

UNIVERSITÉ DE LILLE
UFR3S – DEPARTEMENT ODONTOLOGIE

Année de soutenance : 2026

N°:

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

Présentée et soutenue publiquement le 23 JANVIER 2026

Par Théo, FABRE

**Aménagement tissulaire à visée pré-implantaire : techniques
chirurgicales**

JURY

Président :

Pr Caroline DELFOSSE

Assesseurs :

Dr Agathe BALLIEU

Dr Laurent NAWROCKI

Dr Cécile OLEJNIK

Membre(s) invité(s)

Dr Béatrice LOUVET



Président de l'Université :	Pr. R. BORDET
Directrice Générale des Services de l'Université :	A.V. CHIRIS FABRE
Doyen UFR3S :	Pr. D. LACROIX
Directrice des Services d'Appui UFR3S :	A. PACAUD
Vice doyen département facultaire UFR3S-Odontologie :	Pr. C. DELFOSSE
Responsable des Services :	L. KORAÏCHI
Responsable de la Scolarité :	V MAURIAUCOURT

PERSONNEL ENSEIGNANT DE LA FACULTE

PROFESSEURS DES UNIVERSITES

K. AGOSSA	Parodontologie
P. BOITELLE	Prothèses
T. COLARD	Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux
C. DELFOSSE	Vice doyen du département UFR3S-Odontologie Odontologie Pédiatrique Responsable du département d'Orthopédie dento-faciale
M. DEHURTEVENT	Co-responsable du département de Prothèses
B LOUVET	Chirurgie orale (Professeur des universités associé)
T. MARQUILLIER	Odontologie Pédiatrique
L ROBBERECHT	Responsable du département de Dentisterie Restauratrice Endodontie

MAITRES DE CONFERENCES DES UNIVERSITES

A. BLAIZOT Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé,
Odontologie Légale

F. BOSCHIN Parodontologie

F CATHALA Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé,
Odontologie Légale
(maître de conférences des Universités associé)

C. CATTEAU
Prévention,
Odontologie Légale.

Responsable du département de
Epidémiologie, Economie de la Santé,

X. COUTEL

Biologie Orale

A. de BROUCKER

Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux

C. DENIS

Co-responsable du département de Prothèses

F. DESCAMP

Prothèses

M. DUBAR

Responsable du département de Parodontologie

A. GAMBIEZ

Dentisterie Restauratrice Endodontie

F. GRAUX

Prothèses

M. LINEZ

Dentisterie Restauratrice Endodontie

G. MAYER

Prothèses

L. NAWROCKI

Responsable du département de Chirurgie Orale
Chef du Service d'Odontologie A. Caumartin -

CHU Lille

C. OLEJNIK

Responsable du département de Biologie Orale

P OLEKSIK

Dentisterie Restauratrice Endodontie
(maître de conférences des Universités associé)

H PERSOON

Dentisterie Restauratrice Endodontie
(maître de conférences des Universités associé)

C PRUVOST

Prévention, Epidémiologie, Economie de la Santé,
Odontologie Légale
(maître de conférences des Universités associé)

P. ROCHER

Fonction-Dysfonction, Imagerie, Biomatériaux

M. SAVIGNAT
Dysfonction,

**Responsable du département de Fonction-
Imagerie, Biomatériaux**

T. TRENTESAUX
Pédiatrique

Responsable du département d'Odontologie

J. VANDOMME

Prothèses

R. WAKAM KOUAM

Prothèses

PRATICIEN HOSPITALIER et UNIVERSITAIRE

M BEDEZ

Biologie Orale

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 a décidé que les opinions émises dans le contenu et les dédicaces des mémoires soutenus devant jury doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'ainsi aucune approbation ni improbation ne leur est donnée.

Remerciements

Aux membres du jury,

Madame la Professeure Caroline DELFOSSE

Professeure des Universités – Praticien Hospitalier

Section Développement, Croissance et Prévention

Département Odontologie Pédiatrique

Docteur en Chirurgie Dentaire

Doctorat de l'Université de Lille 2 (mention Odontologie)

Habilitation à Diriger des Recherches (Université Clermont Auvergne)

Diplôme d'Etudes Approfondies Génie Biologie & Médical - option Biomatériaux

Maîtrise de Sciences Biologiques et Médicales

Diplôme d'Université « Sédation consciente pour les soins bucco-dentaires »

Diplôme d'Université « Gestion du stress et de l'anxiété »

Diplôme d'Université « Compétences cliniques en sédation pour les soins dentaires »

Diplôme Inter Universitaire « Pédagogie en sciences de la santé »

Formation Certifiante en Education Thérapeutique du Patient

Vice doyen du Département facultaire UFR3S-Odontologie – Lille

Responsable du Département d'Orthopédie dento-faciale

Vous me faites l'honneur de présider ce jury.

Je vous remercie pour votre pédagogie ainsi que

l'importance que vous donnez à notre profession.

Veillez trouver en ce travail l'expression de mes sentiments les plus respectueux en espérant que celui-ci soit à la hauteur de vos attentes.

Madame le Docteur Agathe BALLIEU
Chef de Clinique des Universités – Assistant Hospitalier
Section Chirurgie Orale, Parodontologie et Biologie Orale
Département Parodontologie

Docteur en Chirurgie Dentaire
CES de Parodontologie de Strasbourg

*Je vous remercie tout particulièrement d'avoir dirigé ma thèse.
Je suis profondément reconnaissant de la confiance que
vous m'avez accordée. Merci de m'avoir accompagné et
guidé tout au long de la rédaction de ce travail. Votre légèreté et
votre sérénité ont été pour moi un véritable confort et
un soutien inconditionnel durant cette année.
Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mon profond respect.*

Monsieur le Docteur Laurent NAWROCKI

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

Département Chirurgie Orale

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille

Maîtrise en Biologie Humaine

Certificat d'Etudes Supérieures d'Odontologie Chirurgicale

Chef du Service d'Odontologie du CHU de LILLE

Coordonnateur du Diplôme d'Etudes Spécialisées de Chirurgie Orale

(Odontologie)

Responsable du Département de Chirurgie Orale

*Vous me faites l'honneur de participer au jury de cette thèse d'exercice.
Merci pour l'accueil que vous avez su me réserver au sein de votre service.
C'est pour moi un grand privilège que vous ayez accepté, sans la moindre hésitation,
d'évaluer mon travail et mes compétences. J'espère que ce manuscrit saura
témoigner de la considération et du respect que je vous porte.*

Madame le Docteur Cécile OLEJNIK

Maître de Conférences des Universités – Praticien Hospitalier

Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

Département Biologie Orale

Docteur en Chirurgie Dentaire

Docteur en Odontologie de l'Université de Lille2

Responsable du Département de Biologie Orale

Chargée de mission PASS – LAS

*Je suis honoré que vous ayez accepté, sans aucune hésitation,
de siéger dans mon jury. Je vous remercie de m'avoir
transmis vos connaissances avec passion et bienveillance.
Veuillez trouver dans ce travail l'expression de mes
sentiments les plus respectueux.*

Madame le Docteur Béatrice LOUVET

Chargée d'Enseignement – Praticien Hospitalier des CSERD

Section Chirurgie Orale, Parodontologie, Biologie Orale

Département Chirurgie Orale

Ancienne Assistante Hospitalo-Universitaire

Odontologiste Assistant des Services de Consultations et de Traitement Dentaires

Docteur en Chirurgie Dentaire

Maîtrise des Sciences Biologiques et Médicales

Diplôme d'Etudes Approfondies des Sciences de la Vie et de la Santé

Diplôme Universitaire de Criministique – Paris V Diplôme Universitaire de

Réparation Juridique du Dommage Corporel – Paris V

Diplôme Universitaire de Dermatologie-Vénérologie de la muqueuse buccale -
Paris V

Diplôme Universitaire de Cancérologie des Voies Aéro-Digestives Supérieures –
Lyon I

Master II de Droit de la santé appliqué à l'Expertise en Odonto-Stomatologie

Expert près la Cour d'Appel de Douai

Responsable de l'Unité Fonctionnelle Odontologique du C.H de Boulogne-sur-Mer

Je suis honoré que vous ayez accepté sans hésitation de siéger en tant que membre invité de mon jury. Je vous remercie sincèrement pour la confiance que vous m'avez accordée et pour l'accueil que vous m'avez réservé au sein de votre service. C'est en partie grâce à vous que je suis ici aujourd'hui, et je vous en suis profondément reconnaissant.

Merci de m'avoir conforté et encouragé dans mes choix et d'avoir contribué à ce que ma pratique me corresponde au mieux.

Veuillez trouver dans ce travail le témoignage de ma profonde considération et de mon plus grand respect.

TABLE DES MATIERES

I. INTRODUCTION	1
II. PRÉ-REQUIS EN VUE D'UNE CHIRURGIE D'AMÉNAGEMENT TISSULAIRE	4
2.1. La santé parodontale : définition	4
2.2. La maladie parodontale : définition	5
2.3. Contre-indications à la chirurgie implantaire	6
2.3.1. Contres indications absolues à la chirurgie implantaire	6
2.3.2. Contre-indications relatives à la chirurgie implantaire	7
2.3.2.1. L'âge	7
2.3.2.2. Le diabète	8
2.3.2.3. Le tabac	8
2.3.2.4. L'ostéoporose traitée par biphosphonates :	8
2.3.2.5. La maladie parodontale :	9
2.3.2.6. L'hygiène bucco-dentaire et les foyers infectieux :	9
2.3.2.7. Traitement par radiothérapie < 30 Gy	9
2.3.2.8. Traitement par chimiothérapie.....	9
2.3.2.9. Contre-indication liée au site implantaire :	10
2.4. Analyse prothétique préalable	10
2.5. Les dimensions nécessaires pour la mise en place d'un implant	11
2.5.1. Au niveau gingival	11
2.5.2. Au niveau osseux	12
III. AMENAGEMENT OSSEUX PRÉ-IMPLANTAIRE	15
3.1. Classification de Cawood et Howell	15
3.2. Les matériaux.....	16
3.2.1. Les substituts osseux.....	16
3.2.2. Les concentrés plaquettaires	18
3.2.2.1. Platelet-rich-fibrin : Le PRF	18
3.2.2.2. Le i-PRF.....	19
3.2.3. Les membranes de collagène	19
3.2.4. Les membranes non résorbables.....	20
3.2.5. Les grilles titane.....	21
3.3. Les techniques chirurgicales	22
3.3.1 Techniques chirurgicales pour la Classe II : post-extraction	22

3.3.1.1. Comblement osseux post-extractionnel	23
3.3.1.2. Utilisation du PRF (fibrine riche en plaquettes)	24
3.3.1.3. Les techniques combinées :	25
3.3.2. Techniques chirurgicales pour la Classe IV : crête en lame de couteau	27
3.3.2.1. La régénération osseuse guidée : ROG	27
3.3.2.2. Évolution de la ROG, la « sausage technique »	28
3.3.2.3. L'expansion par corticotomies ou bone splitting horizontal	29
3.3.3. Techniques chirurgicales pour la classe V et VI : crête plate ou concave avec atteinte de l'os basal	32
3.3.3.1. La ROG avec membrane renforcée ou grille titane	32
3.3.3.1.1. Protocole d'utilisation de la membrane renforcée	33
3.3.3.1.2. Protocole d'utilisation de la grille titane	34
3.3.3.1.3. Cas particulier de la technique « tenting screw » ou « fast GBR » (Guide Bone Regeneration)	36
3.3.3.2. La greffe d'apposition.....	37
3.3.3.2.1. La greffe d'apposition en bloc ou greffe en facette.....	40
3.3.3.2.2. La greffe d'apposition d'os particulaire ou par coffrage de Khoury	42
3.3.3.2.3. Variante : la technique en double coffrage	44
3.3.3.3. La greffe en inlay/sandwich	45
3.3.3.4. La distraction osseuse	47
3.3.3.5. Approches chirurgicales du nerf alvéolaire inférieur	49
3.3.3.6. Le sinus lift par voie latérale	53
3.3.3.7. Le sinus lift par voie crestale	57
3.3.3.7.1. Technique décrite par Summers	57
3.3.3.7.2. Technique modifiée par Lazzara	58
3.3.3.7.3. Technique modifiée par Fugazzotto	58
3.3.3.7.4. Techniques de pression hydraulique.....	59
3.3.3.7.5. Technique du ballon	61
3.3.3.7.6. Techniques par séquences de forage.....	61

IV. AMENAGEMENT MUQUEUX PRÉ-IMPLANTAIRE..... 64

4.1. Description de la muqueuse buccale 64

4.2. La muqueuse masticatoire..... 65

4.2.1. Le tissu kératinisé

4.2.2. La lamina propria.....

4.3. Les techniques de prélèvement 66

4.3.1. Prélèvement palatin

4.3.1.1. Greffon épithélio-conjonctif	68
4.3.1.2. Greffon conjonctif.....	69
4.3.1.2.1. Greffon épithélio-conjonctif désépithélialisé	70
4.3.1.2.2. La technique de la trappe	70
4.3.1.2.3. La technique de l'incision parallèle	71
4.3.1.2.4. Incision unique : l'enveloppe	72
4.3.2. Prélèvement conjonctif tubérositaire	74
4.3.2.1. Le Distal Wedge.....	74
4.3.2.2. La technique par tranche	76
4.3.2.3. La technique d'incision parallèle	77
4.4. Techniques de gain en hauteur	79
4.4.1. La greffe épithélio-conjonctive	79
4.4.2. Le lambeau déplacé apicalement.....	81
4.5. Technique de gain en épaisseur.....	83
4.5.1. La technique du « rouleau » ou greffe pédiculé de tissu conjonctif	83
4.5.2. La greffe de tissu conjonctif enfoui	86
V. TABLEAUX RÉCAPITULATIFS	89
5.1. Classe II (Cawood et Howell) : techniques post-extractionnelles	89
5.2. Classe IV (Cawood et Howell) : techniques de gain horizontal.....	90
5.3. Classe V et VI (Cawood et Howell) : défauts verticaux et mixtes	91
5.4. Gain en hauteur de tissu kératinisé.....	98
5.5. Gain en épaisseur de tissu kératinisé.....	99
VI. CONCLUSION.....	100
VII. BIBLIOGRAPHIE.....	102
VIII. TABLE DES FIGURES	115

I. INTRODUCTION

Depuis plusieurs décennies, notre alimentation, notre mode de vie et nos habitudes bucco-dentaires ont évolué. L'alimentation moderne, de plus en plus riche en graisses et en glucides, favorise l'apparition de lésions carieuses et en l'absence de soins dentaires entraîne à terme la perte des dents. Le vieillissement de la population y contribue également : les dents s'usent, s'abîment ou se fracturent. L'édentement peut ainsi avoir diverses étiologies : carieuse, parodontale, traumatique ou liée au vieillissement [1].

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé, la moitié de la population mondiale souffre d'affections bucco-dentaires. L'édentement constitue aujourd'hui un véritable handicap, pouvant avoir des répercussions fonctionnelles (difficultés de mastication), esthétiques (altération du sourire), mécaniques (déplacement et migration des dents adjacentes) et générales (perte d'occlusion, douleurs musculaires et articulaires) [2].

Face à cette évolution, la préservation ou le remplacement des dents manquantes est une préoccupation majeure des chirurgiens-dentistes depuis de nombreuses années.

Dès l'Antiquité, on proposait déjà des prothèses amovibles partielles ou totales aux patients. Concernant l'Implantologie, les premiers succès cliniques remontent aux années 1930, lorsque les frères Strock posèrent des implants en Vitalium [3]. Dans les années 1960, Per-Ingvar Brånemark, considéré comme le père de l'Implantologie moderne, mit en évidence le concept d'ostéointégration. Ses travaux ont permis de perfectionner les techniques chirurgicales, de mieux comprendre la physiologie osseuse et d'adapter le choix des matériaux [3].

Aujourd'hui, l'Implantologie est devenue le gold standard en réhabilitation prothétique, offrant confort (absence de volume prothétique amovible) et esthétique, tout en préservant les tissus. Elle nécessite cependant une analyse pré-implantaire rigoureuse, tenant compte des processus de cicatrisation.

L'analyse pré-implantaire repose sur la connaissance de l'anatomie et de la physiologie des mécanismes de cicatrisation osseuse et muqueuse. Un examen clinique et radiologique complet permet d'évaluer les volumes et la densité osseuse, ainsi que les structures anatomiques voisines. L'anamnèse complète cette analyse en renseignant l'état de santé général du patient et les éventuelles contre-indications chirurgicales.

Malgré toutes les précautions prises lors de cette analyse pré implantaire et lors de la pose des implants, certaines complications peuvent survenir, notamment les maladies péri-implantaires.

Les maladies péri-implantaires regroupent la mucosite péri-implantaire et la péri-implantite. Leur étiologie principale réside dans la perturbation de l'homéostasie hôte-biofilm au niveau de l'interface implant/muqueuse [4].

La mucosite péri-implantaire est un état réversible se caractérisant par :

- Des signes cliniques d'inflammation : saignement au sondage, érythème, gonflement, suppuration,
- Un saignement et/ou une suppuration lors du sondage doux avec ou sans augmentation de la profondeur de sondage (Figure 1a),
- Une absence de perte osseuse au-delà des modifications liées au remodelage osseux physiologique initial (Figure 1b) [4].

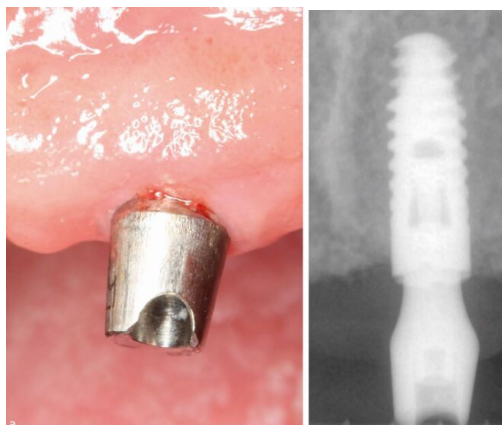


Figure 1 : a) Photographie endo buccale d'une mucosite péri-implantaire avec saignement au sondage, b) Radiographie rétro alvéolaire sans perte osseuse [5]

La péri-implantite est une inflammation sévère des tissus caractérisée par :

- La présence de signes cliniques d'inflammation : saignement au sondage, érythème, gonflement, suppuration [4],
- Un saignement et/ou une suppuration lors du sondage doux,
- Une augmentation de la profondeur de sondage par rapport aux examens précédents (Figure 2a),
- La présence d'une perte osseuse au-delà des modifications liées au remodelage physiologique initial (Figure 2b) [6].

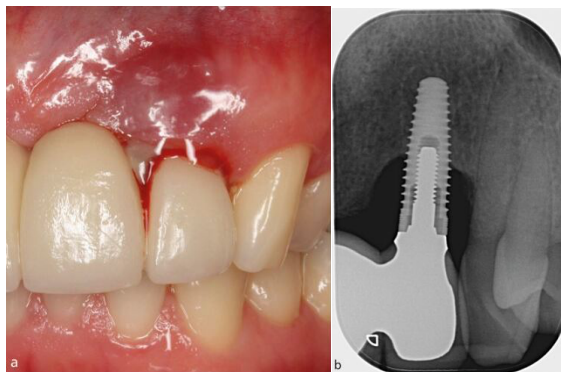


Figure 2 : a) Photographie endo buccale d'une péri-implantite centrée sur 22 avec présence de signes d'inflammation et suppuration avec sondage > 6 mm b) Radiographie rétro-alvéolaire centrée sur 22 avec résorption osseuse marginale > 3 mm [5]

Ces échecs implantaires peuvent être liés :

- Au patient :

Hygiène orale insuffisante, antécédents parodontaux, absence de suivi thérapeutique, maladies systémiques (diabète), tabac. L'association de ces facteurs de risque accroît les risques d'échecs et doivent être maîtrisés [7,8].

- A l'implant ou à la prothèse :

L'absence de tissus kératinisé induit une augmentation de l'indice de plaque, de l'indice gingival, le risque de récessions et une perte d'attache. Le positionnement inadapté sur la crête édentée, les surcharges, le design du profil d'émergence, le rapport couronne/implant, l'état de surface, les fusées de ciment, sont des facteurs de risque d'échecs implantaires [9].

Afin de limiter ces échecs et d'être dans de meilleures conditions tissulaires, il est parfois nécessaire de devoir aménager l'environnement osseux et muco-gingivale.

Les objectifs de ces aménagements tissulaires sont :

- Au niveau osseux :

Assurer une épaisseur et une hauteur suffisantes autour de l'implant, préserver les éléments anatomiques (nerf alvéolaire inférieur, sinus maxillaire...) et optimiser le rendu esthétique de la future prothèse [10].

- Au niveau muco-gingival :

Augmenter la hauteur et/ou l'épaisseur de tissu kératinisé (TK) afin de faciliter l'hygiène et réduire la perte osseuse marginale et l'exposition des spires de l'implant. L'apport de tissu de soutien renforce le site face aux agressions physiques et mécaniques extérieures [9].

Ces aménagements visent à créer des conditions optimales pour la chirurgie implantaire et ainsi assurer la longévité de la prothèse.

L'objectif de ce travail est donc de détailler les techniques chirurgicales pré-implantaires les plus utilisées en vue d'un aménagement osseux et muqueux. Il prendra en compte la description de l'ensemble des matériaux utilisés ainsi que les différentes techniques en fonction des types de résorption.

II. PRÉ-REQUIS EN VUE D'UNE CHIRURGIE D'AMÉNAGEMENT TISSULAIRE

2.1. La santé parodontale : définition

Avant tout projet implanto-prothétique, la cavité buccale doit être exempte de toute inflammation d'origine bactérienne.

Aujourd'hui on distingue deux types de santé parodontale :

- Patient sans antécédent de parodontite : parodonte intact, sans perte d'attache clinique ni perte osseuse.

- Patient avec parodonte sain mais réduit : avec ou sans antécédent de parodontite. Il existe une perte d'attache sans inflammation.

La santé parodontale sur parodonte intact ou réduit sans antécédent de parodontite, se définit par un saignement au sondage (BoP) < 10% et une profondeur de sondage (PS) \leq 3mm.

Chez un patient avec antécédent de parodontite, la PS ne doit pas dépasser 4 mm avec absence de saignement [11].

En effet, intervenir sur un site infecté ou en l'absence d'un bon contrôle de plaque, augmente considérablement le risque de complications, de rejet de greffe et d'échec prothétique [8].

2.2. La maladie parodontale : définition

La maladie parodontale regroupe toutes les autres situations en dehors de la santé parodontale. Elles se caractérisent par une dysbiose bactérienne entraînant une rupture de l'homéostasie hôte-flore, responsable d'une réaction immuno-inflammatoire.

Elle inclut :

- La gingivite : inflammation réversible des tissus gingivaux,
- La parodontite : inflammation chronique avec atteinte irréversible du parodonte profond.

La prise en charge de ces pathologies nécessite un entretien approfondi avec le patient afin de comprendre son motif de consultation, évaluer sa motivation et l'amener à prendre conscience de la maladie. Stabiliser la maladie parodontale est un prérequis avant tout acte de chirurgie implantaire ou pré-implantaire.

Les facteurs de risque, qu'ils soient locaux ou généraux, doivent être maîtrisés. Enfin, les objectifs du traitement parodontal sont :

- Le rétablissement d'une symbiose bactérienne,
- La résolution de l'inflammation et le contrôle des facteurs de risque,
- L'obtention d'un parodonte sain.

2.3. Contre-indications à la chirurgie implantaire

L'entretien médical initial, complété par un questionnaire précis, permet de recueillir les antécédents médicaux, dentaires et chirurgicaux du patient. Cette étape est fondamentale pour repérer les contre-indications qu'elles soient absolues ou relatives afin d'éviter toute situation à risque.

2.3.1. Contres indications absolues à la chirurgie implantaire

Certaines situations médicales représentent des contre-indications absolues à la chirurgie implantaire avec une balance bénéfice/risque défavorable. Elles doivent être évaluées avec rigueur :

- Infarctus récent : moins de 6 mois,
- Insuffisance cardiaque sévère,
- Cancer en évolution,
- Toxicomanie,
- Atteintes du métabolisme osseux : ostéomalacie, maladie de Paget, ostéogenèse imparfaite,
- Déficits immunitaires congénitaux ou acquis,
- Traitements immunosuppresseurs ou corticothérapie prolongée :
 - o Durée > 8 jours
 - o Posologie > 10 mg/j d'équivalent Prednisolone
- Affection nécessitant ou susceptible de nécessiter une transplantation d'organe,
- Irradiation des maxillaires > 30 Gy dans les sites à traiter,
- Maladie psychiatrique sévère,
- Traitement par biphosphonates dans un contexte de cancer malin [12].

Dans ce cas, la réhabilitation prothétique devra alors reposer sur une solution autre qu'implanto-portée.

2.3.2. Contre-indications relatives à la chirurgie implantaire

Les contre-indications relatives désignent des situations dans lesquelles la réalisation d'un acte médical ou chirurgical n'est pas formellement interdite, mais présente un risque accru, lié soit à l'état général du patient, soit aux caractéristiques locales du site opératoire [13].

Dans ce contexte, il est nécessaire de mettre en œuvre des précautions spécifiques, d'évaluer rigoureusement la balance bénéfice/risque, et de procéder à une prise en charge préalable visant à corriger ou stabiliser la situation clinique.

L'appréciation de ces contre-indications doit toujours être réalisée en tenant compte du contexte global du patient. Une concertation préalable avec le patient pour l'informer des risques, ainsi qu'avec le médecin traitant, est indispensable afin d'optimiser la décision thérapeutique.

2.3.2.1. L'âge

Chez le sujet jeune, il est recommandé d'attendre la fin de la croissance osseuse avant toute mise en place implantaire. Cette maturité correspond à :

- Une croissance staturale $< 0,5$ cm/an,
- Ou l'absence de modification sur deux téléradiographies réalisées à 6 mois d'intervalle [14].

