessence international. 2008. 95 p.
65. Preckel B-E, Hue O. *Anatomie et physiologie de l'edenté total.* EMC. août 2019;14(4):17.
66. Princ G, Piral T, Gaudy JF, Henriot E, Moret M, Salmon B. *Chirurgie osseuse préimplantaire.* CdP. 2013. 138 p.
67. Rahpeyma A, Khajehahmadi S, Hosseini VR. Lateral ridge split and immediate implant placement in moderately resorbed alveolar ridges: How much is the added width? *Dent Res J (Isfahan).*2013;10(5):602-8.
68. Raphaël B, Lebeau J, Bettega G. Développement et croissance de la mandibule dans son environnement. *Annales de chirurgie plastique esthétique.*2001;46(5):478-94.
69. Robiony M, Polini F, Costa F, Vercellotti T, Politi M. Piezoelectric bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. *Journal of oral and maxillofacial Surgery.*2004;62(6):759-61.
70. Satelec,Acteon. *Manuel d'utilisation - ImplantCenter M+.* Acteongroup; 2003.

71. Scarano A, Piattelli A, Murmura G, Iezzi G, Assenza B, Mancino C. Delayed expansion of the atrophic mandible by ultrasonic surgery: A clinical and histologic case series. *Int J oral maxillofac implants.*2015;30(1):144-9.
72. Schaeren S, Jaquiéry C, Heberer M, Tolnay M, Vercellotti T, Martin I. Assessment of nerve damage using a novel ultrasonic device for bone cutting. *J oral maxillofac surg.*2008;66(3):593-6.
73. Schlee M, Steigmann M, Bratu E, Garg AK. Piezosurgery: basics and possibilities: implant dentistry. 2006;15(4):334-40.
74. Schlegel KA, Fichtner G, Schultze-Mosgau S, Wiltfang J. Histologic findings in sinus augmentation with autogenous bone chips versus a bovine bone substitute. *Int J oral maxillofac implants.*2003;18(1):53-8.
75. Scipioni A, Bruschi GB, Calesini G. The edentulous ridge expansion technique: a five-year study. *Int j periodontics restorative dent.*1994;14(5):451-9.
76. Scipioni A, Bruschi GB, Calesini G, Bruchi E, De Martino C. Bone regeneration in the edentulous ridge expansion technique: histologic and ultrastructural study of 20 clinical cases. *Int j periodontics restorative dent.* 1999;19(3):269-77.
77. Seibert JS. Reconstruction of deformed, partially edentulous ridges, using full thickness onlay grafts. Part I. Technique and wound healing. *Compend contin educ dent.*1983;4(5):437-53.
78. Seibert JS. Reconstruction of deformed, partially edentulous ridges, using full thickness onlay grafts. Part II. Prosthetic/periodontal interrelationships. *Compend contin educ dent.*1983;4(6):549-62.
79. Simion M, Baldoni M, Zaffe D. Jawbone enlargement using immediate implant placement associated with a split-crest technique and guided tissue regeneration. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1992;12(6):462-73.
80. Sohn D-S, Lee H-J, Heo J-U, Moon J-W, Park I-S, Romanos GE. Immediate and delayed lateral ridge expansion technique in the atrophic posterior mandibular ridge. *J oral maxillofac surg.*2010;68(9):2283-90.
81. Spray JR, Black CG, Morris HF, Ochi S. The influence of bone thickness on facial marginal bone response: stage 1 placement through stage 2 uncovering. *Ann periodontol.*2000;5(1):119-28.
82. Stübinger S, Stricker A, Berg B-I. Piezosurgery in implant dentistry. *Clin cosmet investig dent.*2015;7:115-24.
83. Suh J-J, Shelemay A, Choi S-H, Chai J-K. Alveolar ridge splitting: a new microsaw technique. *Int J Periodontics Restorative Dent.*2005;25(2):165-71.
84. Summers RB. The osteotome technique: Part 2--The ridge expansion osteotomy (REO) procedure. *Compendium.*1994;15(4):422, 424, 426, passim; quiz 436.