Implanter avant la fin de la croissance expose à certaines complications, notamment à des décalages palatins ou verticaux lors de la poursuite du développement osseux du massif facial. Par prudence, il est souvent conseillé d'attendre entre 20 et 25 ans pour réduire ce risque.

Certains paramètres doivent également être pris en compte :

- Le sexe (la croissance s'achève plus tôt chez les filles),
- Le type de croissance (verticale ou horizontale),
- La ligne du sourire et la position de l'implant [14].

En revanche, l'âge avancé ne constitue pas une contre-indication à la pose d'implants [13].

2.3.2.2. Le diabète

Un diabète équilibré (hémoglobine glyquée < 7 %) impacte faiblement le potentiel de cicatrisation osseuse.

En revanche, un diabète non équilibré, entraîne une hyperglycémie chronique, induisant une ostéopénie. Ce phénomène agit principalement au niveau de l'endoste et de l'os trabéculaire, provoquant :

- Une diminution de la formation osseuse,
- Une augmentation de la résorption osseuse.

La cicatrisation est également altérée dans ce contexte. Un diabète mal contrôlé compromet l'ostéointégration de l'implant et augmente le risque de péri-implantite. Cependant, la mise en place d'implants reste envisageable si un suivi rigoureux de la maladie et un contrôle parodontal régulier sont assurés [13,15].

2.3.2.3. Le tabac

La fréquence de consommation constitue un facteur déterminant : l'inflammation et la vaso-constriction induite par les composants du tabac altère la cicatrisation et compromet la vascularisation osseuse, éléments essentiels à une ostéointégration optimale.

Les études montrent que le taux d'échec implantaire est environ deux fois plus élevé chez les fumeurs par rapport aux non-fumeurs [13,16]. Chez le patient fumeur, il est conseillé d'arrêter la consommation une semaine avant l'intervention jusqu'à deux mois après la pose de l'implant [17]. Plus la consommation est importante, plus le risque d'échec implantaire augmente, c'est pourquoi le sevrage tabagique complet doit donc être à chaque fois recherché tant pour la santé du patient que pour le projet implantaire [13].

2.3.2.4. L'ostéoporose traitée par biphosphonates :

Le principal risque associé aux traitements anti-résorptifs (tels que le Dénosumab®) est l'ostéonécrose des maxillaires. Ces thérapeutiques ont pour objectif de réduire et ralentir le remodelage osseux, ce qui compromet la cicatrisation après un acte chirurgical.

Plusieurs notions seront à prendre en compte comme le type de molécule, le dosage et la durée du traitement (avec un risque accru au-delà de 4 ans)

Une concertation avec le médecin prescripteur est fortement recommandée afin d'évaluer la balance bénéfique/risque au cas par cas [13,18].

2.3.2.5. La maladie parodontale :

Les patients atteints de maladie parodontale présentent une susceptibilité accrue aux maladies péri-implantaires, ce qui complique la pose d'implants. Par conséquent, une prise en charge complète des maladies parodontales ainsi que la gestion des facteurs de risque doivent impérativement être réalisés avant d'envisager une prise en charge implantaire [8].

2.3.2.6. L'hygiène bucco-dentaire et les foyers infectieux :

La nécessité d'un bon contrôle de plaque permet de réduire la charge bactérienne et de rétablir l'homéostasie hôte/bactérie. Une éducation à l'hygiène orale devra être entreprise avant tout traitement si la situation l'oblige. L'ensemble des soins doit être réalisé avant la pose d'un implant. Il est essentiel de traiter toute dent nécrosée, infection péri-apicale ou dent en désinclusion afin de limiter le risque de bactériémie, facteur pouvant compromettre la réussite implantaire [8].

2.3.2.7. Traitement par radiothérapie < 30 Gy

Chez les patients traités par radiothérapie, il est important de se renseigner sur la cartographie des radiations reçues.

Aucune précaution particulière concernant le risque d'ostéoradionécrose (ORN) n'est requise si la dose d'irradiation est inférieure à 30 Gy.

La pose d'implants dentaires doit être programmée au minimum 6 mois après la fin de la radiothérapie [19].

2.3.2.8. Traitement par chimiothérapie

La pose d'implants peut être réalisée 60 jours après la dernière séance de chimiothérapie, et la reprise de la chimiothérapie est possible 60 jours après la pose du dernier implant [20].

Une numération formule sanguine (NFS) devra être réalisée avant chaque intervention à risque afin d'évaluer le taux de polynucléaires neutrophiles (PNN)

chez ces patients. Il est tout de même préférable, si possible, d'attendre la phase de rémission pour intervenir [20].

2.3.2.9. Contre-indication liée au site implantaire :

Dans la majorité des cas, en dehors des situations de parodontite active ou de soins à réaliser, cette contre-indication survient lorsque le volume osseux ou l'espace disponible est insuffisant pour la pose d'un implant.

Dans ce cas, un traitement orthodontique ou un aménagement tissulaire pré-implantaire peut être envisagé [21].

De nombreuses précautions doivent être prises, notamment une analyse rigoureuse du questionnaire médical ainsi que des examens complémentaires (radiographie panoramique, CBCT (Cone-Beam Computed Tomography)). Une communication interprofessionnelle efficace permettra de maximiser les chances de succès du projet implantaire.

2.4. Analyse prothétique préalable

Avec les avancées technologiques et informatiques, la planification implantaire est devenue une étape incontournable. Elle désigne l'ensemble des démarches diagnostiques, analytiques et techniques entreprises avant la pose d'un implant, afin de déterminer avec précision son emplacement, son angulation, sa profondeur ainsi que le nombre d'implants nécessaires. Cette planification repose sur les objectifs prothétiques, l'anatomie du site et les caractéristiques osseuses (qualité et quantité). Elle permet de garantir une restauration durable, fonctionnelle, esthétique et biologiquement intégrée [22].

L'utilisation de guides chirurgicaux, notamment dans les cas complexes, permet de transférer fidèlement la planification virtuelle à la réalité clinique, assurant un positionnement implantaire conforme aux impératifs prothétiques. Cette approche est particulièrement précieuse dans les cas d'édentements totaux, où une prothèse transitoire peut être mise en place immédiatement après la pose des implants, respectant les critères occlusaux essentiels (calage, centrage, guidage) et réduisant significativement la période d'édentement [23].

En revanche, une planification insuffisante ou absente peut entraîner des complications :

- Récessions gingivales,
- Position vestibulaire du puits de vis liée à un axe implantaire inadapté,
- Fractures de vis ou de céramique, souvent liées à une mauvaise analyse occlusale et fonctionnelle [24].

Il ne s'agit donc plus de placer les implants simplement là où l'os le permet, mais d'aménager un environnement osseux et muqueux propice à l'axe prothétique définie en amont.

2.5. Les dimensions nécessaires pour la mise en place d'un implant

2.5.1. Au niveau gingival

Un implant est une vis artificielle, le plus souvent en titane de type IV (TICP : titane commercialement pur). Lorsqu'une dent est extraite, l'os alvéolaire ainsi que la gencive qui la recouvre se résorbent progressivement, ne laissant que l'os basal. Ce même phénomène peut se produire autour des implants si les conditions au niveau des tissus péri-implantaires ne sont pas respectées [25].

Concernant les tissus mous, la gencive kératinisée est particulièrement résistante aux agressions mécaniques (brossage, aliments, mastication) et thermiques. Elle offre également une meilleure protection contre les agressions bactériennes que la muqueuse alvéolaire. En effet, la qualité des hémidesmosomes est supérieure au niveau du tissu kératinisé [26].

Si le volume de tissu kératinisé est insuffisant, plusieurs phénomènes peuvent apparaître :

- Une inflammation plus importante, liée à un moins bon contrôle de plaque,
- Une récession tissulaire pouvant exposer les spires de l'implant,

- Une perte osseuse marginale accrue ne maintenant plus une hauteur suffisante des tissus supra-crestaux [27].

La hauteur des tissus supra-crestaux est généralement constante, mesurant entre 3 et 4 mm. Elle se compose d'environ 2 à 2,2 mm de tissu épithélial et de 1,1 à 1,7 mm de tissu conjonctif adhérent [28]. L'épaisseur moyenne est d'environ 2 mm, répartie en 0,5 mm d'épithélium et 1,5 mm de tissu conjonctif (Figure 3) [29].

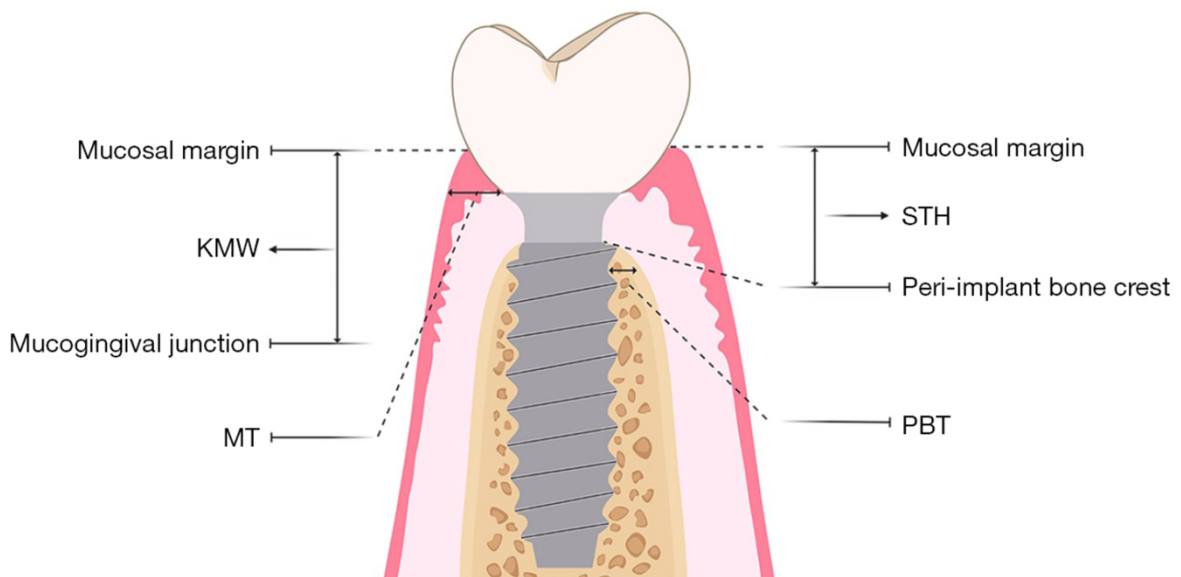


Figure 3 : Schéma du phénotype péri-implantaire, KMW : keratinized mucosa width; MT : mucosal thickness; STH : supracrestal tissue height; PBT : peri-implant bone thickness [29]

Aujourd'hui, afin de limiter l'inflammation et le risque de récession, il est recommandé de disposer d'au moins 2 mm de tissu kératinisé autour des implants. Bien que cette norme reste controversée, une quantité suffisante de tissu kératinisé à elle seule ne suffit pas à prévenir le risque de péri-implantite [30].

2.5.2. Au niveau osseux

Le remodelage osseux physiologique correspond à une adaptation des tissus supra-crestaux, maintenant une hauteur suffisante de tissu conjonctif et épithélial permettant d'assurer la santé péri-implantaire, au détriment de l'os sous-jacent. Le remodelage osseux physiologique peut également être lié au système de connexion entre l'implant et le ti-base de la couronne.

Afin de limiter cette résorption marginale, le concept de *switching platform* apparaît, il consiste à éloigner la jonction pilier-implant de la crête osseuse en utilisant un pilier prothétique de diamètre inférieur à la plateforme de l'implant [31].

Les techniques actuelles tendent à modifier et adapter les structures osseuses afin de positionner les implants dans une situation idéale pour la réhabilitation prothétique. Grâce à la planification implantaire et aux techniques de reconstruction osseuse, il est désormais possible de se rapprocher de l'axe idéal pour la pose de l'implant.

L'os alvéolaire naît, vit et meurt avec la dent. Selon la loi de Wolff, il répond aux sollicitations mécaniques auxquelles il est soumis. Après extraction, un processus de remodelage osseux, ou cicatrisation alvéolaire, se met en place. Cette résorption survient principalement dans les 6 premiers mois, entraînant une perte moyenne de crête de 40 % en hauteur et 60 % en largeur. Une paroi vestibulaire < 1 mm entraîne une résorption verticale médiane de 7,5 mm, tandis qu'une épaisseur > 1 mm limite cette résorption à 1,1 mm [32].

Le bon positionnement de l'implant vise à optimiser les conditions osseuses pour sa pérennité et permettre d'aménager les tissus mous lors de la pose de la couronne. La position de l'implant par rapport aux dents adjacentes ou aux autres implants influence directement la création de la papille interdentaire, véritable défi esthétique. Plus la paroi osseuse est fine, plus la résorption est importante. Il est donc indispensable d'anticiper ces phénomènes et de maintenir une épaisseur osseuse minimale autour des implants. Les études recommandent au moins 2 mm d'os tout autour de l'implant pour limiter la résorption post-implantation [29].

Entre une dent et un implant (distance D2 représentée sur la Figure 4), une distance minimale de 1,5 mm est préconisée (en *switching platform*) afin de réduire la résorption crestale et favoriser la formation de la papille [33].

Les travaux de Tarnow *et al.* ont montré qu'une distance de 3 à 4 mm entre la face proximale de la dent et le rebord l'implant permet la présence complète de la papille, tandis qu'une distance $\leq 2,5$ mm entraîne souvent son absence en raison d'une compression vasculaire sous le point de contact [34].

En vertical, la distance idéale entre le point de contact et le rebord crestal (distance D1 sur le schéma en Figure 4) est de 3 à 5 mm pour recréer une papille à 100 %. Au-delà de 6 mm, cette formation n'est observée que dans 25 à 40 % des cas [34].

Concernant la distance inter-implantaire (distance D2 sur le schéma en Figure 4), les résultats sont moins consensuels. Certaines études préconisent 2 à 3 mm pour limiter la résorption crestale [35], tandis que Tarnow *et al.* ont observé qu'une distance ≤ 3 mm induit une résorption verticale moyenne de 1,04 mm, contre 0,45 mm lorsque la distance est ≥ 3 mm [36]. D'autres travaux n'ont toutefois pas mis en évidence de différence significative lorsque la distance se situait entre 2 et 4 mm [37].

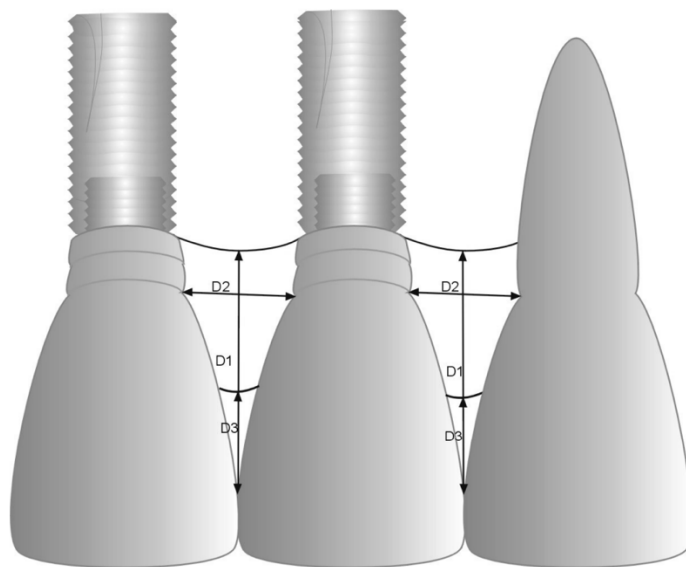


Figure 4 : Schéma des différentes distances entre la base du point de contact et le rebord crestal D1, la distance inter-implant et dent/implant D2 et entre le point de contact et le haut de la papille D3 [34]

Après extraction de deux dents adjacentes, la papille interdentaires disparaît, rendant sa confection difficile. La résorption crestale interdentaire peut alors compromettre l'esthétique en entraînant un *triangle noir* [38]. Ainsi, un positionnement implantaire optimal permet de limiter la résorption post-implantation et de recréer un environnement favorable à la formation de la papille interdentaire qui représente aujourd'hui un enjeu esthétique majeur.

III. AMENAGEMENT OSSEUX PRÉ-IMPLANTAIRE

3.1. Classification de Cawood et Howell

Afin de détailler l'ensemble des techniques chirurgicales permettant d'aménager l'environnement osseux, nous nous appuyerons sur la classification de la résorption osseuse de Cawood et Howell paru en 1988, en excluant la classe I, correspondant aux patients dentés [39].

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

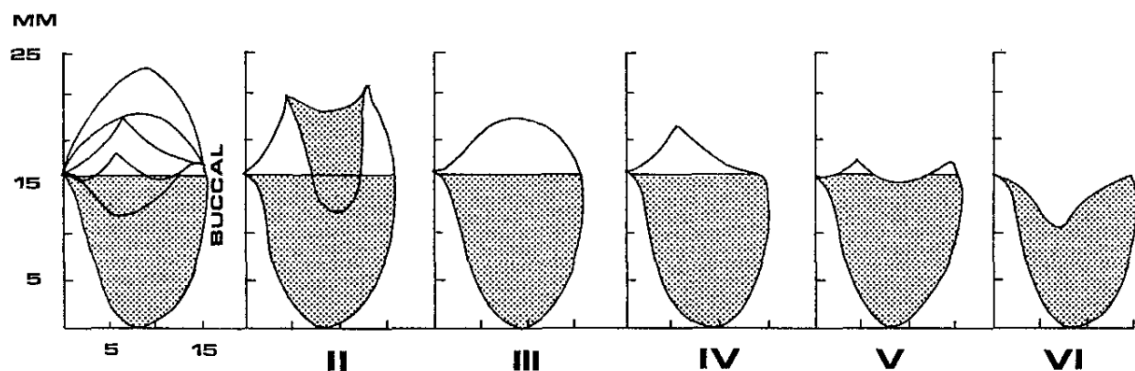


Figure 5 : Exemple de résorption au niveau de la mandibule postérieure selon la classification de Cawood et Howell (1988) [39]

La classe III correspond le plus souvent à une situation idéale, où les volumes osseux sont suffisants dans toutes les dimensions. Pour ces patients un aménagement osseux n'est pas forcément nécessaire.

Pour la classe II, la préservation alvéolaire est un prérequis.

Pour les classes IV, V et V l'analyse clinique permettra d'orienter l'intervention pré-chirurgicale selon qu'un gain en hauteur, en largeur, ou les deux soit nécessaire.

Les objectifs de ces aménagements sont :

- Limiter la résorption osseuse post-extractionnelle,
- Restituer les volumes osseux pour optimiser l'emplacement futur de l'implant,
- Rétablir un rapport couronne/implant favorable.

3.2. Les matériaux

3.2.1. Les substituts osseux

Les matériaux de comblement osseux sont d'origines diverses et permettent de traiter les défauts osseux. Ils se présentent sous différentes formes (grains, blocs). Ces greffons doivent être résorbables afin de permettre la mise en place des processus de néoformation osseuse. Cette régénération s'effectue progressivement au contact direct du matériau.

- Greffe xénogénique [40,41] :

Définition	Avantages	Inconvénients
D'origine animale (bovine, porcine, coraliennne), dévitalisée et déprotéinisée afin de prévenir tout risque infectieux.	Ostéoconducteur, Facilement disponible, Prêt à l'emploi.	Risque de réaction inflammatoire locale, Absence de facteur de croissance (simple support), Risques éthiques ou religieux, Résorption lente : retardant le potentiel complet de régénération osseuse.

- Greffe autogène [40,41] :

Définition	Avantages	Inconvénients
Issue du patient lui-même, prélevé en intra ou extra-oral.	Ostéoconducteur, Ostéoinducteur, Ostéogénique, Pas de transmission de maladies, ni de réactions inflammatoires.	Deux sites opératoires, Allongement du temps chirurgical, Quantité limitée, Risque de complications au niveau du site de prélèvement.

Remarque : Grâce à l'ensemble de ses propriétés biologiques, l'os autogène est considéré comme le matériau de référence lorsque son utilisation est possible.

- Greffe allogénique/allogreffe [40,41] :

Définition	Avantages	Inconvénients
Dérivée d'un donneur humain, généralement prélevé sur des cadavres.	Ostéoinducteur, Ostéoconducteur.	Absence de cellules vivantes, Résorption imprévisible, Accès et normes règlementés, Risque de transmission de maladies infectieuses et immunologiques.

- Greffe alloplastique [40,41] :

Définition	Avantages	Inconvénients
Substituts osseux entièrement synthétisés, ne dérivant ni de l'humain, ni d'animaux.	Ostéoconducteur, Bonne disponibilité.	Absence d'activité biologique, Absence de stimulation de formation osseuse, Doit souvent être combinée à d'autres matériaux, Qualité osseuse obtenue inférieure.

3.2.2. Les concentrés plaquettaires

3.2.2.1. Platelet-rich-fibrin : Le PRF

En 2001, Choukroun a modifié la technique du PRP (Plasma Riche en Plaquettes) pour développer un concentré plaquettaire de seconde génération : le PRF (*Platelet-Rich Fibrin*), ne nécessitant pas l'utilisation d'anticoagulants, conformément à la réglementation française stricte en la matière. Ce concentré, riche en facteurs de croissance et en cellules souches, permet d'accélérer les processus de cicatrisation.

La technique consiste à prélever le sang du patient dans des tubes de 10 ml, puis de les centrifuger à 2700 tours/minute pendant 12 minutes. Cette centrifugation permet de séparer les différents constituants sanguins.

Le PRF est principalement composé de leucocytes, plaquettes, cytokines, le tout intégré dans une matrice de fibrine contenant des protéines plasmatiques. En raison de sa forte teneur en leucocytes, il est qualifié de L-PRF (*Leukocyte- and Platelet-Rich Fibrin*) [42].

À l'issue de la centrifugation, on observe, de haut en bas (Figure 6) :

- Le plasma pauvre en plaquettes (ou plasma acellulaire) en surface,
- Le caillot de fibrine ou PRF au centre,
- Les hématies concentrées dans la partie inférieure [43].

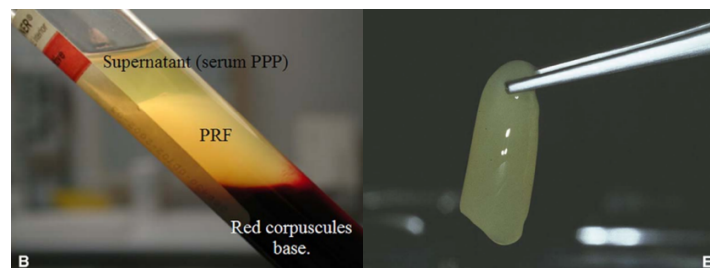


Figure 6 : b) Photographie des différents étages à la sortie de la centrifugation, e) Photographie du PRF sous forme de caillot [43]

Le PRF possède des propriétés hémostatiques, anti-inflammatoires, immunomodulatrices et angiogéniques. Il permet de réduire la douleur post-opératoire et favorise une augmentation de la densité osseuse.

Plusieurs études ont démontré son efficacité, lorsqu'il est utilisé comme matériau de comblement (seul ou en association) [44].

3.2.2.2. Le i-PRF

En 2014, Choukroun a introduit une nouvelle forme liquide du PRF : le i-PRF (*injectable Platelet-Rich Fibrin*). Celui-ci est obtenu par centrifugation de sang veineux, à 700 tours/minute pendant 3 minutes. Mourão *et al.*, a rapporté une autre méthode d'obtention du i-PRF consistant à centrifuger à 3300 tours/minute pendant 2 minutes [45].

Après centrifugation, le i-PRF se présente sous la forme d'un liquide jaune surnageant (Figure 7). Il est prélevé à l'aide d'une seringue, au plus près de la zone rouge, riche en cellules sanguines. Ce concentré reste à l'état liquide durant 15 à 20 minutes, ce qui permet son utilisation immédiate [46].



Figure 7 : Photographie du i-PRF obtenu après centrifugation [45]

Riche en fibrine, plaquettes, leucocytes et facteurs de croissance, le i-PRF stimule et accélère la cicatrisation du site opératoire. Il peut être utilisé seul ou associé à divers biomatériaux.

3.2.3. Les membranes de collagène

Ces membranes, d'origine animale (dérivées de tissus conjonctifs) ou synthétique, ont pour fonction d'empêcher l'invagination des tissus mous dans le

site du défaut osseux. Elles jouent donc un rôle de barrière dans la compétition cellulaire, ou les cellules épithéliales et fibroblastiques prolifèrent plus rapidement que les cellules osseuses. Elles sont biorésorbables, ce qui évite une seconde intervention chirurgicale pour leur retrait [47].

Leur microstructure peut influencer la migration, la prolifération et la différenciation des ostéoblastes. Ces propriétés dépendent notamment de l'orientation et de la morphologie des fibres, de la source du collagène, ainsi que de son degré d'hydrophilie. Les membranes de collagène sont composées d'une surface rugueuse et lisse. La partie rugueuse devra être contre l'os ou au biomatériaux tandis que la surface lisse sera face aux membranes ou aux tissus gingivaux [48].

3.2.4. Les membranes non résorbables

Les membranes non résorbables ont pour but d'empêcher la prolifération des cellules épithéliales ou conjonctives au sein du site de greffe. Elles sont principalement constituées de polytétrafluoroéthylène (PTFE), un matériau biocompatible et stable dans le temps [49]. Plusieurs types de membranes existent, selon leur structure et leur indication clinique :

- e-PTFE (polytétrafluoroéthylène expansé) :

Les membranes en e-PTFE sont flexibles, poreuses et s'adaptent bien aux tissus environnants. Cependant, elles sont sensibles à la colonisation bactérienne et ne doivent pas être exposées, risquant une infection et un échec de la greffe. Elles sont principalement indiquées pour les régénérations osseuses guidées (ROG) de petits défauts horizontaux, lorsque la fermeture berge à berge du site est possible [50].

- d-PTFE (polytétrafluoroéthylène dense) :

Les membranes en d-PTFE, denses et non poreuses, peuvent être laissées à découvert sans risque infectieux. Elles sont imperméables aux bactéries, bien qu'elles présentent une intégration tissulaire moindre. Elles sont particulièrement

indiquées pour la préservation alvéolaire ou dans les sites à risque élevé d'exposition [50].

- Ti-PTFE (PTFE renforcé en titane) :

Ce type de membrane contient une armature interne en titane, conférant une rigidité et une stabilité dimensionnelle. Elle est non résorbable et utilisée dans des interventions chirurgicales complexes, telles que les ROG de grands défauts verticaux et/ou horizontaux. Une seconde intervention est nécessaire pour retirer la structure interne. Ces membranes sont souvent composées d'une couche interne en e-PTFE et d'une couche externe en d-PTFE (Figure 8) [49].



Figure 8 : Schéma d'une membrane renforcée en Ti-PTFE

Source : Geistlich pharma

3.2.5. Les grilles titane

Dans les cas de défauts osseux importants, en particulier verticaux, le succès de la régénération osseuse guidée (ROG) repose sur l'utilisation de membranes de plus en plus rigides. Les techniques actuelles, couplées au développement du numérique, ont permis la conception de grilles en titane personnalisées, fabriquées par ordinateur (Figure 9). La crête est reconstituée virtuellement, et le design de la grille est modélisé pour répondre précisément aux exigences prothétiques et chirurgicales du praticien [51].

Ces grilles sur mesure présentent plusieurs avantages :

- Réduction du taux d'exposition de la grille grâce à des bords arrondis, limitant les contraintes sur les tissus mous,

- Diminution du temps opératoire, car elles ne nécessitent pas de modelage peropératoire, contrairement aux grilles titane conventionnelles.

Elles constituent un support biocompatible avec de bonnes propriétés mécaniques garantissant un maintien spatial efficace. Leur macroporosité favorise la vascularisation du greffon, élément essentiel à la réussite de la régénération [52]. Malgré sa fabrication sur mesure, l'exposition de celle-ci, qu'elle soit précoce ou tardive, est possible et peut entraîner des infections au niveau du site opératoire. Elle compromet ainsi la formation osseuse et peut mener à l'échec de la greffe. Bien que ces grilles tolèrent relativement bien une exposition partielle, une exposition trop précoce ou trop étendue peut nécessiter leur dépose anticipée [53]. Enfin, le titane étant non résorbable, une seconde intervention est nécessaire pour le retrait de la grille.

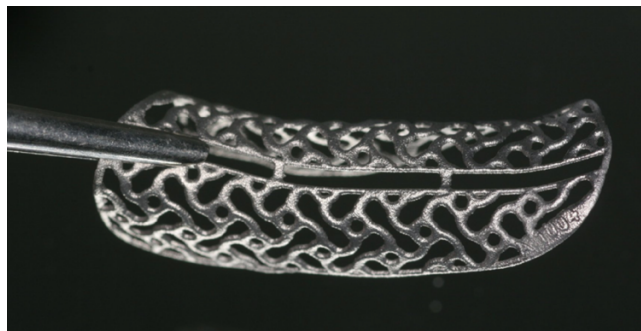


Figure 9 : Photographie d'une membrane en titane personnalisée [54]

3.3. Les techniques chirurgicales

3.3.1 Techniques chirurgicales pour la Classe II : post-extraction

À la suite d'une extraction dentaire, un remodelage des tissus mous et des tissus durs est observé. Ce processus est particulièrement actif au cours des trois premiers mois suivant l'acte chirurgical. Afin de limiter ce phénomène et de préserver l'architecture de la crête alvéolaire, des techniques post-extractionnelles ont été développées. Celles-ci permettent d'intervenir directement au niveau de l'alvéole, en contrôlant le processus de cicatrisation et en maintenant les volumes tissulaires.

3.3.1.1. Comblement osseux post-extractionnel

Cette technique consiste à combler l'alvéole avec des biomatériaux, à condition que celle-ci soit exempte de foyer infectieux et bénéficie d'une vascularisation suffisante provenant des parois latérales et du fond de l'alvéole. Le comblement est réalisé à l'aide des différents types de biomatériaux évoqués précédemment et le site est refermé pour maintenir le biomatériau en place.

La procédure chirurgicale consiste en :

1. Élévation d'un lambeau de pleine épaisseur vestibulaire, avec incisions de décharge mésiale et distale en préservant les papilles proximales, au-delà de la ligne muco-gingivale,
2. Extraction atraumatique de la dent, incluant si nécessaire la séparation des racines afin de préserver un maximum d'os cortical et alvéolaire,
3. Curetage minutieux de l'alvéole pour éliminer tout tissu de granulation et favoriser un saignement au niveau du fond,
4. Comblement de l'alvéole avec le biomatériau choisi,
5. Compactage soigneux du matériau au fond et contre les parois,
6. Fermeture berge à berge pour assurer une cicatrisation de première intention. Une incision en demi-épaisseur peut être ajoutée pour gagner en laxité tissulaire. Des fils non résorbables sont utilisés afin de minimiser l'inflammation du site opératoire [55].



Figure 10 : Schéma d'un comblement osseux post-extraction [47]

La cicatrisation de première intention permet de maintenir les substituts osseux et le caillot de manière stable et durable dans l'alvéole, tout en empêchant l'invagination des tissus mous. Toutefois, cette technique implique une rupture de la

vascularisation et peut entraîner une réduction du tissu kératinisé vestibulaire, en déplaçant la ligne muco-gingivale de façon coronaire.

3.3.1.2. Utilisation du PRF (fibrine riche en plaquettes)

Le PRF peut être utilisé sous plusieurs formes :

- Caillot : directement à la sortie de la centrifugeuse,
- Membrane : le caillot est compressé entre deux plaques incluses dans une boîte à PRF (Figure 11),
- Plug : compressé à l'aide d'un piston dans la boîte à PRF [56].

Après une extraction atraumatique, le site est soigneusement cureté et nettoyé. Selon la forme choisie par le praticien, le PRF est placé dans l'alvéole, puis suturé à la muqueuse libre afin d'assurer sa stabilité (Figure 12).



Figure 11 : Photographie du PRF sous forme de membrane [57]



Figure 12 : Photographie endo buccale centrée sur 46 a) Mise en place du PRF dans l'alvéole, b) Sutures de l'alvéole de l'extraction [57]

L'adjonction de PRF dans l'alvéole d'extraction réduit significativement les modifications dimensionnelles de la crête, comparativement à une cicatrisation naturelle, notamment durant les trois premiers mois post-extraction (Figure 13) [58]. De plus, une meilleure régénération des tissus mous est observée dès la première semaine [59].



Figure 13 : Photographie endo buccale de la cicatrisation à 3 mois post-extraction [57]

Le PRF agit donc pour retarder la résorption osseuse, mais ne peut l'empêcher sur le long terme. Son effet diminue progressivement, et aucune différence significative n'est constatée à six mois par rapport à l'absence de PRF. Sa dégradation s'étale sur 2 à 3 semaines, ce qui entraîne une perte progressive de son rôle de support structural. Pour pallier cette limitation, il est courant de combiner le PRF avec des biomatériaux à base de collagène ou des substituts osseux, afin d'optimiser la régénération osseuse [42].

3.3.1.3. Les techniques combinées :

Il est possible d'associer les biomatériaux aux techniques PRF décrites précédemment.

- Le sticky-bone : substitut osseux + i-PRF (Figure 14) :

Il consiste à mélanger des granules de biomatériaux (idéalement un mélange 50/50 d'os autogène et d'os xénogène [60]) avec de l'i-PRF pour obtenir un matériau ferme et agglutiné. Après prélèvement de l'i-PRF, celui-ci est incorporé dans une cupule métallique avec les granules. En 5 à 10 minutes, le mélange polymérise pour former un agrégat unique, stable et facile à manipuler, emprisonnant toutes les propriétés du i-PRF dans un réseau de fibrine. Cette greffe devient ainsi plus stable dans le défaut osseux et empêche l'invagination des tissus mous [45].

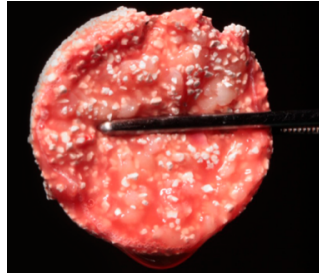


Figure 14 : Photographie d'un sticky-bone une fois polymérisé [61]

Pour stabiliser le Sticky Bone dans l'alvéole, des sutures sont réalisées au niveau du bord libre gingival, sans incision de décharge. Un plug de PRF peut également être ajouté pour assurer une fermeture hermétique du site opératoire. Cette technique est donc particulièrement adaptée au comblement alvéolaire post-extractionnel, permettant de maximiser la cicatrisation, d'optimiser la libération de facteurs de croissance et de ralentir la résorption osseuse alvéolaire [62].

- Substituts osseux + membrane :

Cette technique, proche de la précédente, consiste à introduire le substitut osseux choisi dans l'alvéole, puis à le tasser contre toutes les parois. Le site d'extraction est ensuite fermé hermétiquement à l'aide d'une membrane laissée volontairement exposée et de sutures.

Cette membrane peut être :

- Une membrane en PRF (ou un plug de PRF) suturée à la muqueuse libre,
- Une membrane de collagène (Figures 15).

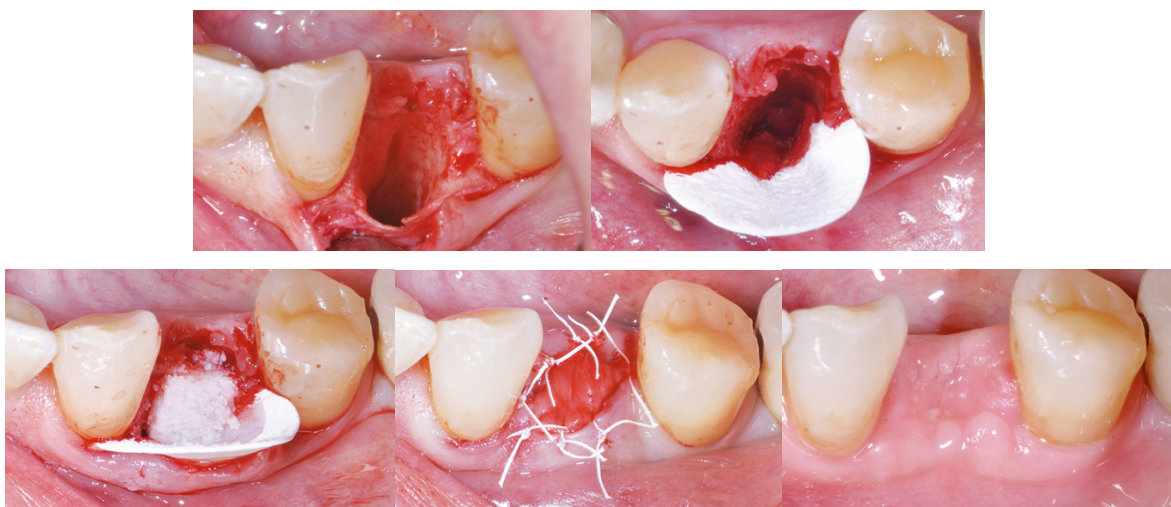


Figure 15 : Photographie endo buccale centrée sur 34 a) Alvéole post-extraction, b) Membrane collagène en place, c) Comblement avec du biomatériau, d) Sutures, e) Post-opératoire à 3 mois [63]

Cette intervention, réalisée sans élévation de lambeau et avec une cicatrisation en seconde intention, permet de préserver la dimension horizontale de l'alvéole. De plus, les auteurs rapportent une quantité de tissu kératinisé vestibulo-lingual plus importante lorsqu'on utilise une cicatrisation de seconde intention [64]. Ainsi, ces techniques de préservation alvéolaire donnent de meilleurs résultats en termes de comblement osseux comparativement à un comblement sans membrane. Elles restent donc le gold standard en terme de préservation alvéolaire.

3.3.2. Techniques chirurgicales pour la Classe IV : crête en lame de couteau

Les patients de classe IV présentent une résorption principalement en largeur, se traduisant par un déficit osseux dans le sens vestibulo-lingual ou vestibulo-palatin. L'objectif principal des greffes décrites est d'expanser la dimension horizontale de la crête. Le déficit horizontal se caractérise par un amincissement du mur alvéolaire accompagné d'une dépression vestibulaire, perceptible à la palpation. Ce défaut est particulièrement marqué dans les cas d'agénésie des dents antérieures [65].

3.3.2.1. La régénération osseuse guidée : ROG

La Régénération Osseuse Guidée (ROG) est une technique chirurgicale dérivée de la régénération tissulaire induite. Son principe repose sur l'isolement des tissus épithéliaux afin de permettre une régénération osseuse sans leur invagination. L'utilisation de membranes sert de barrière contre la prolifération épithéliale, tandis que l'espace à régénérer est maintenu grâce à des biomatériaux. Par la suite, cet espace est colonisé par les cellules osseuses. Les membranes en collagène résorbables sont particulièrement indiquées pour des gains horizontaux purs, car leur rigidité et stabilité sont moindres comparées aux membranes en Ti-PTFE [49]. Pour assurer une régénération prévisible, quatre principes biologiques clés doivent être respectés :

- Une fermeture primaire hermétique,
- Une vascularisation optimale (angiogenèse),

- Le maintien d'un espace régénératif suffisant,
- La stabilité du caillot sanguin dès les premières phases de cicatrisation [49].

3.3.2.2. Évolution de la ROG, la « sausage technique »

En 2017, la technique conventionnelle a évolué grâce à Urban, qui, pour pallier le manque de stabilité des membranes résorbables, a introduit l'utilisation de clous de fixation (pins) pour maintenir la membrane en place. Cette méthode a pris le nom de « sausage technique » [66]. Les résultats de cette étude démontrent un gain osseux supérieur à celui obtenu avec une ROG conventionnelle.

Protocole opératoire de la « sausage technique » (Figure 16) :

1. Incision et décollement du lambeau : un lambeau de pleine épaisseur suffisamment large permet de réduire les tensions lors de la fermeture,
2. Prélèvement d'os autogène : si possible à l'aide d'un Safe Scraper dans une zone éloignée du site greffé,
3. Préparation du site receveur : la décortication médullaire est effectuée en perforant la corticale à l'aide d'un foret ou d'une fraise boule. Cette étape vise à favoriser la vascularisation et l'angiogenèse, indispensables à l'ostéointégration du greffon [67],
4. Mise en place de la membrane et des pins sur le versant interne de la crête.
5. Le mélange d'os autogène et de biomatériaux est compacté sous la membrane, tout le long du site à greffer,
6. La membrane est repliée en vestibulaire, puis pincée en position apicale contre la crête pour assurer un bon maintien,
7. Vérification de la stabilité pour assurer le maintien du caillot et éviter toute fuite de biomatériaux,
8. Gestion de la laxité tissulaire : une incision de décharge en demi-épaisseur, en zone apicale, peut être nécessaire. Le lambeau vestibulaire doit recouvrir le lambeau lingual de 3 à 5 mm afin de minimiser les tensions lors de la fermeture [68],
9. Le site est fermé de manière hermétique à l'aide de points matelassiers et/ou de points simples, assurant une cicatrisation de première intention,

10. Temporisation implantaire : la pose des implants peut être envisagée entre 4 et 8 mois après la procédure de ROG, en fonction du volume osseux obtenu et de la stabilité clinique du site.



Figure 16 : Photographie endo buccale centrée sur 45 a) Visualisation du défaut vestibulaire, b) Membrane résorbable pincée au niveau crestal et mélange os autogène/xénogène placé en vestibulaire, c) Membrane fixée sur la paroi vestibulaire, d) Vue occlusale lors de la pose des implants une fois la greffe prise [54]

3.3.2.3. L'expansion par corticotomies ou bone splitting horizontal

Le principe de cette technique repose sur l'élasticité de l'os cortical, permettant d'écartier les parois osseuses l'une de l'autre de manière contrôlée. Il s'agit donc d'induire une fracture guidée de la corticale, réalisée à l'aide d'ostéotomes. Elle permet de conserver la structure alvéolaire existante, tout en réduisant le nombre de sites d'intervention.

Dans la majorité des cas, la pose des implants est réalisée simultanément, et l'expansion osseuse s'effectue au moment du passage des forets. Lorsque les implants ne sont pas posés dans le même temps opératoire, des vis longues sont utilisées pour traverser la corticale vestibulaire et s'appuyer sur la face interne de la corticale linguale ou palatine, créant ainsi un espace qui sera ensuite comblé avec des biomatériaux, soigneusement tassés [69]. Cette technique requiert une largeur de crête minimale de 2 à 4 mm pour pouvoir être envisagée. Différentes variantes

de corticotomies peuvent être mises en œuvre selon la topographie du défaut osseux et les objectifs de traitement :

- Expansion avec charnière apicale (Figure 17) :

Cette technique consiste à réaliser une corticotomie crestale, accompagnée de deux ostéotomies verticales en mésial et distal, le plus souvent sur le versant vestibulaire. Lorsque la corticale est résistante, la zone apicale (zone charnière) peut être fragilisée à l'aide d'instruments spécifiques. Cela permet de créer un volet osseux vestibulaire mobile, articulé sur une charnière apicale. L'espace obtenu est ensuite comblé à l'aide de biomatériaux [70].

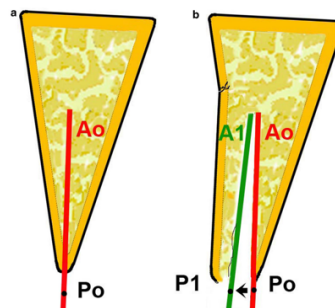


Figure 17 : Schéma d'une corticotomie à charnière apicale, modifiant l'axe (de A0 à A1) et la position cervicale de l'implant (de P0 à P1) [69]

- Translation osseuse (Figure 18) :

Très proche de la technique précédente, elle diffère par l'ajout d'une corticotomie apicale complète, permettant une translation pure du segment vestibulaire, sans charnière. Dans ce cas, la pose de l'implant est différée, le bloc osseux étant maintenu par des vis de fixation, et l'espace intersegmentaire est comblé par des biomatériaux [70].

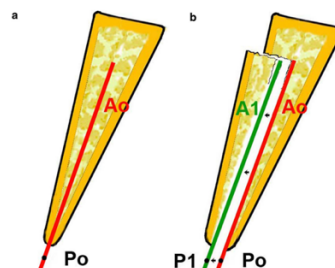


Figure 18 : Schéma d'une translation osseuse par corticotomie, modifiant seulement la position cervicale de l'implant (de P0 à P1) sans modifier l'axe (A0=A1) [69]

- Ostéotomie bi-corticale (Figure 19) :

Plus rarement utilisée au maxillaire, cette technique consiste à réaliser des corticotomies vestibulaires et linguales (ou palatines). L'expansion est symétrique, l'espace est maintenu grâce à des vis de fixation, et comblé avec des biomatériaux [70].

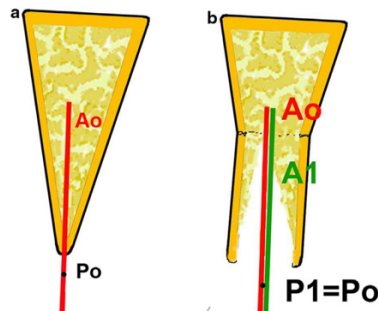


Figure 19 : Schéma d'une ostéotomie bicorticale, ne modifiant ni la position cervicale de l'implant ($P0=P1$) ni son axe ($A0=A1$) [69]

- Ostéotomie en cadre (en "window") (Figure 20, 21) :

Indiquée dans les cas de concavités vestibulaires majeures, notamment dans les situations d'agénésie maxillaire, cette technique implique la réalisation de quatre ostéotomies : deux verticales et deux horizontales. Le volet osseux vestibulaire est mobilisé à l'aide d'ostéotomes, puis fixé selon les mêmes principes que les autres techniques [70].

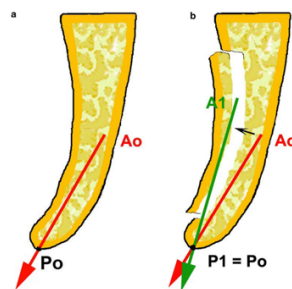


Figure 20 : Schéma d'une ostéotomie en cadre, modifiant l'axe (de $A0$ à $A1$) tout en préservant la position cervicale de l'implant ($P0=P1$) [69]

L'utilisation de la chirurgie piézoélectrique a considérablement réduit la morbidité opératoire, en rendant les ostéotomies plus précises et en limitant les traumatismes tissulaires [71]. Une membrane résorbable peut être placée en position coronaire afin de limiter l'éparpillement des biomatériaux et de favoriser la régénération (Figure 21) [72].

Enfin, la pose simultanée des implants est envisageable si une stabilité primaire suffisante peut être obtenue.



Figure 21 : a) Schéma des corticotomies. Photographie endo buccale centrée sur 35 b) Préparation du site, c) Site recouvert d'une membrane [72]

3.3.3. Techniques chirurgicales pour la classe V et VI : crête plate ou concave avec atteinte de l'os basal

Ce type d'édentement présente à la fois un défaut osseux en hauteur et en largeur, traduisant une résorption globale de la crête alvéolaire. Cette perte de volume se manifeste cliniquement par une réduction de la hauteur de la crête par rapport aux collets des dents adjacentes, ainsi qu'une augmentation de l'espace inter-arcade.

Les principales étiologies de ces défauts verticaux sont :

- La maladie parodontale avancée,
- Les extractions dentaires de longue date,
- Les traumatismes anciens non pris en charge.

L'augmentation osseuse verticale demeure une technique chirurgicale complexe. Parmi les approches les plus efficaces, on retrouve certaines formes d'ostéotomies segmentaires, qui permettent des gains verticaux significatifs, mais au prix d'une morbidité élevée et d'un inconfort important pour le patient. Dans certains cas, le recours à des implants courts peut constituer une alternative thérapeutique fiable, permettant d'éviter une chirurgie d'augmentation verticale, tout en répondant aux impératifs fonctionnels et prothétiques.

3.3.3.1. La ROG avec membrane renforcée ou grille titane

Cette technique reprend les principes de la ROG utilisant des membranes résorbables, mais s'adapte aux défauts verticaux plus sévères en recourant à des

membranes non résorbables renforcées (membrane Ti-PTFE) ou des grilles en titane, plus rigides et plus stables. La rigidité de ces substituts permet de résister aux forces de compression exercées par les tissus mous, maintenant ainsi l'espace nécessaire à la néoformation osseuse. Elles répondent à un cahier des charges bien spécifique :

- Biocompatibilité,
- Activité biologique,
- Propriétés occlusives (véritable barrière cellulaire),
- Facilité de manipulation,
- Adaptabilité à la forme du défaut,
- Tolérance à une exposition éventuelle [49].

3.3.3.1.1. Protocole d'utilisation de la membrane renforcée

Le protocole chirurgical pour la membrane en Ti-PTFE consiste en (Figure 22) :

1. Incision crestale et décollement du lambeau pour exposer le défaut osseux.
2. Découpe et adaptation de la membrane au gabarit du site à traiter,
3. Prélèvement d'os autogène au Safe-scraper si possible et mélange avec le biomatériau choisi (idéalement un 50/50 d'os autogène et xénogène),
4. Perforation de la corticale (décortication) pour stimuler l'angiogenèse (44),
5. Fixation initiale de la membrane sur la corticale vestibulaire ou interne à l'aide de pins ou vis non résorbables,
6. Comblement du défaut osseux avec le mélange os autogène/biomatériau, bien tassé sous la membrane,
7. Repositionnement de la membrane pour recouvrir l'ensemble du greffon, puis fixation sur la corticale opposée,
8. Fermeture hermétique sans tension du site (réalisation possible d'une incision en épaisseur partielle pour gagner en laxité), avec des fils non résorbables,
9. Dépose de la membrane lors de la pose de l'implant, environ 6 mois après la greffe [73].

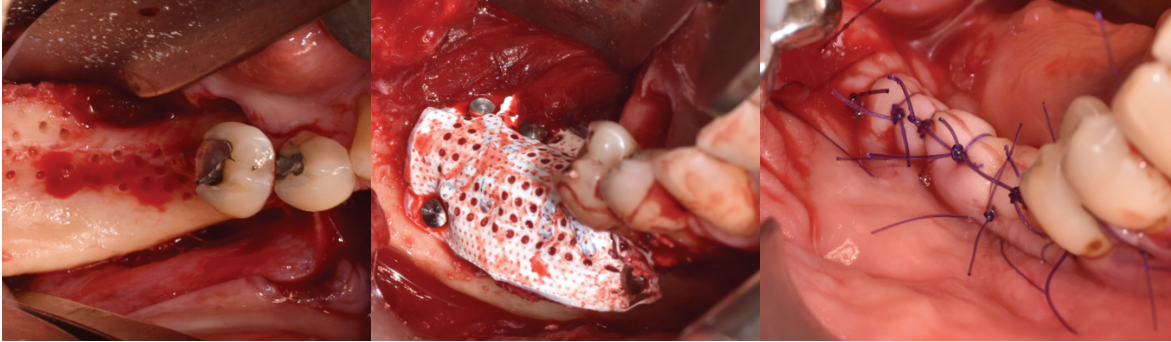


Figure 22 : Photographie endo buccale centrée sur la 45 a) Décortication, b) Membrane renforcée en titane pinsée, c) Site fermé sans tensions

Source : Dr Franck Afota

Des études ont montré des gains osseux verticaux allant de 5 à 7 mm avec l'utilisation de membranes en Ti-PTFE, soulignant leur efficacité dans les reconstructions complexes [73].

3.3.3.1.2. Protocole d'utilisation de la grille titane

Elles peuvent être conçues et façonnées manuellement durant l'intervention chirurgicale ou préformées à l'aide d'un modèle 3D, puis fabriquées par CFAO (Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur) [52].