85. Tang Y-L, Yuan J, Song Y-L, Ma W, Chao X, Li D-H. Ridge expansion alone or in combination with guided bone regeneration to facilitate implant placement in narrow alveolar ridges: a retrospective study. *Clinical oral implants research*. 2015;26(2):204-11.
86. Tatum H. Maxillary and sinus implant reconstructions. *Dent clin north am*. 1986;30(2):207-29.
87. Thomas M, Akula U, Ealla KrantiKR, Gajjada N. Piezosurgery: A boon for modern periodontics. *J int soc prevent communit dent*. 2017;7(1):1.
88. Tolstunov L. Classification of the alveolar ridge width: implant-driven treatment considerations for the horizontally deficient alveolar ridges. *J oral implantol*.2014;40 Spec No:365-70.
89. Tolstunov L. Horizontal alveolar ridge augmentation in implant dentistry: A surgical manual. John wiley & sons; 2016. 354 p.
90. Tyndall DA, Price JB, Tetradis S, Ganz SD, Hildebolt C, Scarfe WC. Position statement of the american academy of oral and maxillofacial radiology on selection criteria for the use of radiology in dental implantology with emphasis on cone beam computed tomography. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology*.2012;113(6):817-26.
91. Vercellotti T. Piezoelectric surgery in implantology: a case report--a new piezoelectric ridge expansion technique. *Int j periodontics restorative dent*.2000;20(4):358-65.
92. Vercellotti T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. *Minerva stomatol*.2004;53(5):207-14.
93. Vercellotti T, Nevins ML, Kim DM, Nevins M, Wada K, Schenk RK, et al. Osseous response following resective therapy with piezosurgery. *Int j periodontics restorative dent*.2005;25(6):543-9.
94. Waechter J, Leite FR, Nascimento GG, Carmo Filho LC, Faot F. The split crest technique and dental implants: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of oral and maxillofacial surgery*.2017;46(1):116-28.
95. Zhang M, Powers RM, Wolfinbarger L. Effect(s) of the demineralization process on the osteoinductivity of demineralized bone matrix. *J periodontol*.1997;68(11):1085-92.