La technique chirurgicale de la régénération avec grille titane consiste en (Figure 23) :

1. Élévation d'un lambeau muco-périosté pour exposition complète du défaut,
2. Essayage de la grille en titane :
 - Si préfabriquée par CFAO : adaptation immédiate au site.
 - Si conventionnelle : la grille est découpée et modelée manuellement, puis essayée jusqu'à un ajustement optimal.
3. Décortication de la crête pour stimuler l'angiogenèse,
4. Comblement du défaut avec un mélange de biomatériaux,
 - Idéalement un 50/50 d'os autogène et xénogène,
5. Fixation de la grille sur les corticales à l'aide de vis d'ostéosynthèse, en assurant :
 - Une stabilité parfaite,
 - Un remplissage homogène du compartiment régénératif.

6. Fermeture du site sans tension :
 - Au besoin, une incision en épaisseur partielle peut être pratiquée pour gagner en laxité.
7. Recouvrement possible de la grille avec une membrane résorbable en collagène ou en PRF, afin d'améliorer la stabilité du caillot et réduire les risques d'exposition.
8. Dépose de la grille lors de la pose de l'implant, 6 à 8 mois après la greffe.

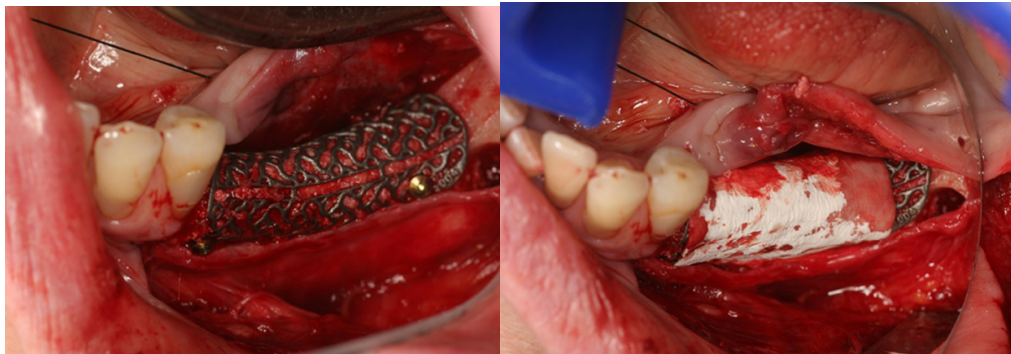


Figure 23 : a) Photographie d'une grille titane remplie d'un mélange autogène/xénogène. Photographie endobuccale centre sur le secteur édenté secteur 3 b) Grille titane fixée sur le site receveur, c) Membrane collagène recouvrant le site [54]

Les patients traités avec des grilles en titane ou des membranes rigides en Ti-PTFE ont présenté des résultats cliniques prometteurs, notamment en terme de gain osseux vertical [74]. Cependant, ces techniques présentent certains inconvénients comme le risque d'exposition de la grille, pouvant compromettre la prise de la greffe et induire une infection locale. Une seconde intervention chirurgicale sera nécessaire comme pour les membranes non résorbables le jour de la pose des implants.

Le choix de telle ou telle technique doit se faire en fonction de l'expérience et la préférence du praticien, du volume et de la taille du défaut, de sa complexité, de sa localisation, du risque d'exposition et de la gestion des tissus mous [75].

3.3.3.1.3. Cas particulier de la technique « tenting screw » ou « fast GBR » (Guide Bone Regeneration)

C'est une technique de régénération osseuse guide qui réside dans l'utilisation de de vis d'ostéosynthèse (tenting screw ou vis de tente) directement vissé dans l'os. Elle fait son apparition en 2010 par Bach Le *et al.* et repose sur deux principes fondamentaux de la ROG :

- Le maintien d'un espace stable pour permettre la néoformation osseuse,
- L'absence de tension sur les tissus mous recouvrant le site greffé [49].

Des vis d'ostéosynthèse sont fixées directement dans la corticale osseuse, en laissant volontairement dépasser leur tête et quelques spires. Ces vis agissent comme des "piquets de tente", permettant de :

- Soutenir la membrane, résorbable ou non,
- Empêcher son affaissement sous la pression des tissus mous,
- Créer un volume stable pour accueillir le biomatériau.

Cet espace est ensuite comblé de biomatériaux le site est recouvert de membrane résorbable ou non. En cas de besoin de stabilité supplémentaire, des plaques d'ostéosynthèse type « mesh en titane » relient les vis entre elles et limitent la compression du site (Figure 24) [76]. De plus en plus décrite dans la littérature, elle devient une solution fiable pour des gains horizontaux principalement. Cependant un suivi des cas reste nécessaire pour définir les limites et risques à long terme de cette technique.



Figure 24 : Photographie endo buccal centrée sur le secteur antérieur maxillaire a) Visualisation du défaut, b) Pose des vis et de la plaque en titane, c) Comblement du site par des biomatériaux

Source : Dr Jérôme Surmenian

3.3.3.2. La greffe d'apposition

Cette technique consiste à prélever un bloc d'os autogène, qui est ensuite modelé à l'image du défaut osseux et fixé à l'aide de vis d'ostéosynthèse pour limiter les micromouvements et assurer la stabilité du greffon. Les avantages biologiques de l'os autogène ont été abordés précédemment et justifient le recours quasi systématique à ce matériau lorsque les conditions cliniques le permettent.

Les sites de prélèvements peuvent être intra oraux ou extra oraux. Les sites intra-oraux (Figure 25) sont indiqués pour des besoins modérés (défaut équivalant à 2 à 4 dents). Ces sites permettent une chirurgie moins invasive que les sites extra-oraux et sont réalisables en pratique quotidienne sous anesthésie locale.

Ils peuvent se faire au niveau de :

- La symphyse mentonnière : prélèvement de part et d'autre de la ligne médiane symphysaire afin de préserver l'esthétique du patient,
- Le ramus mandibulaire : site fréquent, offrant un volume osseux plus important sans impact esthétique [77],
- La région tubérositaire maxillaire : prélèvement spongieux uniquement via un trépan, il permet d'obtenir un volume limité et moins dense.

Les prélèvements extra-oraux sont indiqués lorsque le volume osseux nécessaire dépasse les capacités des sites intra-oraux. Ces techniques sont plus invasives, nécessitent une anesthésie générale et l'intervention d'un second opérateur :

- Calvaria (os pariétal),
- Crête iliaque,
- Ulna,
- Fibula [77].

L'os autogène prélevé est cortico-spongieux, ce qui le rend particulièrement adapté à la reconstruction de reliefs osseux. La corticale assure une résorption lente, maintenant le volume. L'os spongieux favorise une revascularisation rapide et une ostéogenèse efficace [78].

Dans le cadre de ce travail, seule la greffe autogène intra-orale sera étudiée, car réalisable en pratique de cabinet sans recours à une structure hospitalière.

Protocole opératoire

La chirurgie s'effectue en deux temps opératoires :

- Le prélèvement du greffon au niveau du site donneur,
- L'adaptation et la fixation du greffon au niveau du site receveur.

Une analyse préopératoire à l'aide d'un CBCT est indispensable pour évaluer la morphologie osseuse, la topographie du défaut, et localiser les structures anatomiques adjacentes, notamment les racines dentaires, les canaux mandibulaires ou les foramens mentonniers.

1. Préparation du site receveur :

Le lambeau d'accès doit être ample dès le départ afin d'assurer une bonne visibilité du défaut osseux et d'en faciliter l'évaluation.

- Au maxillaire les incisions seront décalées en palatin afin de repositionner le lambeau sur la fibromuqueuse palatine, structure fixe.
- À la mandibule, l'incision sera placée en vestibulaire afin de limiter les tensions post-opératoires par les muscles du plancher buccal.

Le site est ensuite cureté soigneusement afin d'éliminer tout tissu inflammatoire ou fibreux résiduel. Des perforations corticales (décortication) sont réalisées, notamment à la mandibule, pour favoriser la vascularisation du futur greffon. Le défaut est mesuré et le greffon est préparé en conséquence pour assurer un ajustement parfait après modelage.

2. Préparation du site donneur (Figure 25) :

Le prélèvement para-symphysaire (Figure 26) débute par une incision crestale réalisée de 33 à 43, associée à des incisions de décharge. Un abord intramusculaire ou une incision labiale en "V" peuvent être utilisés selon les préférences du praticien. Le prélèvement se fait en dehors de la ligne médiane pour éviter toute altération du profil du patient

Le prélèvement ramique (Figure 27) est réalisé par un accès par incision crestale remontant le long de la ligne oblique externe (similaire à une chirurgie des dents de sagesse) ou via une incision vestibulaire directe.

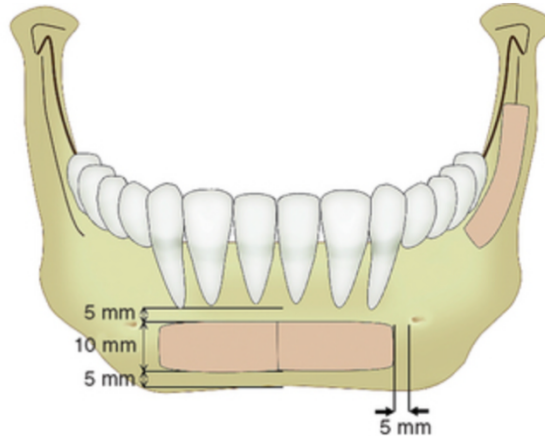


Figure 25 : Schéma montrant les zones de prélèvement symphysaire et ramique à la mandibule [79]

La corticotomie est réalisée à l'aide d'inserts piézoélectriques ou de microscies rotatives sous irrigation, délimitant un bloc osseux rectangulaire précédemment mesuré. Le greffon est ensuite détaché délicatement à l'aide de ciseaux chirurgicaux ou d'ostéotomes courbes. Il est modelé afin de s'adapter le plus possible au site receveur tout en respectant une épaisseur de corticale d'au moins 1 mm. Cela permettra de garantir une résistance mécanique suffisante lors de sa fixation [78]. Pour le prélèvement symphysaire, des marges de sécurité d'au moins 3 mm par rapport aux racines dentaires et de 5 mm par rapport au rebord basilaire et aux foramens mentonniers devront être respectées [80].

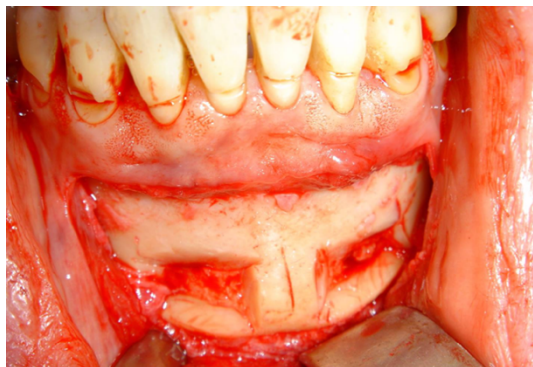


Figure 26 : Photographie endo-buccale montrant un prélèvement para-symphysaire [81]

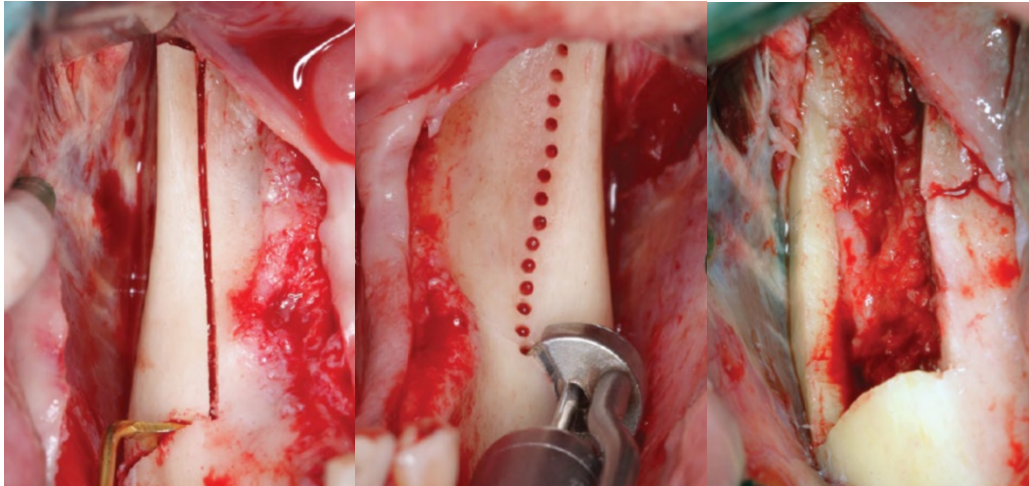


Figure 27 : Photographie endo buccale du prélèvement ramique a) Préparation du greffon ramique avec les inserts piézoélectrique, b) Préparation du greffon avec une micro-scie, c) Exposition partielle du nerf alvéolaire inférieur après luxation du bloc [82]

Le site donneur est rincé aux antiseptiques et un bloc de collagène peut être placé dans la cavité pour favoriser la cicatrisation.

À la symphyse mentonnière, une fermeture en deux plans est recommandée pour résister à la traction musculaire du menton et prévenir les désunions de suture. Un pansement compressif est mis en place en fin d'intervention pendant 48 heures pour réduire l'œdème post-opératoire.

Au ramus, la fermeture est faite en un plan, sans tension, avec des fils non résorbables.

Le prélèvement peut être placé sur le site receveur soit par technique de greffe en bloc, soit par coffrage.

3.3.3.2.1. La greffe d'apposition en bloc ou greffe en facette

Dans cette technique, le greffon est conservé sous sa forme de bloc cortico-spongieux. Une fois le bloc prélevé, il est travaillé et adapté précisément au lit receveur. Après adaptation, le greffon est positionné et fixé sur le site receveur à l'aide de vis d'ostéosynthèse. Il est recommandé d'utiliser au minimum deux vis afin d'éviter tout mouvement ou rotation du greffon. Le site est ensuite rincé aux antiseptiques et les espaces résiduels autour du bloc sont comblés avec de l'os spongieux réduit en copeaux ou des biomatériaux (Figure 28). Pour prévenir tout

risque de perforation du lambeau, les angles vifs du bloc sont soigneusement arrondis à l'aide d'une fraise carbure de tungstène. Une membrane peut être utilisée pour recouvrir le site.

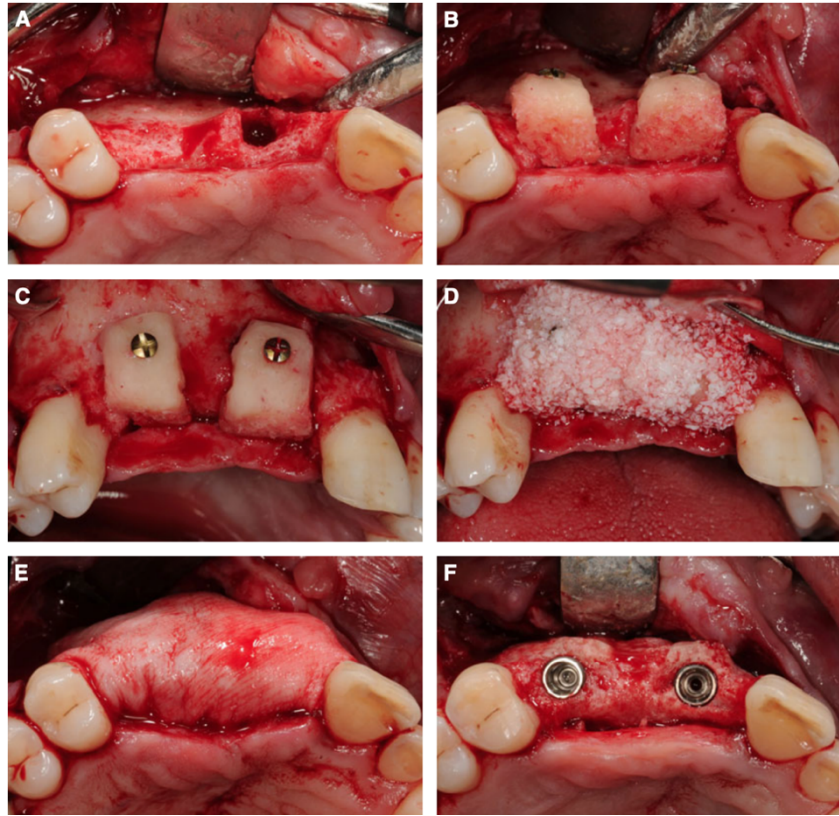


Figure 28 : Photographie endo buccale centrée sur le secteur incisif maxillaire a) Déficit horizontal et vertical maxillaire, b) et c) Bloc autogène symphysaire en selle modelé et vissé sur le site receveur, d) Les blocs sont recouverts de particules osseuses d'origine bovine, e) Mise en place d'une membrane de collagène, f) Pose des implants 6 mois après la greffe [83]

La fermeture du site est réalisée sans tension, à l'aide de fils non résorbables. Cette technique est particulièrement indiquée au maxillaire, où la morphologie de la résorption osseuse (souvent plus horizontale) permet une meilleure adaptation du greffon. De plus, l'absence d'insertions musculaires ou ligamentaires dans cette zone confère une stabilité accrue du site greffé, améliorant ainsi les taux de succès.

La greffe en bloc permet d'obtenir des gains de volume osseux tridimensionnels, tant en hauteur (greffe verticale) qu'en épaisseur (greffe en facette) ou dans les deux sens (greffe en selle). Elle constitue donc une technique intéressante dans les reconstructions complexes en vue d'une réhabilitation implantaire (Figure 29) [83].

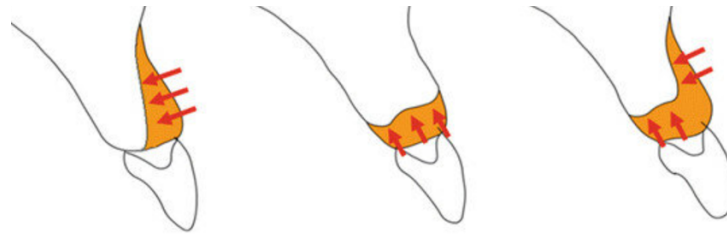


Figure 29 : Schéma des différents types de greffes en bloc a) Greffe osseuse en facette, b) Greffe osseuse verticale, c) Greffe osseuse en selle [84]

Ces greffes peuvent être envisagées dans les cas présentant un espace prothétique augmenté, dans le but de restaurer un rapport couronne/implant favorable et compatible avec les futures restaurations prothétiques. Les greffes horizontales permettent également de reconstruire le volume osseux nécessaire à une occlusion fonctionnelle, tout en contribuant à corriger une éventuelle dysharmonie transversale maxillo-mandibulaire.

3.3.3.2.2. La greffe d'apposition d'os particulière ou par coffrage de Khoury

Décrite par Khoury (1985) [85], cette technique trouve son indication dans les gros défauts osseux à trois parois. Elle repose sur l'utilisation d'un greffon autogène cortical servant de rempart latéral, tandis que l'espace inter-cortical est comblé par des biomatériaux. Le prélèvement du greffon ainsi que la préparation du site donneur sont similaires à ceux de la greffe en bloc.

Le greffon est scindé en deux parties :

- Une partie corticale, qui est affinée tout en conservant une épaisseur suffisante [86],
- Une partie spongieuse, broyée à l'aide d'un moulin à os.

L'originalité de la technique réside dans la préparation du site receveur : des perforations ainsi qu'une tranchée sagittale vestibulaire sont réalisées dans laquelle le greffon est encastré. Une fois le greffon en place, il est fixé par des vis d'ostéosynthèse. Le site est rincé aux antiseptiques puis comblé d'os spongieux autogène, associé éventuellement à un biomatériau selon la taille du défaut (Figure 30). La fermeture est réalisée sans tension, à l'aide de fils non résorbables [78].

Dans cette approche, le bloc autogène joue un rôle de membrane, stabilisant l'os spongieux. Ce dernier, de faible densité, offre une bonne vascularisation et un fort potentiel ostéogénique.

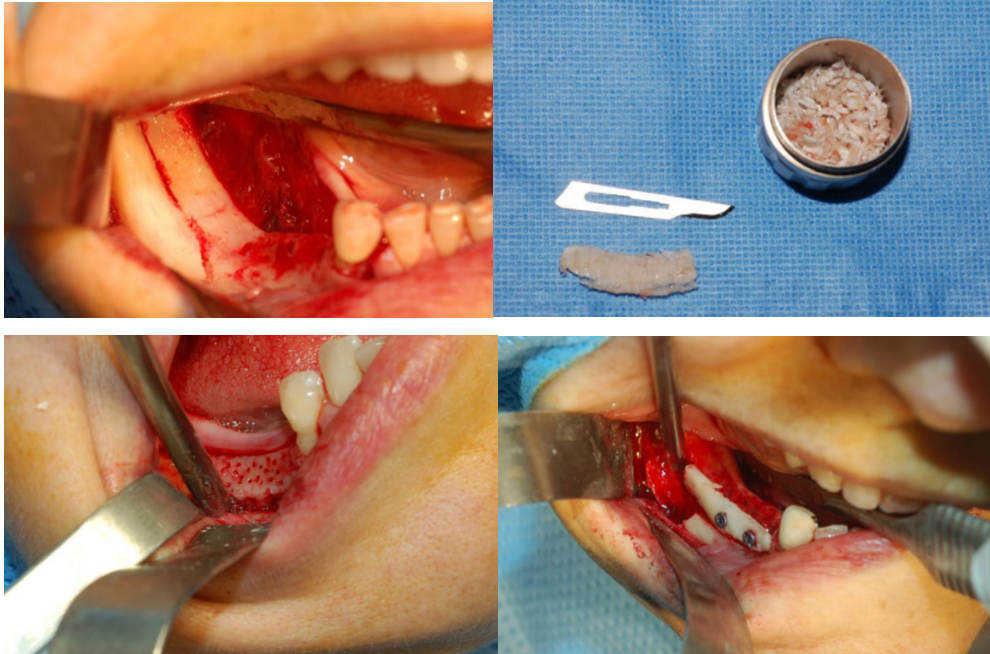


Figure 30 : Photographie endo buccale d'une greffe d'apposition avec prélèvement ramique a) Prélèvement ramique, b) Greffon cortical affiné et os spongieux réduit en copeaux, c) Préparation du site receveur avec tranchée latérale et décortication, d) Ostéosynthèse du rempart latéral dans la tranchée vestibulaire [78]

Selon Bacar (2005), les greffes d'apposition permettent un gain horizontal moyen de 4,3 mm, avec une résorption superficielle estimée entre 0,6 et 0,8 mm (Figure 31) [87]. Cette technique a permis la pose d'implants dans 94,5 % des cas, avec peu d'échecs liés à la résorption. La combinaison avec des membranes résorbables (type PRF ou collagène) montre des résultats prometteurs, bien qu'encore peu documentés dans la littérature [88].

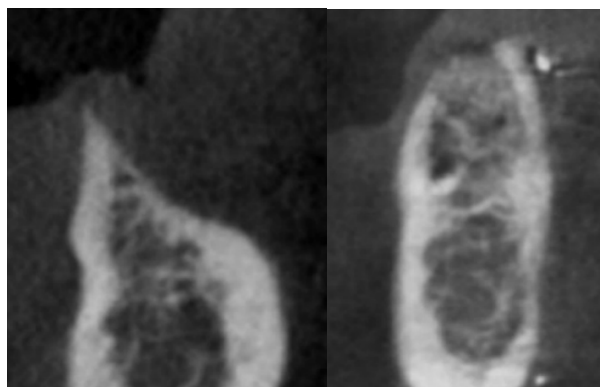


Figure 31 : Coupes frontales du CBCT a) CBCT pré-opératoire (crête étroite mais hauteur conservée), b) CBCT à 4 mois post-opératoire après greffe d'apposition [78]

3.3.3.2.3. Variante : la technique en double coffrage

La technique du double coffrage s'applique dans les cas d'atrophie sévère ou de crête osseuse saillante. Elle consiste à placer deux lamelles corticales : l'une vestibulaire, l'autre linguale/palatine, puis à les transfixer avec des vis d'ostéosynthèse. Le défaut osseux est comblé de la même manière que dans la technique de Khoury avec de l'os spongieux broyé et des biomatériaux (Figure 32). Cette technique permet d'augmenter la crête dans plusieurs dimensions.

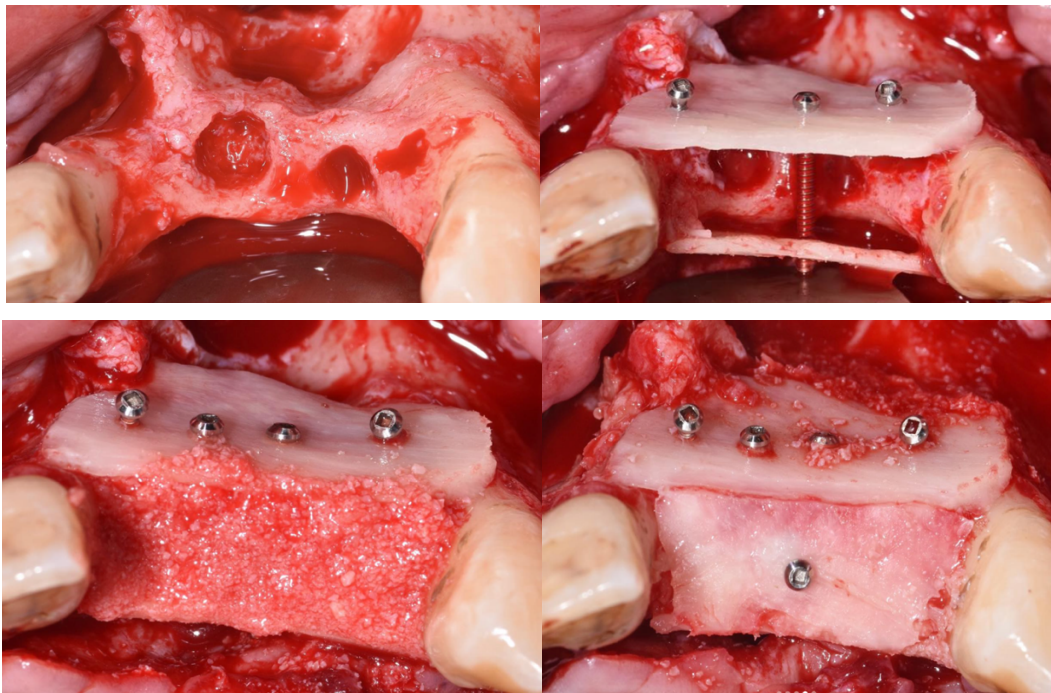


Figure 32 : Photographie endo buccale d'un double coffrage en secteur antérieur maxillaire a) Visualisation du défaut, b) Greffons ramiques transfixés entre eux, c) Comblement avec os xénogénique en sticky-bone, d) Dernier greffon occlusal pour coffrer l'ensemble

Source : Dr Franck Afota

Les principales complications de cette technique incluent :

- Exposition du greffon, souvent liée à un point de suture qui lâche ou à une perforation du lambeau,
- Lésions des racines dentaires,
- Fracture mandibulaire,
- Hémorragie,
- Paresthésies post-opératoires [89].

Dans les cas d'exposition, le gain osseux peut être diminué mais cela n'empêche pas nécessairement la pose des implants.

3.3.3.3. La greffe en inlay/sandwich

Cette technique chirurgicale permet de traiter des défauts osseux exclusivement verticaux, que ce soit au maxillaire ou à la mandibule [77]. Elle est comparable au *bone splitting horizontal*, mais adaptée aux pertes verticales. Le principe repose sur la réalisation d'une ostéotomie vestibulaire sagittale à mi-hauteur de crête, en veillant à préserver le périoste lingual, afin de maintenir la vascularisation indispensable à la survie du segment osseux.

La portion crestale est mobilisée en hauteur et un biomatériau est ensuite intercalé entre les deux segments osseux. L'ensemble est stabilisé à l'aide d'une plaque d'ostéosynthèse vestibulaire et de vis pour maintenir le fragment déplacé en position (Figure 33). Ce type d'intervention est indiqué lorsque le défaut est exclusivement vertical. Elle ne permet pas de corriger un défaut horizontal, d'où la nécessité d'avoir une largeur de crête minimale de 5 mm pour pouvoir envisager la pose d'implants dans un second temps [77].

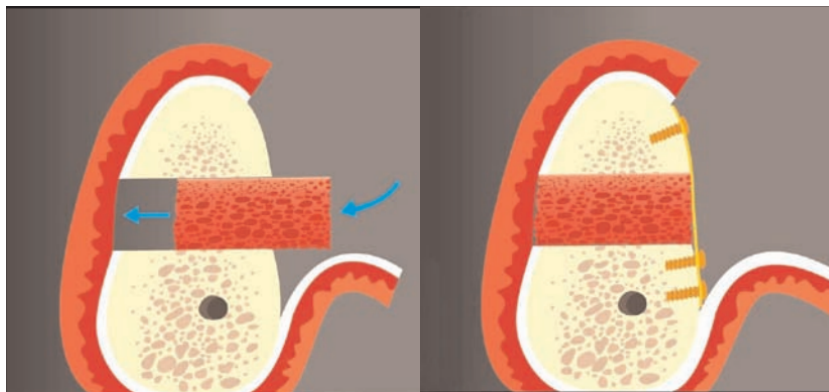


Figure 33 : Schéma du principe de l'ostéotomie sagittale et l'insertion d'un greffon d'interposition (en inlay) [90]

Le protocole chirurgical consiste en (Figure 34) :

1. Incision paracrestale vestibulaire, permettant de préserver le périoste lingual/palatin, essentiel à la vascularisation du segment déplacé,
2. Élévation du lambeau vestibulaire en pleine épaisseur pour exposer la zone chirurgicale,
3. Ostéotomie horizontale à l'aide d'un insert piézoélectrique :

- À la mandibule, cette coupe se fait à distance du nerf alvéolaire inférieur (2 à 4 mm).
 - Au maxillaire, elle est réalisée en évitant les structures anatomiques sensibles telles que le sinus maxillaire ou la fosse nasale.
4. Deux ostéotomies obliques mésiale et distale sont pratiquées afin de détacher le bloc osseux,
 5. Le segment est ensuite mobilisé vers le haut, créant un espace intersegmentaire,
 6. Des biomatériaux de comblement (généralement un mélange d'os autogène et xénogène) sont intercalés puis tassés entre les deux segments osseux,
 7. Le tout est stabilisé à l'aide de plaques et de vis d'ostéosynthèse pour prévenir toute micro-mobilité du greffon,
 8. Le site est ensuite refermé sans tension à l'aide de fils non résorbables [91].

En cas de défauts verticaux complexes associés à des pertes horizontales, d'autres techniques combinées vues précédemment peuvent être indiquées. Toutefois, elles impliquent une chirurgie plus lourde, souvent plus invasive et contraignante pour le patient.

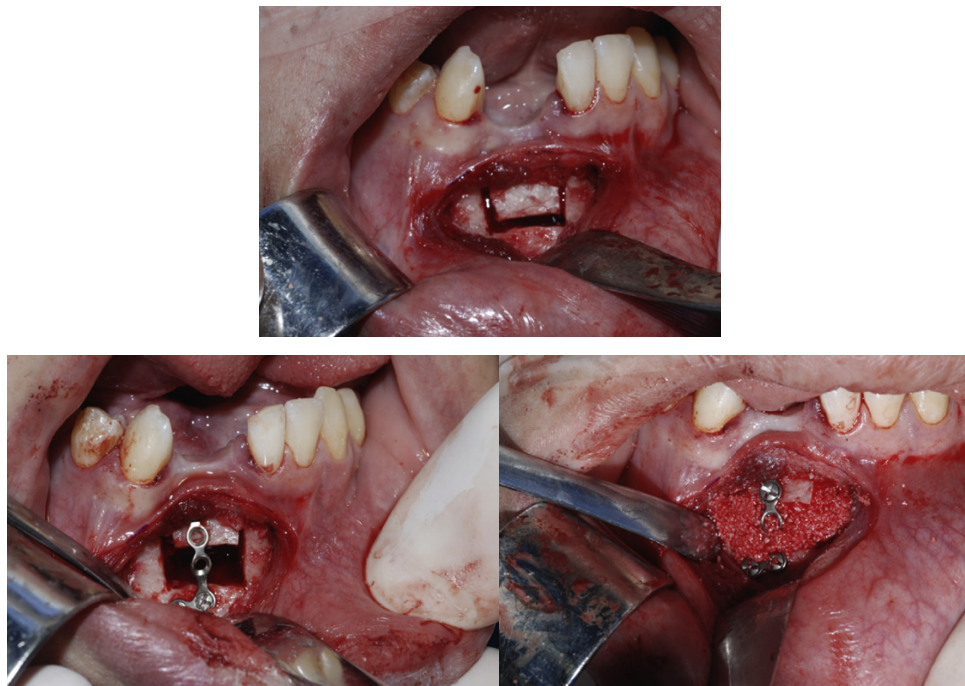


Figure 34 : Photographie endo buccale centrée sur le secteur antérieur mandibulaire a) Ostéotomie segmentaire à la mandibule avec une coupe horizontale et deux verticales obliques, b) Fragment mobilisé et placé à la hauteur voulu, puis fixé à l'aide de vis et de plaque d'ostéosynthèse, c) Comblement avec de l'os xénogénique [91]

Une approche moins invasive a été décrite dans la littérature, notamment par Santagata *et al.* [92]. L'intervention consiste à réaliser deux incisions verticales mésiale et distale. L'ensemble des ostéotomies, du comblement et de la fixation se fait alors à travers un tunnel muqueux, ce qui réduit la morbidité post-opératoire et améliore la cicatrisation tissulaire (Figure 35). Cette approche permet de préserver intégralement la vascularisation en maintenant le périoste et la muqueuse intacts. Cette intervention nécessite une grande maîtrise chirurgicale de par l'accès limité [92].

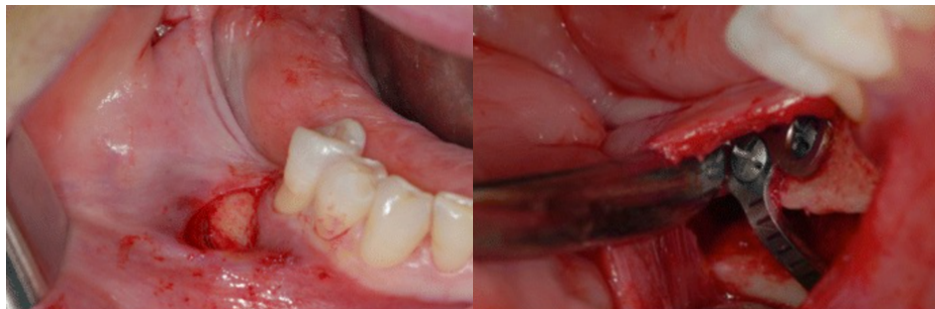


Figure 35 : Photographie endo buccale centrée sur le secteur postérieur droite a) Ostéotomie au travers du tunnel muqueux selon la technique de Santagata, b) Mise en place d'une plaque d'ostéosynthèse [92]

3.3.3.4. La distraction osseuse

La distraction ostéogénique verticale reprend le principe des chirurgies orthopédiques d'allongement des membres et trouve son indication dans les défauts osseux purement verticaux. Le bloc osseux est séparé par trois corticotomies (deux verticales et une horizontale) tout en préservant le périoste lingual ou palatin.

Le distracteur utilisé est composé de deux parties (Figure 36) :

- Une plaque de base : fixe, vissée sur la partie immobile de la crête osseuse en position apicale,
- Une plaque de transport : mobile, coulissante sur un axe relié à la base, fixée au segment osseux mobilisé.

Une fois le dispositif correctement positionné et son bon fonctionnement vérifié, il est laissé en position passive, et le site est refermé sans tension, à l'aide de sutures non résorbables [93].

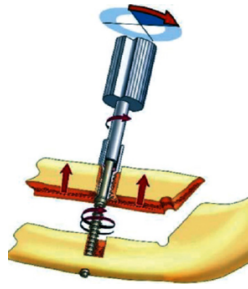


Figure 36 : Schéma du principe de distraction [94]

La phase de distraction : (Figure 37)

Après une période de latence de 5 à 7 jours, la phase de distraction débute. Le patient est chargé de tourner la vis du distracteur. Chaque activation éloigne progressivement la plaque de transport de la plaque de base, déplaçant le fragment osseux. En fonction du dispositif, chaque tour de vis correspond à un gain de 0,25 à 0,5 mm, ce qui permet une progression journalière de 0,5 à 1 mm, répartie sur 2 à 3 activations par jour. Cette phase se poursuit jusqu'à l'obtention de la hauteur osseuse souhaitée [77].

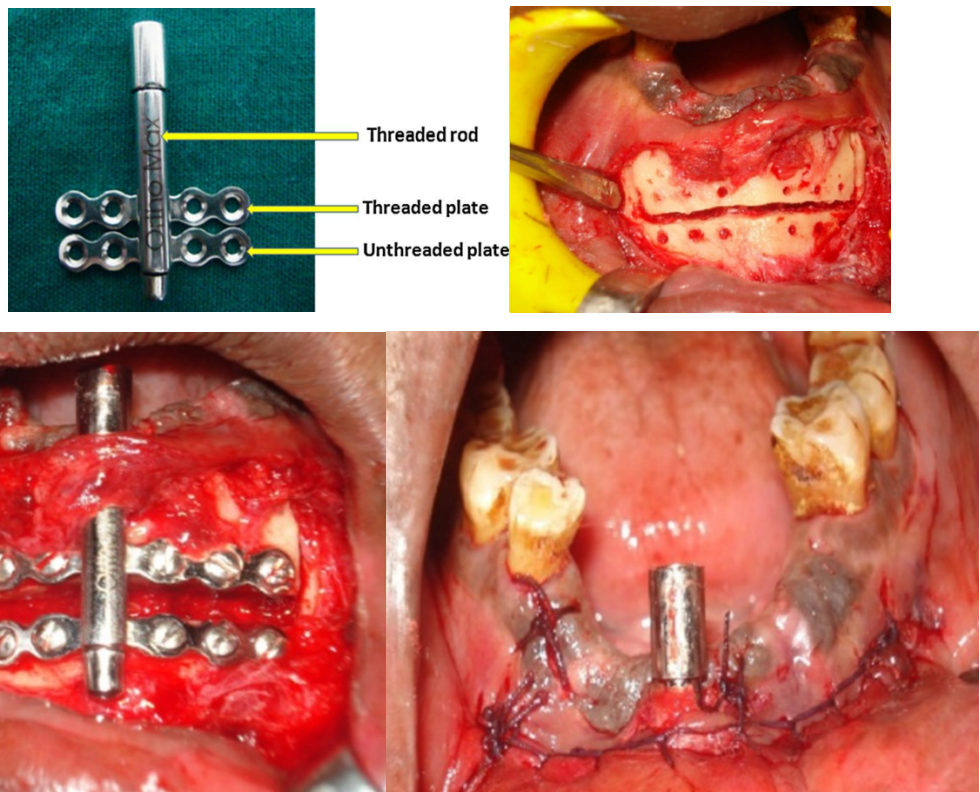


Figure 37 : a) Schéma du dispositif de distraction avec la plaque de base et la plaque de transport, Photographie endo buccale du secteur antérieur mandibulaire b) Coupes d'ostéotomies et préparation du site, c) Distracteur en place (son fonctionnement est vérifié), d) Site refermé avec partie endo-buccale visible [95]

La phase de stabilisation

Une fois la distraction terminée, le distracteur est laissé en place 2 à 4 mois, selon l'importance du gain osseux, afin de permettre la néoformation osseuse entre les segments. Le distracteur est ensuite retiré lors d'un second temps chirurgical, généralement lors de la pose des implants [77].

Cette technique présente l'avantage unique de favoriser simultanément la migration verticale de l'os et des tissus mous environnants, ce qui en fait une solution intéressante dans les reconstructions de crête sévèrement résorbée.

Cependant, elle présente plusieurs limites :

- Intervention plus lourde avec une morbidité accrue par rapport à d'autres techniques de régénération osseuse,
- Nécessite une coopération rigoureuse du patient, tant pour l'activation quotidienne du distracteur que pour l'entretien de la partie intra-orale,
- Enfin, elle nécessite deux temps chirurgicaux : pose et retrait du distracteur.

La dépose se fait le plus souvent lors de la pose des implants.

Les gains moyens en hauteur sont estimés entre 8 et 12 mm, ce qui démontre l'efficacité de cette technique même si la morbidité du site est plus élevée que dans les autres techniques [95].

3.3.3.5. Approches chirurgicales du nerf alvéolaire inférieur

Les techniques chirurgicales du nerf alvéolaire inférieur (NAI) consistent à déloger le nerf alvéolaire inférieur de son canal intra-osseux afin de permettre la pose d'implants dans les secteurs postérieurs mandibulaires, sans risquer de le léser.

On distingue deux techniques concernant le NAI, le repositionnement (ou latéralisation) qui correspond à un déplacement temporaire du nerf en dehors de son trajet pour permettre la pose des implants dans la séance. Ainsi que la transposition, qui correspond au déplacement du nerf en dehors de son trajet et à la modification de son émergence sur la face vestibulaire de la mandibule. La transposition nécessite le sacrifice du pédicule du canal incisif permettant

d'augmenter la laxité du NAI, provoquant une perte de proprioception des dents antérieures. Elle est réservée à des cas extrêmes d'atrophie osseuse, et ses indications restent limitées.

Ces techniques bien que parfois lourde pour le patient peuvent tout de même être réalisées sous anesthésie locale et donc accessible en cabinet. Le choix de l'anesthésie générale se fera en fonction du cas, des préférences du patient et du praticien.

Les indications de ces chirurgies sont les suivantes :

- Présence d'une hauteur prothétique normale et d'une position haute du nerf,
- Impossibilité de recourir à des implants courts ou angulés, en raison d'une hauteur ou d'une densité osseuse insuffisante,
- Contre-indication ou refus d'une greffe osseuse par le patient,
- Échec d'une prothèse amovible ou volonté ferme d'avoir une solution fixe,
- Atrophie sévère de la mandibule postérieure [96].

La pose des implants peut se faire dans la séance pour éviter de devoir réintervenir.

Le protocole chirurgical de la transposition consiste en (Figure 38,39) :

1. Incision crestale avec large élévation du lambeau, permettant l'exposition complète de la face vestibulaire de la branche horizontale mandibulaire. Il est crucial de préserver les fibres nerveuses à la sortie du foramen mentonnier,
2. Rétraction douce du lambeau sans traction des fibres nerveuse à la sortie du foramen,
3. Réalisation de quatre ostéotomies à l'aide d'un insert piézoélectrique :
 - Deux coupes horizontales espacées de 7 à 8 mm
 - Deux coupes verticales espacées d'environ 2 cm
 - La limite distale doit se situer à 1 cm du dernier implant prévu
 - La limite mésiale est située en avant du foramen mentonnier,
4. Dépose du volet osseux à l'aide d'ostéotomes ou de ciseaux chirurgicaux, et libération du foramen mentonnier à la pince gouge,
5. L'os spongieux en regard du NAI est retiré à l'aide d'excavateurs mousses ou d'un bistouri ultrasonique, en direction linguo-vestibulaire uniquement,

6. Sacrifice du pédicule du canal incisif pour augmenter la laxité du NAI, provoquant une perte de proprioception des dents antérieures (canine et incisives),
7. Les angles sont arrondis et la paroi distale est perforée pour recréer un nouvel orifice de sortie du nerf,
8. Manipulation du nerf à l'aide d'une boucle en silicone ou d'un lac chirurgical pour permettre sa traction vestibulaire,
9. Positionnement du nerf dans l'orifice distal (Figure 39),
10. Repositionnement et fixation du volet osseux à l'aide de vis d'ostéosynthèse bi-corticales,
11. Positionnement du nerf sur la face vestibulaire externe, sous le périoste.
12. Fermeture du site sans tension, avec des sutures non résorbables,
13. Si la stabilité primaire le permet, les implants sont posés dans la séance sinon un délai de 4 à 6 mois de cicatrisation est respecté [96,97].

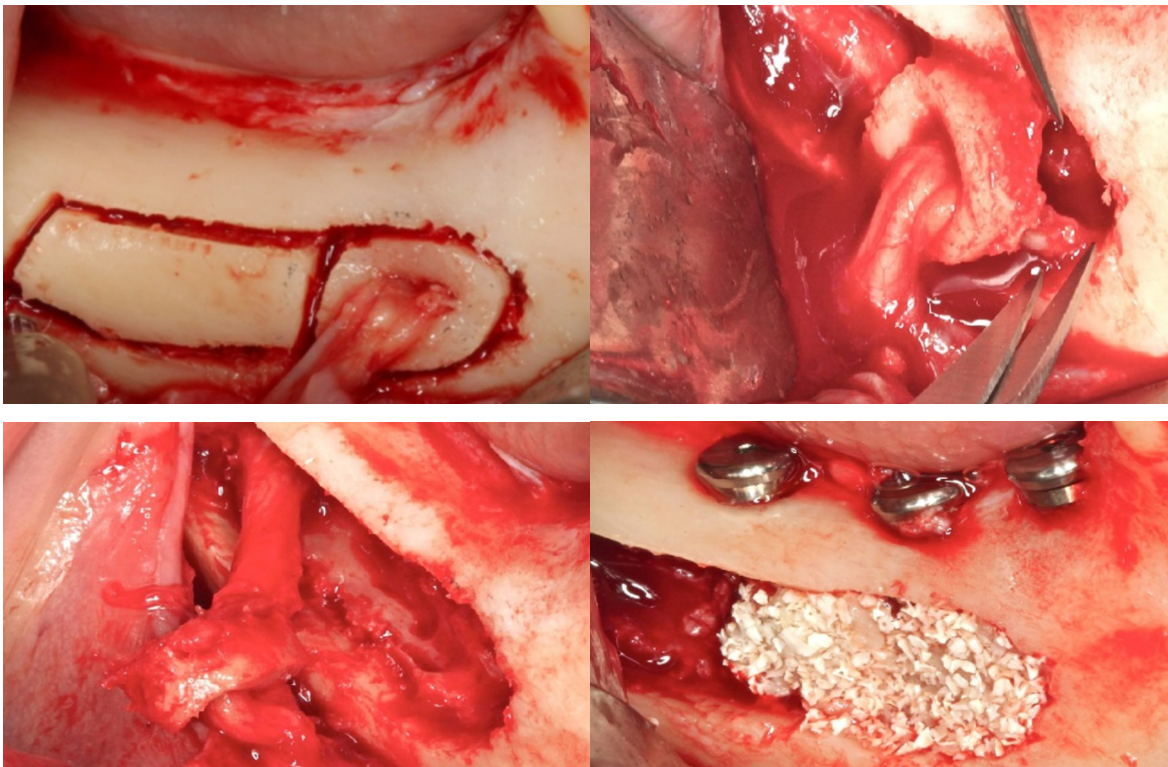


Figure 38 : Photographie endo buccale de la transposition du NAI à droite a) Ostéotomie incluant le foramen mentonnier b) Section du pédicule du canal incisif, c) NAI complètement libéré de son trajet, d) Pose des implants et comblement osseux [98]

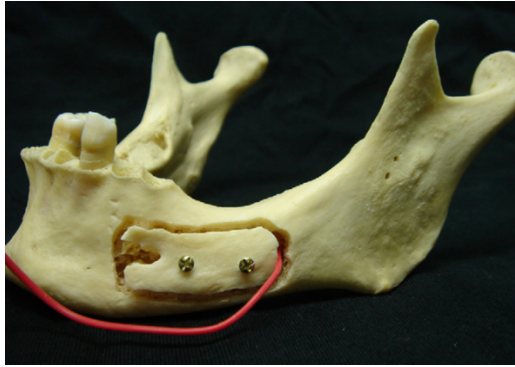


Figure 39 : Schéma du placement du NAI sur la face externe vestibulaire et modifiant son émergence [99]

Le repositionnement/latéralisation diffère de la technique précédente par la position de la corticotomie mésiale qui est réalisée en arrière du foramen mentonnier. Le pédicule du canal incisif est conservé, ce qui évite les pertes sensibles au niveau antérieur. Le NAI est alors libéré et tracté en vestibulaire pendant le forage et la pose des implants.

Le volet osseux est broyé à l'aide d'un moulin à os et les copeaux sont placés entre les implants et le nerf afin d'éviter tout contact direct. Le nerf repose ainsi sur le matériau de comblement et est repositionné en situation sous-périostée (Figure 40) [96]. Cette technique ne rentre pas vraiment dans les techniques pré-implantaire mais sa description permet une meilleure distinction avec la technique précédente.

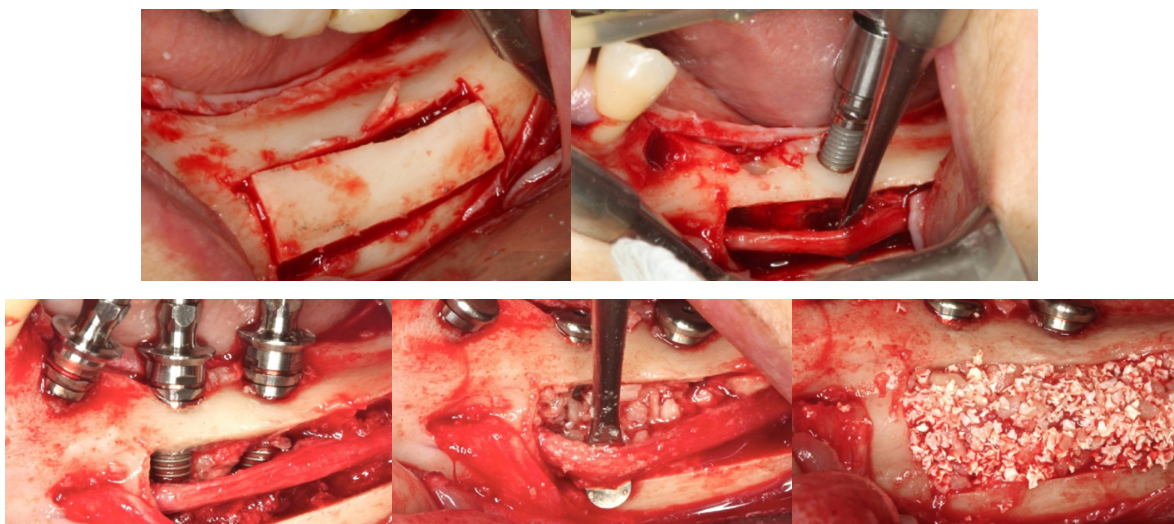


Figure 40 : Photographie endo buccale du repositionnement/ latéralisation du NAI à gauche a) Ostéotomie n'inclut pas le foramen mentonnier, b) Rétraction du NAI pendant la pose des implants, c) Implants posés, d) Comblement osseux entre les implants et le NAI (pas de contact direct entre les deux), e) Comblement osseux vestibulaire final [98]

Les troubles de la sensibilité sont fréquents en post-opératoire immédiat. Selon la littérature :

- 100 % des patients présentent une altération de la sensibilité (anesthésie, paresthésie, dysesthésie ou hypoesthésie) dans les premiers jours suivant l'intervention,
- Après un mois, seuls 25 % des patients rapportent encore des signes neurosensoriels,
- À 4 mois, la récupération complète est observée chez presque 100 % des patients traités sauf en cas de section du nerf incisif.

Le risque de lésion permanente du NAI est donc faible mais les patients doivent être prévenus de la possibilité de troubles neurosensoriels transitoires post-opératoire [100].