7 Table des illustrations

FIGURE 1 : BASES FONDAMENTALES DU POSITIONNEMENT TRIDIMENSIONNEL D'UN IMPLANT [7].....	15
FIGURE 2 : SCHEMA DE LA THEORIE D'EXCLUSION CELLULAIRE ISSUE DE LA REGENERATION TISSULAIRE GUIDEE EN PARODONTOLOGIE [55].	21
FIGURE 3 : DIAGRAMME REGROUPANT LES DIFFERENTES MEMBRANES PRESENTES SUR LE MARCHE [REALISE PAR L'AUTEUR].....	22
FIGURE 4 : DIAGRAMME PRESENTANT LES AVANTAGES DES DIFFERENTES MEMBRANES [REALISE PAR L'AUTEUR]	23
FIGURE 5 : CLASSIFICATION DE LA QUALITE OSSEUSE D'APRES LEKHOLM ET ZARB [14]	28
FIGURE 6 : CLASSIFICATION DU MAXILLAIRE SELON CAWOOD ET HOWELL [17].....	29
FIGURE 7 : CLASSIFICATION DE LA MANDIBULE SELON CAWOOD ET HOWELL [17]	29
FIGURE 8: SCHEMATISATION DU MODE DE FONCTIONNEMENT DU BISTOURI ULTRASONORE[52].....	30
FIGURE 9 : SCHEMA D'UN COURANT OSCILLANT MODULE, SATELEC [70].	31
FIGURE 10 : PROGRAMMATION DU PIEZOTOME® SELON LA DENSITE OSSEUSE RENCONTREE [70].....	33
FIGURE 11 : ILLUSTRATION DU PHENOMENE DE CAVITATION CREE PAR LA FREQUENCE VIBRATOIRE DE L'INSERT [70].	34
FIGURE 12 : EXPANSION CORTICALE EXTERNE A CHARNIERE SUPERIEURE A) ANALYSE DE L'AXE DE CRETE AO ET DE L'EMERGENCE PO ; B) LUXATION CORTICALE AVEC MODIFICATION DE L'AXE DE CRETE A1 ET DU POINT D'EMERGENCE P1 [51].	42
FIGURE 13 : DEFAT D'EPaisseur CRESTALE : TRANSLATION D'UNE CORTICALE EXTERNE A) ANALYSE DE L'AXE AO ET DU POINT D'EMERGENCE PO ; B) TRANSLATION DE LA CORTICALE EXTERNE, ABSENCE DE MODIFICATION DE L'AXE L'AXE AO, SOIT A1 =AO, ET TRANSLATION DE P1 SANS MODIFICATION D'AXE [51].....	43
FIGURE 14 : EXPANSION BICORTICALE A) ANALYSE DE L'AXE AO ET DU POINT D'EMERGENCE PO ; B) ABSENCE DE MODIFICATION NOTABLE DE L'AXE A1 ET P1 [51].....	43
FIGURE 15 : KIT « CREST SPLITTING », ACTEON-SATELEC®.....	44
FIGURE 16 : INSERT CS1 (ACTEON-SATELEC®)	45
FIGURE 17 : INSERT CS2 (ACTEON-SATELEC®)	45
FIGURE 18 : INSERT CS3 (ACTEON-SATELEC®)	45
FIGURE 19 : INSERT CS4 (ACTEON-SATELEC®).....	46
FIGURE 20 : INSERT CS5 (ACTEON-SATELEC®).....	46
FIGURE 21: INSERT CS6 (ACTEON-SATELEC®)	46
FIGURE 22 : EXTRAIT DU CBCT CADRE SUR LA ZONE D'INTERET A IMPLANTER SOIT LE SECTEUR 1, PREMOLAIRE SUPERIEUR DROIT (DR PHILIPPE COLET)	47
FIGURE 23 : DECOLLEMENT MUQUEUX ET MISE EN EVIDENCE DE LA CRETE ATROPHIEE (DR PHILIPPE COLET).....	48
FIGURE 24 : : INCISION CRESTALE REALISEE A L'AIDE DE L'INSERT CS1 (DR PHILIPPE COLET).....	49
FIGURE 25 : INCISION VERTICALE OSSEUSE AMORCEE A L'EXTREMITÉ MÉSIALE DE L'INCISION CRESTALE MÉSIALE (DR PHILIPPE COLET)	50
FIGURE 26: INCISION CRESTALE LONGITUDINALE APPROFONDIE SUCCESSIVEMENT (DR PHILIPPE COLET).....	50
FIGURE 27 : EXPANSION MANUELLE A L'AIDE D'UN OSTEOTOME CYLINDRO-CONIQUE (CAS DU DR PHILIPPE COLET).....	51
FIGURE 28 : FORAGE DU LIT IMPLANTAIRE (CAS DU DR PHILIPPE COLET).....	52
FIGURE 29 : FORAGE DU LIT IMPLANTAIRE (CAS DU DR PHILIPPE COLET).....	52
FIGURE 30 : RADIO PER OPERATOIRE AVEC UNE JAUGE DE PROFONDEUR APPARTENANT A LA TROUSSE IMPLANTAIRE STRAUMANN®.....	52
FIGURE 31: MISE EN PLACE D'UN IMPLANT STRAUMANN® BLT 3.3, DE LONGUEUR 10 MM SLACTIVE®.....	53
FIGURE 32 : RADIOGRAPHIE POST OPERATOIRE DE LA MISE EN PLACE DE L'IMPLANT STRAUMANN® EN POSITION 14 (BLT 3.3, 10 MM SLACTIVE®)	53
FIGURE 33 : MISE EN PLACE DES VIS DE COUVERTURE ET CICATRISATION RESPECTIVES DE CHAQUE IMPLANT (DR PHILIPPE COLET)	54
FIGURE 34 : MISE EN PLACE D'UNE MEMBRANE RESORBABLE BIO OSS® ET DE PIN'S (DR PHILIPPE COLET).....	54
FIGURE 35 : ILLUSTRATION DU SITE OPERATOIRE SUTURE (DR PHILIPPE COLET).....	55
FIGURE 36 : COUPES ILLUSTRANT LA PRESERVATION DU VOLET VESTIBULAIRE ET LA ROG PRATIQUEE LORS DE LA PREMIERE INTERVENTION.....	56
FIGURE 37 : : EXTRAIT DU SECOND CBCT EFFECTUE AVEC UN INTERVALLE DE 9 MOIS APRES L'EXPANSION DE CRETE	56