3.3.3.6. Le sinus lift par voie latérale

Au maxillaire, la proximité des sinus maxillaires et des fosses nasales constitue une limite anatomique importante à la pose d'implants dentaires. Suite à l'avulsion des dents postérieures et à la pneumatisation du sinus, la résorption verticale de la crête alvéolaire entraîne souvent une hauteur osseuse résiduelle insuffisante (< 5 mm). Pour pallier ce déficit, le sinus lift par voie latérale, décrit initialement par Tatum en 1975 [101], permet de recréer une hauteur osseuse suffisante par élévation de la membrane sinusienne (membrane de Schneider) et interposition de biomatériaux au niveau du plancher sinusien.

Les indications de cette technique sont les suivantes :

- Hauteur osseuse résiduelle < 5 mm au niveau prémolo-molaire,
- Espace prothétique normal ou réduit,
- Projet implantaire incompatible avec la pose d'implants courts,
- Échec d'une greffe osseuse verticale antérieure [102].

Cette technique chirurgicale peut être combinée avec des greffes d'augmentation verticale et/ou horizontale.

Le protocole chirurgical consiste en (Figure 41) :

1. Incision crestale avec deux incisions de décharge mésiale et distale pour permettre l'élévation d'un large lambeau,
2. Le lambeau est récliné jusqu'à la base de l'os zygomatique pour exposer la paroi vestibulaire du sinus (zone bombée),
3. Ostéotomie de la fenêtre latérale en forme de rectangle ou d'ovale, réalisée avec des inserts piézoélectriques ou à l'aide d'instruments rotatifs.
 - La piézochirurgie est préférable car elle diminue le risque de perforation de la membrane de Schneider [103],
 - La fenêtre est située 2 à 3 mm au-dessus du plancher sinusien et à distance de l'artère alvéolo-antrale,
 - Le volet osseux peut être conservé dans du sérum physiologique s'il est prévu de le repositionner.
4. Décollement atraumatique de la membrane de Schneider à l'aide de curettes spécifiques à angulations variées.
 - Le décollement se fait de proche en proche jusqu'à la paroi médiale du sinus,
 - Le décollement doit faire remonter la membrane à la hauteur du comblement souhaité,
 - Une ventilation du sinus peut être réalisée (manœuvre de Valsalva) pour vérifier l'intégrité de la membrane.
5. Comblement du sinus par le biomatériau choisi, tassé progressivement contre le fond du sinus et ses parois, sans excès de pression,
6. Repositionnement éventuel du volet osseux en vestibulaire,
7. Nettoyage des particules extravasées et fermeture sans tension avec des sutures non résorbables [102].

La pose des implants peut être simultanée si l'on obtient une stabilité primaire suffisante, sinon la pose est différée de 6 mois, le temps que la maturation osseuse se fasse.

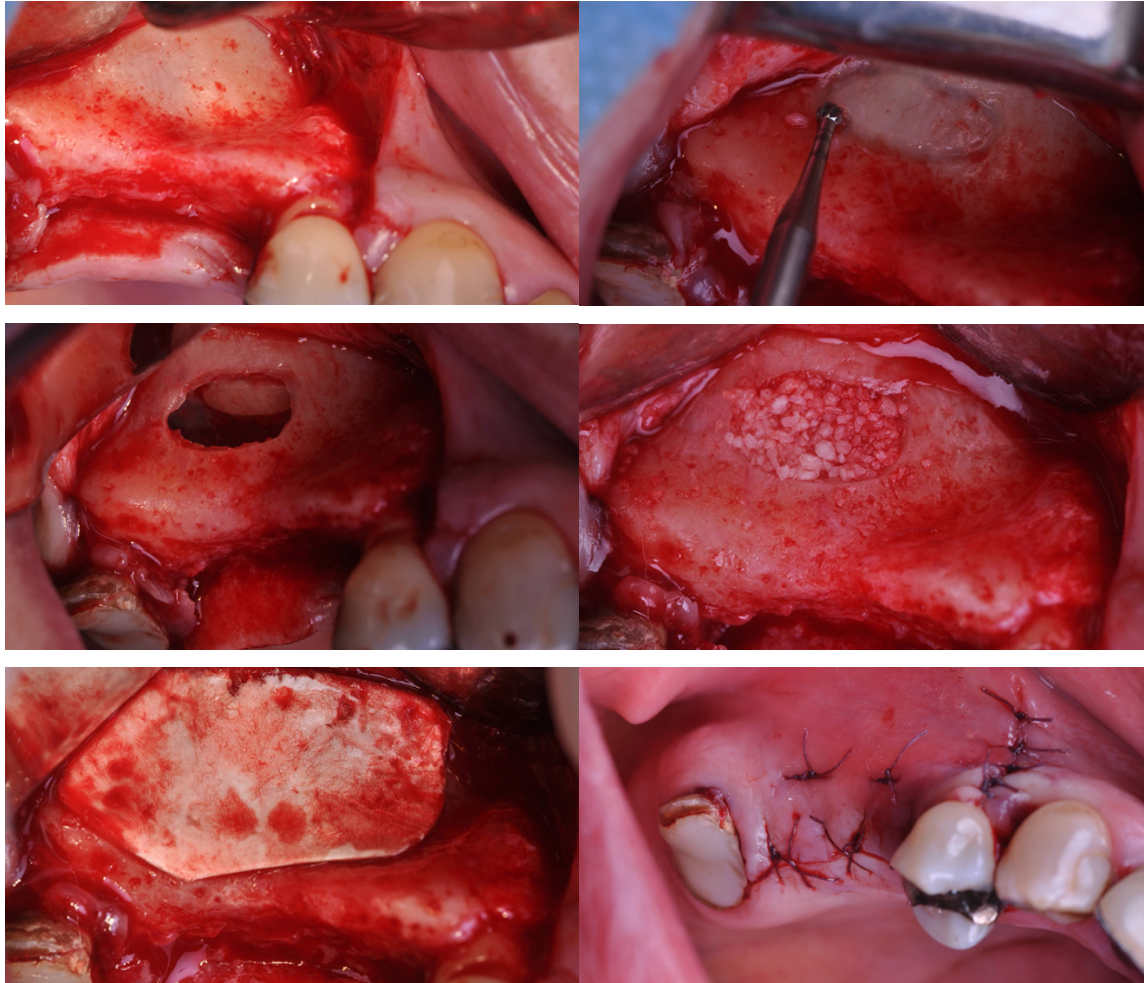


Figure 41 : Photographie endo buccale centrée sur la paroi latérale maxillaire droite a) Lambeau exposant la paroi vestibulaire du sinus, b) Ostéotomie réalisée à la fraise boule en carbure de tungstène, c) Volet osseux positionné à l'horizontale, décollement de la membrane, d) Comblement sinusal avec des biomatériaux, e) Membrane collagène pour fermer la fenêtre, f) Sutures [104]

Selon la littérature, cette technique présente un taux de succès implantaire de 93,7%, avec ou sans greffes complémentaires. Elle est reconnue comme une solution fiable et prédictible pour les défauts verticaux du maxillaire postérieur [105].

Les complications principales sont :

- Perforation de la membrane sinusienne (Figure 42). C'est la complication la plus fréquente survenant lors de l'ostéotomie ou du décollement. Elle est estimée à 23,5 % et fluctue entre 3,6 et 41,8 % selon une méta-analyse de 2015 [106]. Si la perforation mesure moins de 5 mm, elle peut être obturée par une membrane de collagène ou du PRF. Si elle mesure plus de 5 mm ou

est non contrôlable, l'intervention est interrompue et reprogrammée après au moins 3 mois [107],

- Lésion de l'artère alvéolo-antrale, notamment si la corticotomie est trop haute,
- Lésion des racines dentaires adjacentes,
- Hémorragie, souvent difficile à comprimer du fait de l'absence de paroi osseuse,
- Infections sinusiennes post-opératoires rares mais possibles.

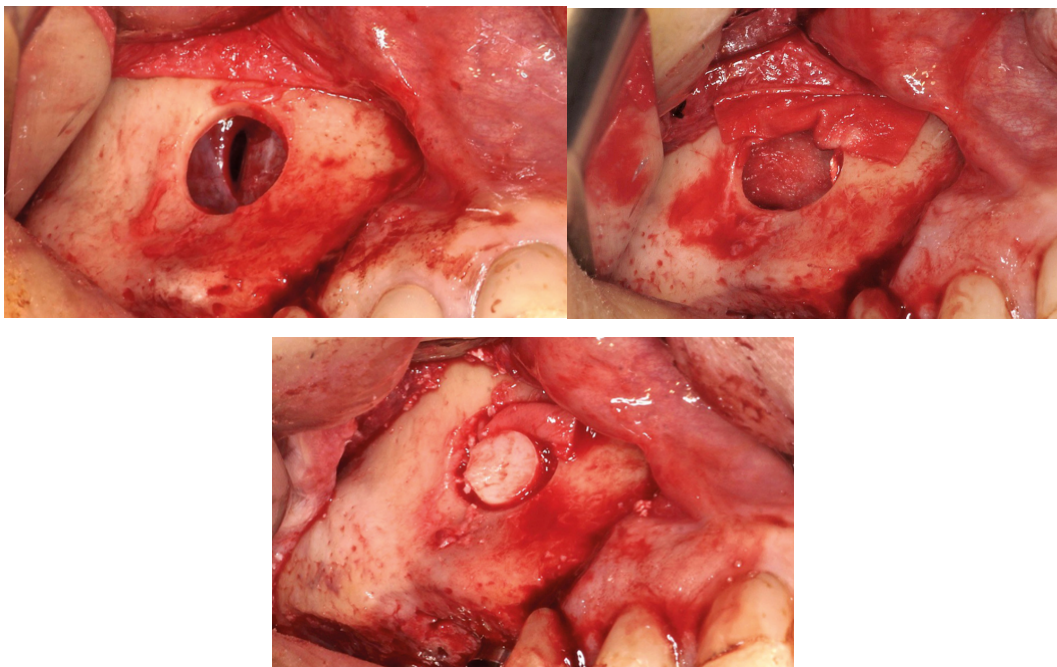


Figure 42 : Photographie endo buccal centrée la paroi latéral maxillaire droite a) Mise en évidence de la perforation, b) Membrane de collagène en place obturant la perforation, c) Comblement sous sinusal et volet osseux en place [108]

L'anatomie du sinus peut compliquer l'intervention par la présence de septa intra-sinusiens (travées de Underwood), nécessitant la création de plusieurs fenêtres ou leur contournement. Lorsque le sinus est étroit ou cloisonné, le décollement est rendu plus difficile et augmente le risque de perforation [107]. Ces particularités nécessitent une analyse clinique et radiologique pré-opératoire rigoureuse, notamment avec CBCT.

3.3.3.7. Le sinus lift par voie crestale

Il existe de nombreuses techniques par voie crestale pour les cas de défaut vertical modéré. Toutes reposent sur le principe de la fracture contrôlée du plancher sinusien par voie crestale, accompagnée d'une élévation atraumatique de la muqueuse sinusienne. Cette fracture crée un petit hématome stable sous la membrane favorisant la néoformation osseuse. Ces méthodes s'appuient sur le principe d'ostéo-compression au niveau des parois latérales et apicales. Si la stabilité primaire le permet, la pose des implants peut être réalisée au cours de la même séance opératoire.

3.3.3.7.1. Technique décrite par Summers

Développée en 1994 par Summers, cette technique d'élévation du plancher sinusien, moins invasive, est indiquée pour les crêtes de 5 à 6 mm de hauteur, ou pour le remplacement d'une à deux dents postérieures. Elle consiste à compacter l'os maxillaire latéralement et apicalement autour du site implantaire à l'aide d'ostéotomes de diamètres croissants. Leurs passages induisent une fracture « à l'aveugle » du plancher sinusal et permet de soulever la membrane de Schneider, sans pénétrer dans la cavité sinusienne (Figure 43). Des biomatériaux sont introduits dans le site et l'implant est posé si la stabilité primaire le permet [109]. Cette technique permet un gain osseux vertical de 3 à 4 mm [102].

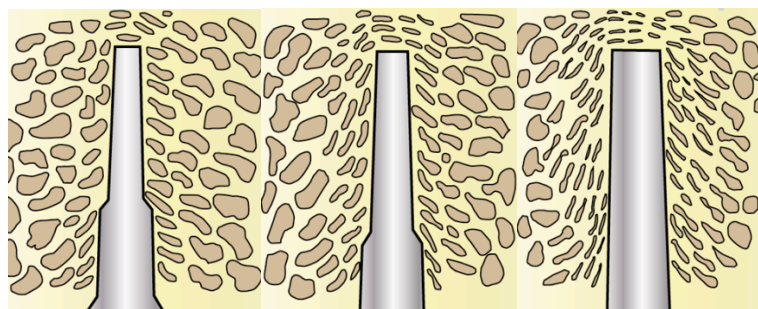


Figure 43 : Schéma de la séquence du passage des ostéotomes de Summers condensant latéralement et apicalement l'os alvéolaire [110]

3.3.3.7.2. Technique modifiée par Lazzara

Lazzara propose en 1989 une adaptation de la technique de Summers en combinant l'utilisation de forêts et d'ostéotomes. Cette approche est indiquée dans les cas d'os dense afin de limiter l'usage intensif des ostéotomes et du maillet, souvent mal toléré par le patient. Le protocole consiste à forer le site implantaire jusqu'à 1 à 2 mm du plancher sinusien avec des forets de diamètres croissants. Un biomatériau est ensuite introduit dans le site, jouant un rôle de coussin protecteur puis un ostéotome vient fracturer délicatement le plancher sinusien. Le site est comblé avec du biomatériau et condensé à l'aide des ostéotomes (Figure 44). Si la stabilité primaire est suffisante, l'implant est posé dans la même séance [109].

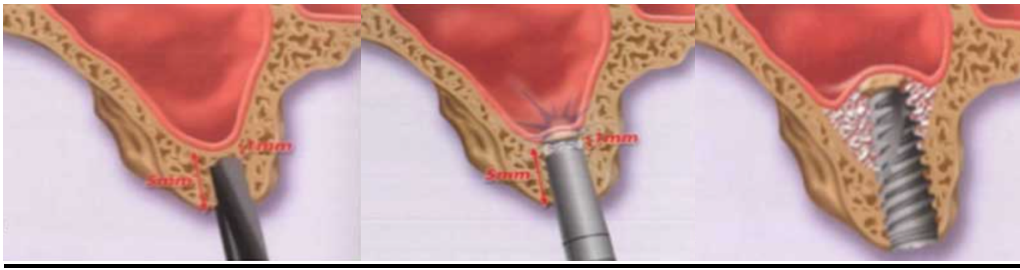
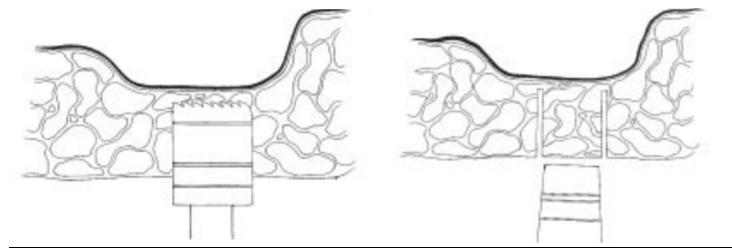


Figure 44 : Schéma de la technique de Lazzara a) Passage des forets jusque 1 à 2 mm du plancher, b) Biomatériaux en fond de préparation et fracture du plancher sinusien avec un ostéotome, c) Mise en place de l'implant [111]

3.3.3.7.3. Technique modifiée par Fugazzotto

Fugazzotto propose en 2002 une autre modification de la technique de Summers, utilisant un trépan gradué pour la préparation du site implantaire. Le forage est arrêté à 1 mm du plancher sinusal, qui est ensuite perforé à l'aide d'ostéotomes. Le fragment osseux créé par le trépan est repoussé lors de la pose de l'implant, provoquant ainsi l'élévation de la membrane sinusienne (Figure 45) [112]. Si la stabilité primaire le permet, l'implant est posé dans la séance [113].



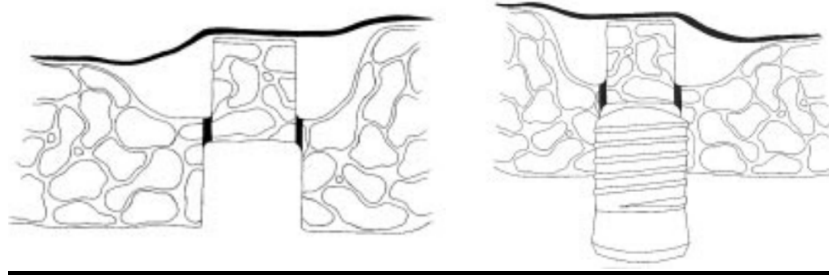


Figure 45 : Schéma de la technique de Fugazzotto a) Passage d'un trépan jusqu'à 1 à 2 mm du plancher, b) Un ostéotome du diamètre du trépan est utilisé pour fracturer le plancher, c) Le fragment est poussé grâce à l'ostéotome, d) L'implant est posé dans la séance [114]

3.3.3.7.4. Techniques de pression hydraulique

Ces techniques, sans recours aux ostéotomes, reposent sur la pression exercée par un liquide (solution saline stérile ou gel) injecté dans le site chirurgical afin de décoller progressivement la membrane sinusienne sans la perforer. Plusieurs systèmes ont été développés :

- L' Hydraulic sinus condensing (Figure 46) :

Décrite en 2005 par Chen et Cha, cette méthode consiste à réaliser une ostéotomie à la fraise boule jusqu'à 1 mm du plancher sinusien. Un point d'entrée (pinhole) est ensuite créé à l'aide d'une fraise boule de 2 mm. L'eau de la turbine, réglée au débit maximal pour éviter l'emphysème, permet de décoller la membrane sinusienne au point d'entrée. Du biomatériau est introduit, servant de barrière protectrice. Le pinhole est ensuite élargi avec un foret, le matériau préalablement introduit empêchant la perforation. Le site est comblé avec du substitut osseux tassé et l'implant est posé si la stabilité le permet [115].

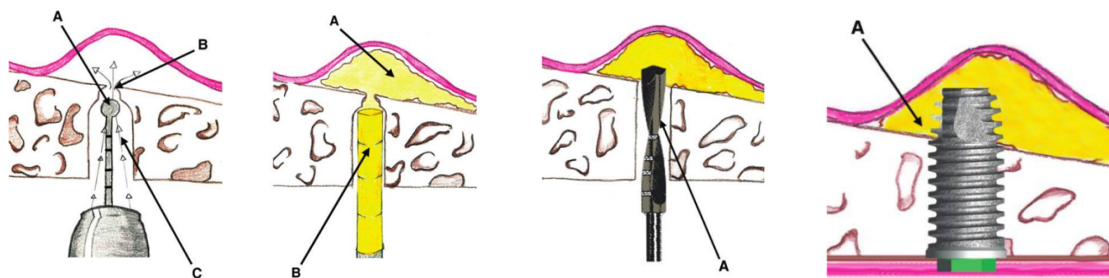


Figure 46 : Schéma de la technique de Chen et Cha a) Pinhole réalisé à l'aide d'une fraise boule de 2 mm, l'eau envoyée sous pression grâce à la turbine soulève la membrane, b) Biomateriaux introduit sous la membrane, c) Un foret élargit le Pinhole et le site est comblé de biomateriaux, d) Pose de l'implant dans la séance [115]

- Le générateur de pression : Système Jeder (Figure 47)

Technique sans lambeau, le système Jeder utilise l'injection de liquide sous pression (1,5 bar) combinée à une vibration à une fréquence de 50 Hz pour décoller la membrane sinusienne. Après une ostéotomie jusqu'à 1 mm du plancher, le Jeder-drill (foret spécifique du système) est introduit et la solution saline est injectée sous pression par une pompe. Lorsque le plancher est franchi, le liquide soulève la membrane pour éviter la perforation avec la drill. Le décollement se fait grâce aux vibrations de la solution. Ce liquide est ensuite aspiré et remplacé par des matériaux de comblement. L'implant est posé si la stabilité le permet [116].

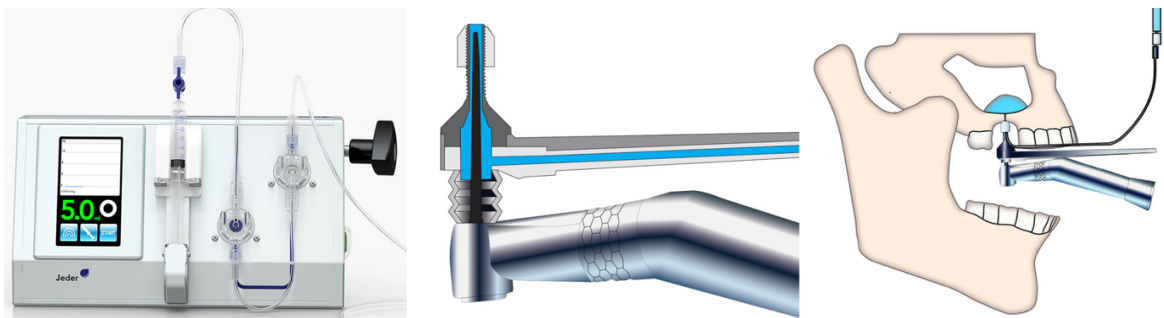


Figure 47 : Schéma de la technique du système Jeder a) Pompe Jeder, b) La solution saline est envoyée sous pression jusqu'à la perforation du plancher, c) La pression et les vibrations du liquide décollent la membrane [116]

- Les autres systèmes :

Le système Novabone® permet l'élévation simultanée de la membrane et le comblement à l'aide d'un substitut osseux visqueux injecté via une cartouche (Figure 48). Le système iRaise® utilise quant à lui un implant avec un canal interne permettant l'injection simultanée d'une solution saline et d'un greffon osseux fluide, assurant un décollement et un comblement de façon concomitante (Figure 49) [109].



Figure 48 : Système d'injection du Novabone® [117]

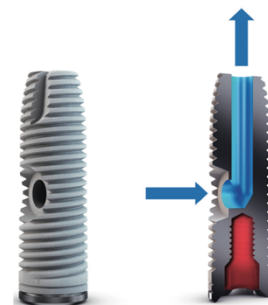


Figure 49 : Système iRaise® avec canal interne [118]

3.3.3.7.5. Technique du ballon

La technique MIAMBE (*Minimally Invasive Antral Membrane Balloon Elevation*), introduite en 2005 par Soltan et Smiler, utilise un ballon gonflable (en latex ou silicone) pour soulever la membrane sinusienne. Initialement conçue pour la voie latérale, elle a été adaptée à la voie crestale.

Le protocole consiste à réaliser une corticotomie jusqu'à 1 mm du plancher sinusal puis à introduire un coussin de biomatériau, suivi du ballon légèrement au-delà du plancher. Ce dernier est progressivement gonflé par pression hydraulique et décolle la membrane progressivement sans la déchirer (Figure 50). Un contrôle radiographique est réalisé grâce à un liquide de contraste introduit dans le ballon. Après un dégonflement lent pour éviter un recul brutal de la membrane, un apport complémentaire de biomatériau est ajouté. Si la stabilité le permet, l'implant est posé [119].

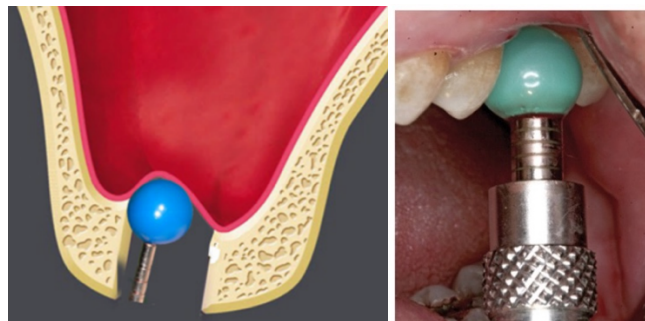


Figure 50 : a) Principe de la technique de MIAMBE [120], b) Photographie endo buccale du gonflement du ballon [121]

3.3.3.7.6. Techniques par séquences de forage

Ces méthodes combinent fraises, forets, trépan et ostéotomes avec des butées de sécurité. Les instruments sont de diamètres et de longueurs croissants, permettant de soulever la membrane sinusienne grâce à une ostéo-compression apicale et latérale.

Différentes techniques existent :

Le Smart Lift System (Figure 51) est une technique minimalement invasive utilisant une séquence d'instruments pour la préparation du site implantaire. Les

ostéotomes de fin de séquence permettent la fracture contrôlée du plancher sinusien et l'élévation de la membrane [122].

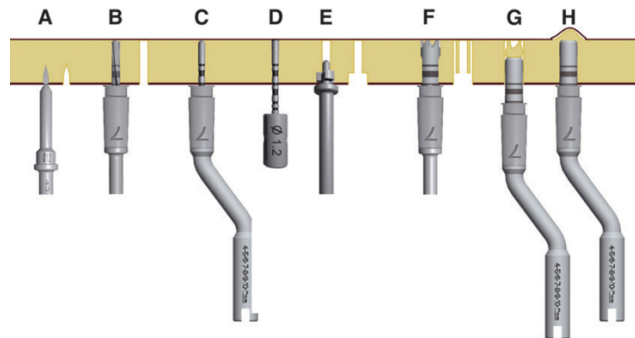


Figure 51 : Schéma de la séquence de forage du Smart Lift System [122]

Le Sinus Crestal Approach Kit (SCA Kit) (Figure 52) est un système qui repose, comme le Smart Lift System, sur une séquence d'instruments dotés de stops, réduisant le risque de perforation. L'élévation de la membrane est réalisée à l'aide de condenseurs manuels ou hydrauliques. L'implant est posé si les conditions de stabilité sont réunies [123].

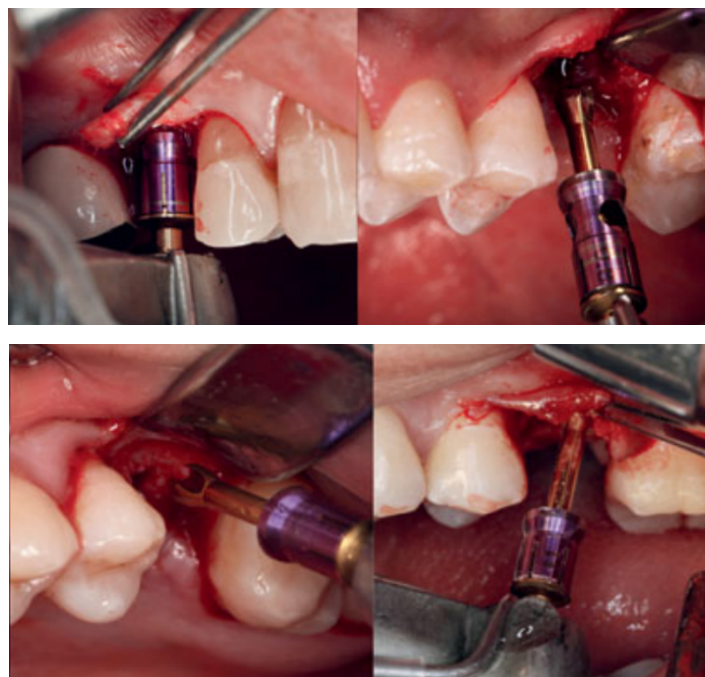


Figure 52 : Photographie endo buccale du sinus lift avec le système SCA Kit [123]

Les forets Densah (Figure 53) ont été développés en 2017 par Huwais. Cette approche utilise des forets spécifiques à condensation osseuse avec des spires à angle de coupe négatif limitant leur pouvoir tranchant. Lors du forage, les particules osseuses sont compactées sur les parois latérales et apicales. Cette méthode est indiquée pour les augmentations osseuses verticales et transversales.

Le protocole consiste à forer jusqu'à 1 mm du plancher avec un foret pilote puis à utiliser un foret Densah en rotation inverse jusqu'à la corticale sinusienne. Un second foret permet de franchir cette dernière et d'avancer 3 mm au-delà. Le site est ensuite comblé de biomatériaux propulsés et compactés à l'aide du foret final. L'opération peut être répétée selon le besoin. Si la stabilité est suffisante, l'implant est posé, sinon le site est refermé. Selon certaines études, cette méthode permet un gain osseux de 7 mm [124].

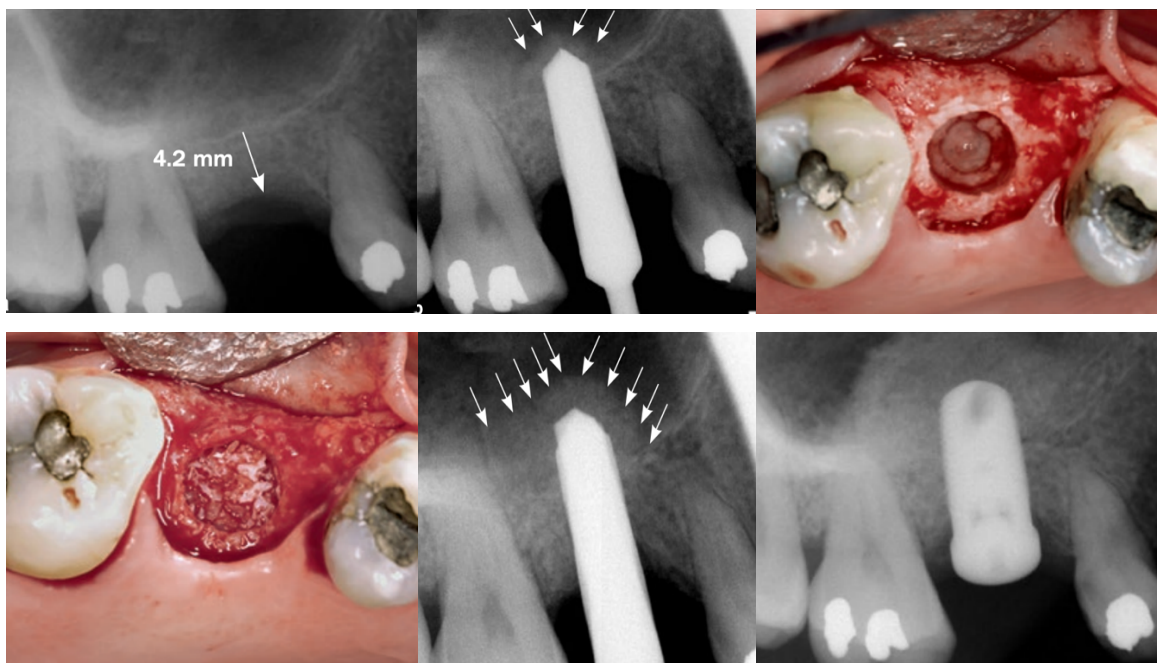


Figure 53 : a) Radiographie retro-alvéolaire initiale présentant un défaut vertical osseux, b) Radiographie rétro-alvéolaire après passage du foret au-delà du plancher, c) Photographie endo buccale en vue occlusale du forage, d) Photographie endo buccale du site remplie de biomatériaux, e) Radiographie retro-alvéolaire du compactage du biomatériau avec le dernier foret, f) Radiographie retro-alvéolaire finale après la pose de l'implant [124]

IV. AMENAGEMENT MUQUEUX PRÉ-IMPLANTAIRE

4.1. Description de la muqueuse buccale

La muqueuse buccale se divise en trois catégories principales : la muqueuse de revêtement, la muqueuse masticatoire et la muqueuse spécialisée.

Elles sont toutes constituées d'un épithélium pavimenteux stratifié, reposant sur une membrane basale et une lamina propria (tissu conjonctif) sous-jacente, richement vascularisée [125]. Ces muqueuses se distinguent essentiellement par la composition de leur épithélium et par leur localisation anatomique.

- La muqueuse de revêtement :

Elle tapisse les zones mobiles et souples de la cavité buccale et se caractérise par un épithélium pavimenteux non kératinisé, présent au niveau des joues, du plancher buccal, du palais mou et de la muqueuse alvéolaire. En raison de sa structure, cette muqueuse présente une résistance moindre aux agressions et traumatismes mécaniques. Son épithélium non kératinisé la rend également plus vulnérable aux phénomènes inflammatoires et donc plus sujette aux récessions péri-implantaires [126].

- La muqueuse masticatoire :

Elle recouvre les zones soumises à de fortes contraintes masticatoires. Elle est constituée d'un épithélium kératinisé et épaissi, localisé au niveau du palais dur, de la crête alvéolaire en cas d'édentement et de la gencive attachée. La lamina propria y est étroitement unie à l'os et au périoste sous-jacents, conférant à cet ensemble une grande résistance mécanique [126]. Une fine couche de sous muqueuse constituée de glandes salivaires ou de tissus adipeux est retrouvée au niveau du palais dur.

- La muqueuse spécialisée :

Elle est exclusivement sur la face dorsale de la langue, elle présente un épithélium kératinisé au niveau des papilles filiformes et non kératinisé au niveau

des papilles fongiformes, caliciformes et foliées. Cette organisation lui permet à la fois de résister aux contraintes mécaniques de la mastication et d'assurer la fonction gustative [126].

4.2. La muqueuse masticatoire

4.2.1. Le tissu kératinisé

L'épithélium de la muqueuse masticatoire se compose de quatre couches bien distinctes. De la profondeur vers la surface, on distingue la couche basale, la couche épineuse, la couche granuleuse et en surface, la couche cornée. Cette dernière est constituée de cellules aplaties à l'aspect squameux. Ces cellules épithéliales appelées kératinocytes sont dépourvues de noyau [127].

On distingue deux types de kératinisation :

- L'orthokératose : elle se caractérise par une couche cornée formée de cellules plates, sans noyau, plus différenciées que celles observées dans la parakératose.
- La parakératose : elle se caractérise par une couche cornée où persistent des noyaux dits pycnotiques, avec une couche granuleuse peu marquée ou absente.

Des études récentes ont montré que ces deux types de kératinisation diffèrent sur plusieurs aspects. Ces variations pourraient être liées aux différentes sollicitations mécaniques [125].

Au niveau de la muqueuse masticatoire, on observe principalement un épithélium orthokératinisé, notamment au niveau de la gencive attachée et du palais dur. L'épithélium parakératinisé, quant à lui, se retrouve principalement sur la face dorsale de la langue, bien qu'il puisse également être présent au niveau de la gencive marginale.

4.2.2. La lamina propria

Le tissu conjonctif, ou chorion, est très vascularisé et est constitué d'éléments nerveux, de fibroblastes, de cellules immunitaires et de fibres de collagène, le tout inclus dans une substance amorphe. Ce tissu se divise en deux couches : une couche réticulaire profonde et une couche papillaire superficielle. La couche réticulaire est principalement composée de fibres de collagène épaisses (types I et III) et se relie directement au périoste. Cette jonction, appelée muco-périostée, confère à la muqueuse son adhérence à l'os sous-jacent [128].

4.3. Les techniques de prélèvement

Il n'existe pas de véritable classification permettant d'évaluer précisément la hauteur et l'épaisseur de tissu kératinisé (TK) au niveau d'un site édenté. Toutefois, comme mentionné précédemment, une largeur minimale de 2 mm de TK autour des implants est recommandée afin de favoriser la stabilité des tissus péri-implantaires [29].

De nombreuses interactions ont lieu entre l'épithélium et le tissu conjonctif, tant au cours du développement embryonnaire qu'à l'âge adulte. Il a été démontré que le tissu conjonctif sous-jacent joue un rôle actif et régulateur sur l'épithélium qui le recouvre. Ainsi, selon les travaux de Karring (1975), un tissu conjonctif oral transplanté de manière hétérotopique depuis une muqueuse masticatoire vers un autre site influence la différenciation histomorphologique de l'épithélium receveur [129]. Le type de kératinisation dépend de l'expression de facteurs inducteurs, notamment des facteurs de croissance et des cytokines produits par les fibroblastes. Autrement dit, un tissu conjonctif prélevé au niveau de la muqueuse masticatoire induira la formation d'un épithélium kératinisé [130]. Les auteurs n'ont pas observé de différence significative dans le degré de kératinisation du site greffé selon que le tissu conjonctif ait été prélevé en surface ou en profondeur.

La nature du conjonctif greffé exerce une forte influence sur l'épithélium sus-jacent, mais cette influence est principalement modulée par l'âge du patient et le type d'épithélium receveur [131].

Il est désormais plus facile de déterminer quels types de greffons peuvent être utilisés pour apporter un volume suffisant de tissu kératinisé (TK) au niveau d'un site pré-implantaire (Figure 54). En cas d'absence complète de TK, l'objectif est d'augmenter la hauteur tissulaire et de favoriser la formation d'un épithélium résistant aux contraintes masticatoires. Dans ce contexte, la greffe épithélio-conjonctive (GEC), également appelée greffe gingivale libre, constitue la technique de choix pour compenser ce déficit.

En revanche, lorsqu'un gain en épaisseur est recherché, le greffon conjonctif sous-épithélial (CTG) est privilégié [132].

D'autres techniques seront décrites ultérieurement permettant aussi d'aménager l'environnement muqueux en pré-implantaire.

Selon le type de greffon sélectionné, différentes zones de prélèvement peuvent être envisagées au niveau de la muqueuse masticatoire.

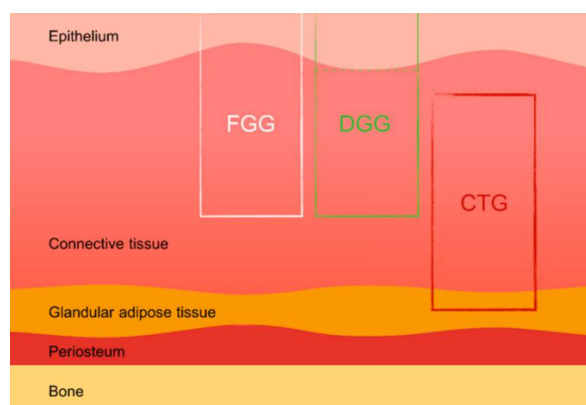


Figure 54 : Schéma des différents types de greffons, FGG : Greffe Gingival Libre, DGG : Greffe Gingivale désépithérialisée, CTG : Greffe de Tissu Conjonctif [133]

4.3.1. Prélèvement palatin

Il s'agit du site de prélèvement le plus couramment utilisé, que ce soit pour une greffe épithélio-conjonctive (GEC) ou un greffon conjonctif (CTG). Deux zones principales de prélèvement peuvent être distinguées : le palais antérieur et le palais postérieur.

Le palais antérieur s'étend de la face mésiale de la canine jusqu'au secteur prémolaire, tandis que le palais postérieur va de la face distale de la deuxième prémolaire à celle de la deuxième molaire

4.3.1.1. Greffon épithélio-conjonctif

Pour une greffe épithélio-conjonctive, la technique de prélèvement est unique et relativement simple. Elle a été décrite pour la première fois par Sullivan et Atkins en 1968 [134].

Les limites du greffon sont généralement les suivantes : en mésial, la face distale de la canine ; en coronaire, à 2 mm sous les collets des dents adjacentes afin de respecter l'espace biologique ; en largeur, entre 5 et 8 mm et en longueur, suffisante pour recouvrir l'ensemble du site receveur [135]. À titre indicatif, la partie active d'une lame n°15 mesure environ 8 mm, ce qui permet d'estimer visuellement la largeur du greffon. L'utilisation d'un patron reproduisant les dimensions du site à greffer, positionné au niveau du palais, peut également guider les incisions.

Le protocole chirurgical consiste en [135] (Figure 55) :

- Réalisation de deux incisions longitudinales, perpendiculaires à l'os, en épaisseur partielle,
- Réalisation de deux incisions transversales, entrecroisées aux premières, permettant de délimiter un rectangle correspondant à la taille du greffon (identique au patron),
- Libération du greffon initiée le long de l'incision paramarginale, puis poursuivie progressivement afin d'obtenir un greffon d'environ 2 mm d'épaisseur,
- Le greffon peut ensuite être dégraissé et désépaissi si nécessaire,
- Il est placé dans du sérum physiologique afin de limiter sa contraction.

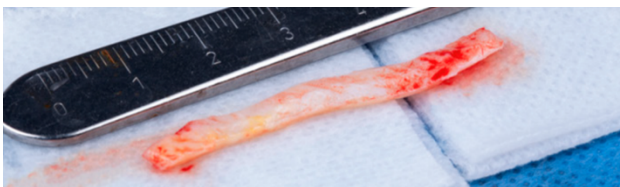


Figure 55 : a) Photographie d'un greffon épithélio-conjonctif prélevé au palais, b) Photographie endobuccale de la plaie palatine [136]

On obtient une cicatrisation de seconde intention au niveau du site donneur. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour limiter les suites post-opératoires au niveau palatin [135] (Figure 56) :

- Réalisation d'un réseau de sutures recouvert de composite fluide afin de créer une plaque protectrice,
- Mise en place d'éponges hémostatiques ou d'une membrane de collagène,
- Confection d'une plaque acrylique compressive recouvrant le palais et stabilisant le caillot.



Figure 56 : Photographie endobuccale a) Réseau de fil et Surgicel [137], b) Plaque palatine compressive [136]

Le prélèvement de greffon épithélio-conjonctif constitue une technique fiable et bien codifiée. Sa simplicité d'exécution et sa reproductibilité en font une option de choix dans la gestion des tissus mous péri-implantaires. La maîtrise des zones de prélèvement, des dimensions optimales du greffon ainsi que des mesures visant à limiter les suites post-opératoires contribue directement au succès clinique et au confort du patient.

4.3.1.2. Greffon conjonctif

L'objectif est ici d'obtenir un greffon dépourvu d'épithélium, composé exclusivement de tissu conjonctif issu de la muqueuse masticatoire. Seules les techniques les plus couramment utilisées seront présentées dans cette section, bien qu'il existe de nombreuses variantes décrites dans la littérature [138].

4.3.1.2.1. Greffon épithélio-conjonctif désépithérialisé

Il est possible de prélever un greffon épithélio-conjonctif, comme décrit précédemment, puis de le désépithéaliser ex vivo, sur table, afin de ne conserver que la portion conjonctive. La technique consiste à retirer l'épithélium à l'aide d'une lame froide, placée parallèlement à la jonction épithélio-conjonctive [139] (Figure 57).

L'utilisation d'un moyen de grossissement est fortement recommandée afin d'éviter toute persistance de tissu épithélial.

Une alternative consiste à réaliser la désépithéalisation directement in situ, avant le prélèvement, à l'aide de fraises montées sur turbine. Le greffon, composé uniquement de tissu conjonctif, est ensuite prélevé.

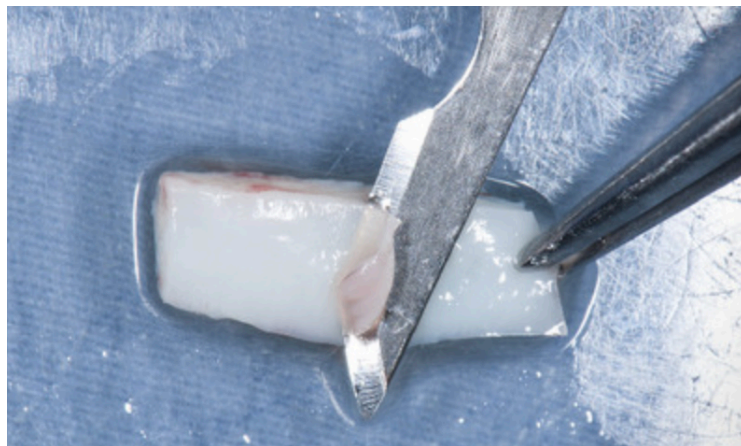


Figure 57 : Photographie de la désépithéalisation d'un greffon épithélio-conjonctif [139]

4.3.1.2.2. La technique de la trappe

Initialement décrite par Edel en 1974 [140], cette technique permet de prélever uniquement la portion conjonctive du greffon, tout en préservant l'épithélium au niveau du site donneur.

Le protocole chirurgical consiste en [135] :

- Un patron, découpé aux dimensions du greffon souhaité, et positionné sur le palais,
- Des incisions mésiale et distale verticales sont réalisées en épaisseur partielle,

- Une incision longitudinale, perpendiculaire à l'os, relie les deux premières,
- Un décollement de type "trappe" est effectué à l'aide d'une lame froide, en épaisseur partielle. Cette trappe comprend l'épithélium et une fine couche de conjonctif superficiel,
- Le greffon conjonctif est ensuite prélevé sous la trappe,
- Une incision apicale permet de détacher le greffon,
- La trappe est repositionnée, puis le site est suturé, permettant une cicatrisation par première intention.

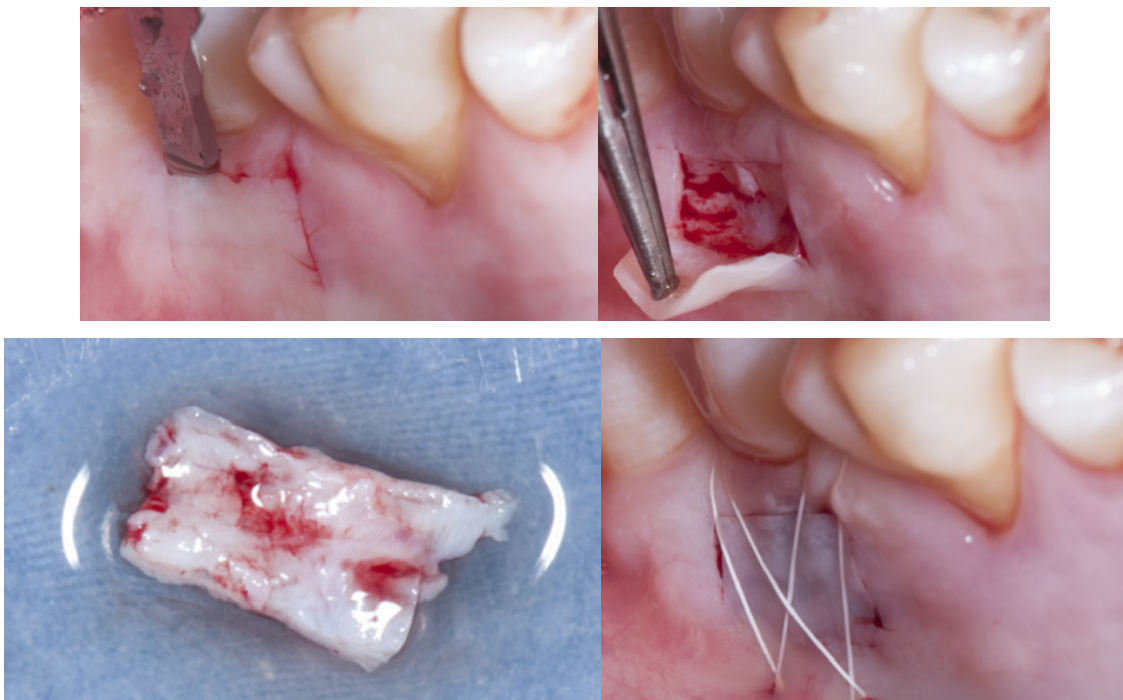


Figure 58 : Photographie de la technique en trappe a) Incision horizontale et deux décharges verticales, b) Lambeau d'épaisseur partielle, c) Greffon conjonctif prélevé sous la trappe, d) Sutures du lambeau palatin [139]

Les objectifs sont d'obtenir un greffon de qualité, riche en tissu conjonctif, tout en assurant une cicatrisation optimale du site donneur.

4.3.1.2.3. La technique de l'incision parallèle

Cette technique, introduite par Langer et Calagna en 1980 puis décrite plus en détail en 1982 [141] repose sur la réalisation d'incisions verticales spécifiques permettant le prélèvement d'un greffon conjonctif sous-épithélial.

Le protocole chirurgical consiste en [142] (Figure 59) :

- Deux incisions verticales parallèles entre elles et à la surface osseuse. Elles sont réalisées sur une profondeur de 8 à 10 mm. Elles sont situées à 2 et à 4 mm de la marge gingivale,
- Le greffon est ensuite délimité par deux incisions verticales mésiales et distales,
- Une incision apicale permet de séparer le greffon conjonctif de l'os palatin,
- Le collier épithélial est retiré directement sur le champ opératoire, ne laissant que le tissu conjonctif,
- Le site donneur est enfin suturé.



Figure 59 : Schéma de la technique de l'incision parallèle [135]

La technique de Langer et Calagna représente une approche fiable pour le prélèvement de greffon conjonctif sous-épithélial, offrant un bon contrôle de la profondeur et des dimensions du prélèvement. Elle permet l'obtention d'un greffon de qualité, tout en préservant une cicatrisation de première intention au niveau du site donneur. Sa principale difficulté réside dans le parallélisme des incisions mais elle fait tout de même partie des techniques utilisés en chirurgie plastique péri-implantaire.

4.3.1.2.4. Incision unique : l'enveloppe

La technique décrite par Hürzeler et Weng en 1999 [139] vise à limiter les incisions de décharge, préserver la vascularisation du site donneur, réduire les douleurs post-opératoires et favoriser une cicatrisation optimale.

Le protocole chirurgical consiste en [135] (Figure 60) :

- Une incision unique, perpendiculaire à l'os, et réalisée à 2 mm des collets dentaires, sur une profondeur de 1 à 1,5 mm,
- La lame est ensuite inclinée parallèlement à la surface osseuse pour séparer l'épithélium du conjonctif. Cela se fait par des mouvements de distal en mésial, sur une longueur d'environ 8 mm,
- Le greffon est délimité en mésial et en distal par une rotation de la lame à travers le lambeau, évitant ainsi les incisions de décharge,
- Une troisième incision, également perpendiculaire à l'os mais située 1 mm plus apicalement que la première, permet de laisser un bandeau de tissu conjonctif sur le site donneur, favorisant la coaptation des berges et la revascularisation du lambeau,
- Une incision supra-périostée est ensuite pratiquée pour détacher le greffon conjonctif de son support osseux,
- Le greffon est finalement libéré par une dernière incision apicale,
- Il est ensuite modelé et adapté au site receveur,
- L'enveloppe est suturée, assurant une cicatrisation par première intention.



Figure 60 : Photographies endobuccales de la technique de l'enveloppe a) Incision unique et désépithélialisation, b) Le greffon est délimité en laissant un petit bandeau de conjonctif pour faciliter la fermeture primaire du site, c) Greffon palatin comprenant une petite couche de tissus adipeux, d) Fermeture étanche du site [139]

La technique de Hürzeler et Weng se distingue par son approche minimalement invasive, qui préserve la vascularisation du site donneur et limite les incisions de décharge. Ces caractéristiques en font une méthode particulièrement intéressante pour améliorer la cicatrisation et réduire l'inconfort post-opératoire [139].

La sélection de la méthode repose sur l'expérience du praticien, les caractéristiques du site receveur et la quantité de tissu nécessaire.

4.3.2. Prélèvement conjonctif tubérositaire

Le prélèvement tubérositaire permet de couvrir des sites plus restreints que ceux traités avec un greffon palatin, mais il offre une épaisseur tissulaire plus importante. Ce type de greffon est généralement de meilleure qualité, car il contient un tissu conjonctif dense, contrairement au palais qui présente souvent une proportion plus élevée de tissu adipeux.

Dans cette indication, il est préférable de ne prélever que le tissu conjonctif ou de désépithélialiser le greffon. Cependant, à la différence du palais antérieur, la tubérosité maxillaire, en raison de sa densité et de sa moindre vascularisation, ne tolère pas l'exposition du greffon, ce qui augmente le risque de nécrose [139].

La région tubérositaire commence au niveau de la face distale de la deuxième ou troisième molaire maxillaire. Sa morphologie est très variable d'un patient à l'autre, ce qui constitue une limite à l'utilisation systématique de ce site donneur.