FIGURE 38 : EXTRAITS D'IMAGES DU CBCT EN POSITION 2 ^E PREMOLAIRE MANDIBULAIRE GAUCHE	56
FIGURE 39 : EXTRAITS DE COUPES DU CBCT EN POSITION DE LA 1 ^{ERE} MOLAIRE MANDIBULAIRE	57
FIGURE 40 : EXTRAITS DU CBCT PERMETTANT LA PLANIFICATION IMPLANTAIRE	58
FIGURE 41 : MISE EN PLACE D'UN IMPLANT STRAUMANN®, BLT 3,3 DE LONGUEUR 12MM SLA®	58
FIGURE 42 : EXTRAITS DE CBCT PERMETTANT LA PLANIFICATION IMPLANTAIRE	58
FIGURE 43 : MISE EN PLACE D'UN IMPLANT STRAUMANN®, BLT 3,3 DE LONGUEUR 12MM SLA®	58

L'intérêt de la piézochirurgie lors d'une expansion de crête / **Ophélie ARMEDE.**
- f. (73) : ill. (43) ; réf. (95).

Domaines : Chirurgie Orale ; Implantologie

Mots clés RAMEAU : Chirurgie pré-implantaire, Piézo chirurgie ; Expansion Osseuse

Mots clés FMeSH : Restauration osseuse de la crête alvéolaire ; Piézochirurgie ;

Toute extraction dentaire est corrélée à la perte inévitable de l'os alvéolaire. La perte osseuse peut engendrer un déficit osseux pouvant entraver la réhabilitation implantaire. De multiples procédures ont été élaborés afin de palier à cet obstacle. Parmi ces différentes procédures d'augmentation osseuse transversale, l'expansion de crête est une technique chirurgicale permettant un aménagement osseux pré-implantaire, sur une crête dite atrophiée.

Le principe de cette technique repose sur le clivage des corticales osseuses, vestibulaire et buccale, dans le but d'augmenter le diamètre osseux pour rendre possible une implantation.

Au cours du temps, cette technique a été améliorée par divers praticiens et ce n'est que dans les années 2000, que Vercelloti et coll proposent d'exploiter les avantages du système piézoélectrique.

La piézochirurgie appliquée à l'expansion de crête osseuse a permis de rendre la procédure fiable, reproductible et peu invasive.

D'après la littérature, cette procédure d'aménagement pré-implantaire présente une augmentation osseuse significative et un taux succès assimilable aux autres procédures.

En l'état actuel de la littérature, aucun consensus n'a été admis quant à la supériorité d'une technique *versus* une autre, rendant ainsi l'expansion de crête ultrasonique comme une alternative intéressante parmi les techniques conventionnelles d'augmentation osseuse.

JURY :

Président : Monsieur le Professeur Etienne DEVEAUX

Asseseurs : Monsieur le Docteur Claude LEFEVRE, Monsieur le Docteur Hervé MOIZAN, Madame la Docteure Mathilde SAVIGNAT

Membres invités : Monsieur le Docteur Philippe COLET

Adresse de l'auteur :