4.3.2.1. Le *Distal Wedge*

Initialement développée en chirurgie parodontale, la technique du *distal wedge* avait pour objectif de corriger l'excès de tissu mou en distal de la dernière molaire, notamment pour éliminer une poche parodontale ou une hyperplasie gingivale [135]. Elle a depuis été adaptée comme méthode de prélèvement de greffon conjonctif (Figure 61).



Figure 61 : Schéma du principe du *distal Wedge* en vue frontale et occlusale [143]

Le protocole chirurgical consiste en [139] (Figure 62) :

- Deux incisions mésio-distales partant du point le plus distal de la tubérosité, divergentes vers l'os et en direction des angles disto-vestibulaire et disto-palatin de la dernière molaire, d'environ 1,5 mm de profondeur. En vue frontale, elles délimitent un greffon de forme triangulaire ou trapézoïdale,
- Un petit lambeau vestibulaire en épaisseur partielle peut être réalisé afin d'accéder à la face vestibulaire du greffon et facilite la fermeture du site,
- Le greffon, de forme cunéiforme, est détaché par une incision supra-périostée,
- Il est ensuite désépithélialisé en extra-oral, puis adapté au site receveur,
- Le site donneur est refermé de manière hermétique.

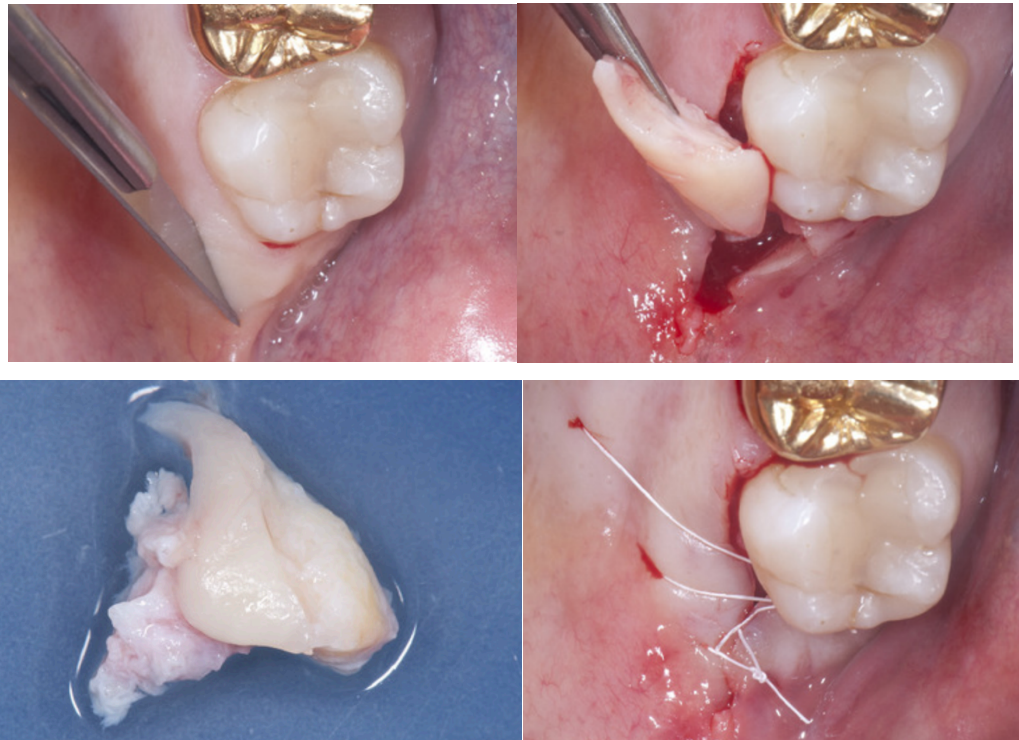


Figure 62 : Photographies endobuccales de la technique du distal Wedge a) Incisions allant du point le plus distal à la face distale de la dernière molaire, b) Incision sus-périostée pour libérer le greffon, c) Greffon tubérositaire épithélio-conjonctif, d) Sutures étanches de la tubérosité [139]

L'inconvénient principal de cette technique réside dans la forme trapézoïdale du greffon, qui nécessite souvent un remodelage important pour pouvoir l'adapter correctement au site receveur [144].

4.3.2.2. La technique par tranche

Cette technique permet de contourner certaines limites associées aux autres méthodes de prélèvement au niveau de la tubérosité. Alors que les techniques classiques abordent la tubérosité dans sa longueur et nécessitent l'utilisation de lames courbes, cette approche repose sur une gingivectomie tangentielle à la crête, facilitant ainsi l'accès au tissu conjonctif [144].

Il est possible de classer la longueur des tubérosités en trois catégories : courte, moyenne ou longue, ce qui influence directement l'angulation des incisions et la quantité de tissu disponible.

Le protocole chirurgical consiste en [144] (Figure 63) :

- La première incision distale doit être aussi perpendiculaire que possible à l'axe de la crête alvéolaire, à environ 2 mm en distal de la dernière molaire. Un angle d'incision compris entre 0° et 40° est toléré, selon la position de la commissure labiale, la laxité de la joue et la longueur de la tubérosité, qui peuvent gêner la manipulation de la lame. Plus la tubérosité est courte, plus l'angle devra être proche de 0° afin de prélever une quantité suffisante de tissu conjonctif,
- La deuxième incision est réalisée en distal, parallèle à la première. L'espacement entre les deux incisions varie généralement de 2 à 3 mm, selon l'épaisseur du greffon souhaitée,
- Une troisième incision, supra-périostée, relie les deux précédentes en profondeur, parallèlement à la surface osseuse,
- Le greffon est ensuite recueilli, désépithérialisé sur table pour ne conserver que le tissu conjonctif, puis placé dans une solution saline.
- Le site donneur ne nécessite pas de suture, mais une gestion rigoureuse de l'hémostase est indispensable.





Figure 63 : Schéma de la technique par tranche a) Première incision avec un angle proche de 0°, b) Seconde incision parallèle à la première, c) Dernière incision sus-périostée, d) Récolte du greffon tubérositaire, e) Greffon tubérositaire épithélio-conjonctif, f) Désépithélialisation du greffon [144]

Cette procédure peut être répétée plusieurs fois en direction postérieure, en fonction de l'anatomie du patient. La reconstruction complète de la tubérosité reste possible si un bandeau de tissu d'environ 3 mm est préservé entre chaque prélèvement.



Figure 64 : Schéma d'un double prélèvement tubérositaire a) En vue latérale, b) En vue occlusale

4.3.2.3. La technique d'incision parallèle

Cette technique permet le prélèvement d'un greffon conjonctif de plus grande dimension, adapté aux sites nécessitant un volume tissulaire important [145].

Le protocole chirurgical consiste en [145] (Figure 65) :

- Deux incisions crestaies, parallèles et espacées de 2 mm, réalisées à une profondeur d'environ 1,5 mm. Elles s'étendent de la face distale de la dernière molaire à la face distale de la tubérosité,
- À partir de l'incision vestibulaire, une dissection en épaisseur partielle est effectuée jusqu'à la partie verticale de la tubérosité,
- De la même manière, une dissection en épaisseur partielle est réalisée à partir de l'incision palatine en direction apicale,
- Quatre incisions de pleine épaisseur sont ensuite pratiquées pour délimiter précisément le greffon,
- Une incision supplémentaire, parallèle à la surface osseuse, permet de détacher le greffon conjonctif,
- Une collerette épithéliale de 2 mm est ensuite retirée pour ne conserver que la portion conjonctive,
- Le site donneur est ensuite fermé hermétiquement avec les lambeaux d'épaisseur partielle réalisés en vestibulaire et palatin.

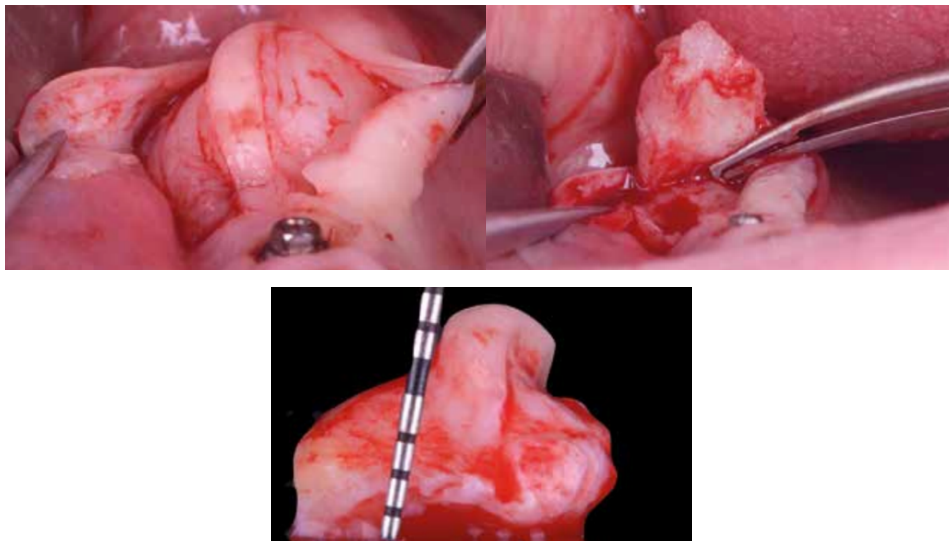


Figure 65 : Photographies endobuccales d'un prélèvement tubérositaire par la technique de l'incision parallèle
a) Dissection en épaisseur partielle des lambeaux vestibulaire et palatin, b) Incision sus-périostée pour libérer le greffon, c) Greffon conjonctif avec une bande de 2mm d'épithélium [145]

Cette technique permet l'obtention d'un greffon conjonctif de taille plus importante, tout en assurant un contrôle précis de l'épaisseur et de la forme du prélèvement. La fermeture hermétique du site donneur contribue à une meilleure cicatrisation et à une réduction des complications post-opératoires.

4.4. Techniques de gain en hauteur

4.4.1. La greffe épithélio-conjonctive

Décrite pour la première fois par Björn en 1963, puis par Nabers en 1966, la greffe épithélio-conjonctive (GEC) consiste en une transplantation autogène d'un lambeau constitué d'épithélium kératinisé et de tissu conjonctif prélevé au niveau de la muqueuse masticatoire vers un site receveur.

En pré-implantaire, son indication principale est l'augmentation de tissu kératinisé au niveau crestal afin de préparer la pose ultérieure des implants. Cette greffe permet à la fois un gain en hauteur et en épaisseur de tissu kératinisé. Pour assurer la prise du greffon, une vascularisation optimale est indispensable. Le site receveur doit donc présenter une épaisseur suffisante de tissu conjonctif périosté pour favoriser la survie et l'intégration du greffon.

Préparation du site receveur

Le protocole chirurgical consiste en [137] (Figure 66) :

- Réalisation d'une première incision horizontale en épaisseur partielle au niveau de la jonction muco-gingivale, et s'étendant sur la longueur de la zone à greffer,
- Deux incisions verticales de décharge proximales, également en épaisseur partielle, délimitant un trapèze à grande base apicale,
- Dissection de la muqueuse alvéolaire à partir de la première incision, en direction apicale, en demi-épaisseur afin de ne retirer que la muqueuse alvéolaire tout en laissant intacte une partie du tissu conjonctif et du périoste sous-jacent,
- Le lambeau labial peut être découpé ou suturé apicalement avec des points muco-périostés selon le besoin,
- La taille du greffon à prélever est mesurée à l'aide d'une sonde parodontale, un patron pouvant être réalisé pour guider les incisions.

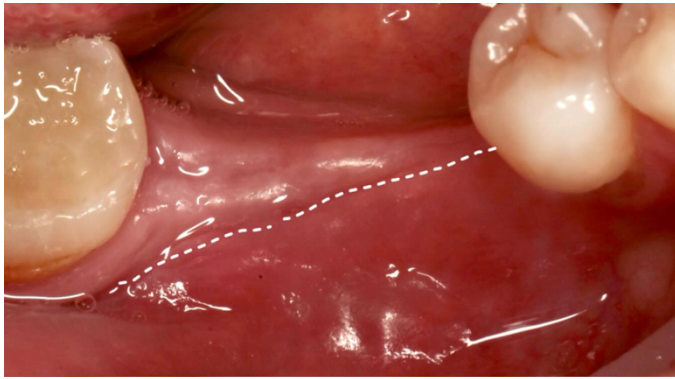


Figure 66 : a) et b) Photographies endobuccales d'un défaut en hauteur de tissu kératinisé secteur 4

Source : Dr Shabnam Tapdykly

Prélèvement du site donneur

Cette étape reprend la technique du greffon épithélio-conjonctif (Figure 55). Un patron est utilisé pour prélever un greffon légèrement surdimensionné afin d'anticiper la contraction, tout en respectant les dimensions du site receveur. La graisse et le tissu glandulaire sont retirés, ce qui rend le greffon plus régulier et propre [146] (Figure 55). Le greffon est ensuite placé dans du sérum physiologique. Le site donneur est suturé selon les techniques précédemment décrites (Figure 56).

Mise en place du greffon et sutures

L'objectif principal de cette étape est d'assurer la stabilité et la vascularisation optimale du greffon, tout en évitant toute ischémie. Des fils non résorbables de calibre 5.0 ou 6.0 sont utilisés. Le greffon est positionné avec la face épithéliale orientée vers la surface et ajusté si nécessaire pour s'adapter au lit receveur. Il est d'abord fixé par des points de positionnement en « O », muco-périostés, afin de le stabiliser dans la position souhaitée. Ensuite, des points matelassiers verticaux sont placés sur les bords coronaires et apicaux du greffon, tout le long, permettant un contact intime avec le lit receveur [147] (Figure 67). Cela facilite l'anastomose des capillaires sanguins au sein même du greffon.

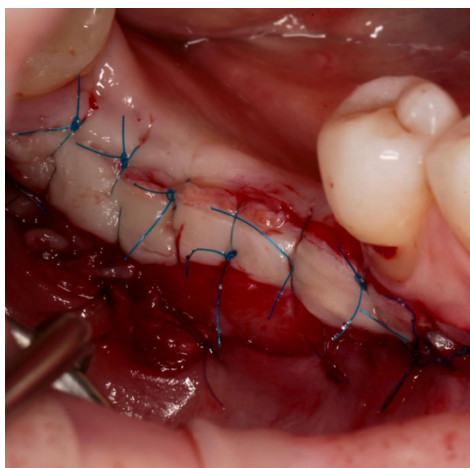


Figure 67 : Photographie endobuccale du greffon épithélio-conjonctif suturé sur la crête

Source : Dr Shabnam Tapdykly

En postopératoire, même si une plaque de composite protège la plaie au niveau du site donneur, la douleur sur les sites donneur et receveur reste plus intense comparée à une fermeture primaire des deux sites. Une fois cicatrisée, la greffe épithélio-conjonctive présente souvent une esthétique moins satisfaisante, liée à une différence de couleur et d'épaisseur avec la gencive adjacente [137] (Figure 68).

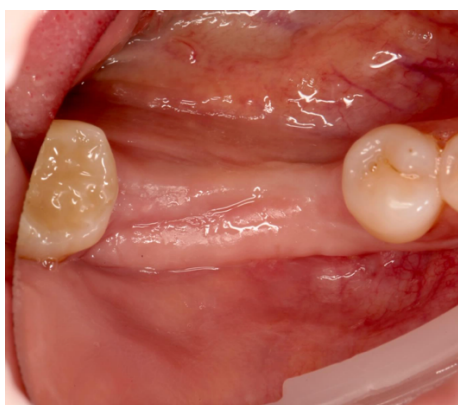


Figure 68 : Photographie endobuccale a) De la crête après cicatrisation, b) De la hauteur de TK après la pose des couronnes implanto-portées

Source : Dr Shabnam Tapdykly

4.4.2. Le lambeau déplacé apicalement

Cette technique, décrite dans les années 1950, peut être réalisée seule ou associée à une GEC. Elle consiste à créer une plaie muqueuse en exposant le

périoste, favorisant une cicatrisation de seconde intention. Cette méthode permet d'augmenter efficacement la dimension apico-coronaire de la muqueuse kératinisée, d'approfondir le vestibule et même de libérer les attaches ligamentaires liées aux bridges ou freins [148]. Elle ne nécessite ni site donneur, ni biomatériaux.

Le protocole consiste en une incision horizontale en épaisseur partielle, située légèrement coronaire à la jonction muco-gingivale. Deux incisions de décharge dessinent un trapèze à grande base apicale. La muqueuse est ensuite disséquée en laissant intact le périoste. Le lambeau, incluant un bandeau de tissu kératinisé, est déplacé apicalement puis suturé au périoste. La plaie muqueuse ainsi créée cicatrise en formant du tissu kératinisé [148].

Une variante de cette technique supprime les incisions de décharge afin de préserver au maximum la vascularisation du lambeau. La muqueuse est disséquée et suturée de la même manière, mais prend alors une forme de demi-sphère (Figure 69). Cette méthode donne des résultats prédictibles, avec un gain moyen d'environ 2 mm de tissu kératinisé. Toutefois, un minimum de 0,5 mm de tissu kératinisé est requis pour sa réalisation [149][150].

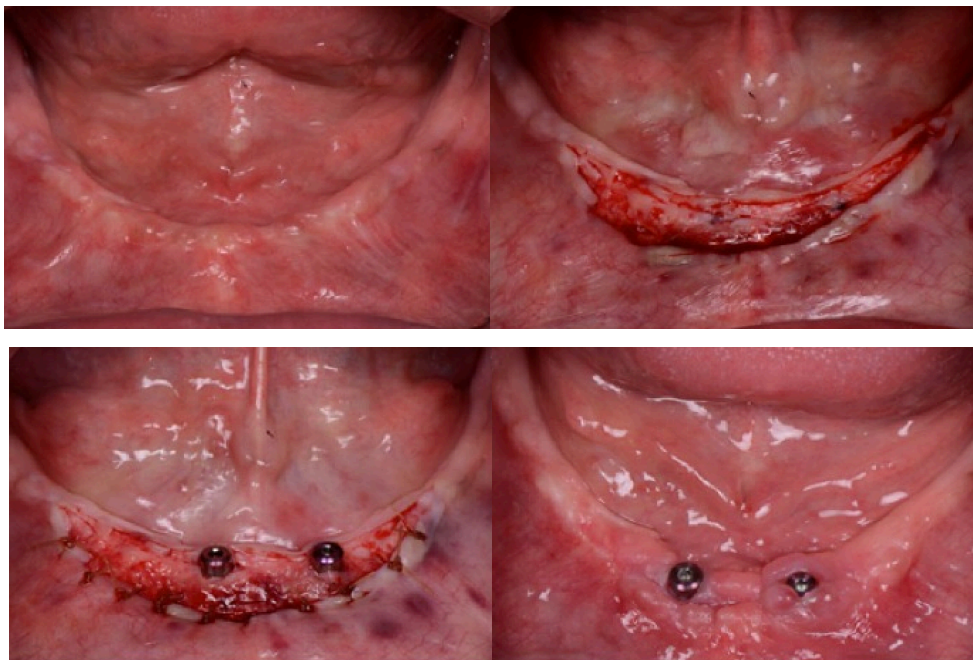


Figure 69 : Photographies endobuccale d'un lambeau déplacé apicalement a) Crête mandibulaire avec défaut de TK en hauteur, b) Lambeau d'épaisseur partielle sans décharges avec préservation d'un bandeau de TK, c) Sutures apicales périostés du lambeau, d) Résultat post-opératoire avec augmentation de l'épaisseur de TK [151]

4.5. Technique de gain en épaisseur

Dans ces cas, la hauteur de tissu kératinisé est suffisante, mais présente un défaut, le plus souvent vestibulaire, pouvant entraîner un bourrage alimentaire sous la restauration prothétique ou un compromis esthétique dans le sourire.

4.5.1. La technique du « rouleau » ou greffe pédiculé de tissu conjonctif

Décrite en 1980 par Abrams *et al.*, cette technique utilise un tissu conjonctif pédiculé pour épaissir la muqueuse vestibulaire. Elle consiste à replier le tissu conjonctif palatin et à le rouler sous le lambeau vestibulaire. Elle est le plus souvent réalisée lors de la pose des implants ou au moment du découvrément, mais peut également être pratiquée en amont.

Le protocole chirurgical consiste en [152] (Figure 70) :

- Incision horizontale, de la longueur du défaut à combler, décalée en palatin, sans contact osseux. Le déport apico-coronal doit correspondre à la hauteur du tissu manquant en vestibulaire,
- Deux incisions de décharge proximales, allant du site initial jusqu'à la face vestibulaire, délimitent le lambeau,
- Désépithélialisation de la zone palatine jusqu'au sommet de la crête, à la lame froide ou à la fraise,
- Le lambeau pédiculé est disséqué grâce à une incision sus-périostée allant de la partie palatine jusqu'en vestibulaire,
- Le lambeau ainsi préparé, le pédicule conjonctif est replié vers le vestibule.
- Le pédicule est adapté puis suturé au lambeau vestibulaire,
- L'ensemble est plaqué contre la crête osseuse et stabilisé par des sutures muco-périostées,
- La zone palatine exposée est protégée par une éponge collagénique et/ou un pansement parodontal.

La principale limite est la cicatrisation de seconde intention au niveau du palais, responsable d'une morbidité post-opératoire accrue. C'est pourquoi l'implant est le plus souvent mis au cours de l'intervention pour diminuer la zone palatine exposée.

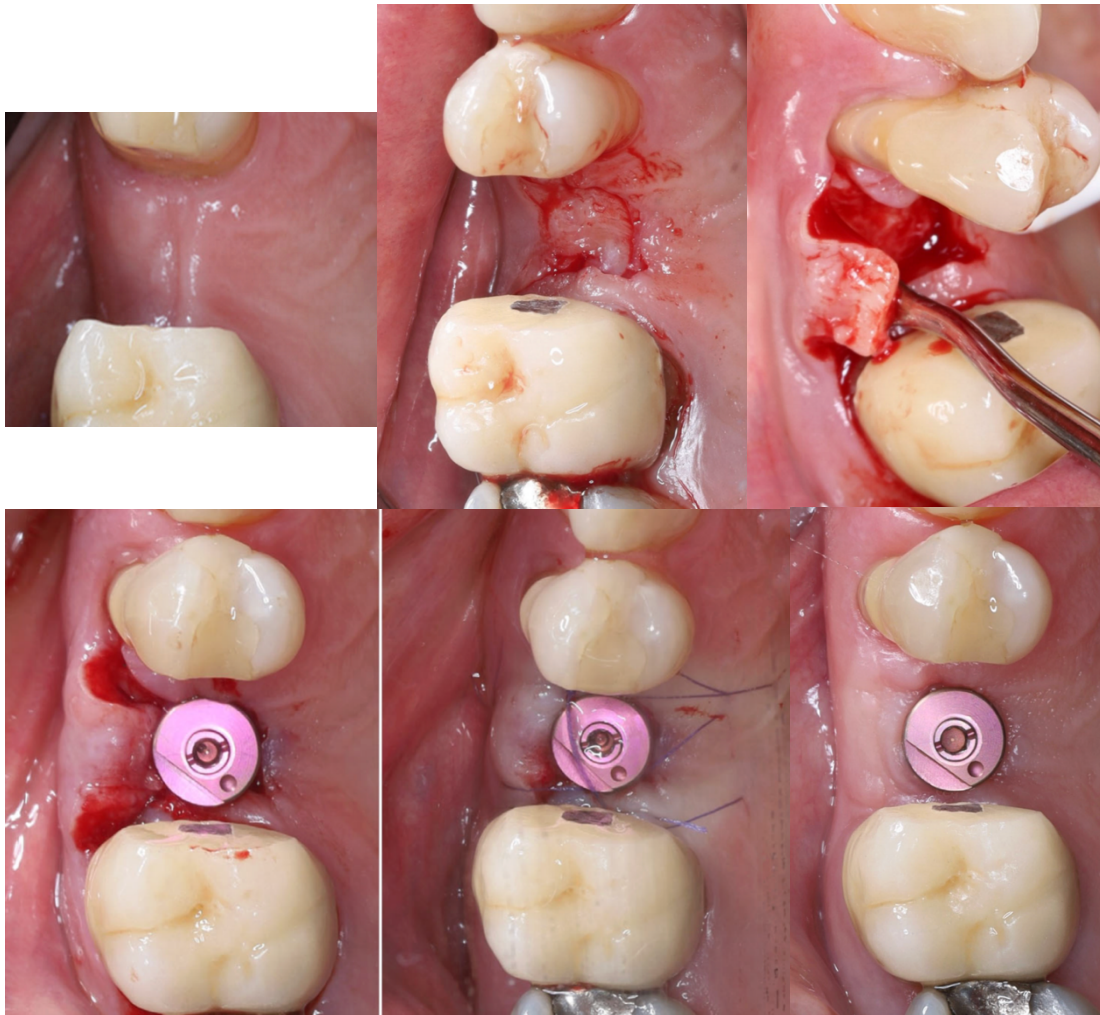


Figure 70 : Photographies endobuccales de la technique du rouleau d'Abrams a) Déficit d'épaisseur vestibulaire de TK, b) Incision déportée en palatin et deux incisions de décharges délimitant le lambeau, c) La partie crestale est désépithérialisée puis décollée jusqu'en vestibulaire, d) Le pédicule conjonctif est replié en vestibulaire, e) L'implant a été posé et le site est suturé, f) Cicatrisation du site à 3 mois comblant le défaut d'épaisseur [153]

Pour pallier les inconvénients liés à la cicatrisation palatine, une version modifiée de la technique du rouleau a été développée.

Le protocole chirurgical consiste en [154] [155] (Figure 71 et 72) :

- Réalisation d'une incision crestale et de deux incisions de décharge proximales en épaisseur partielle, dirigées vers le palais, délimitant un lambeau palatin pédiculé de forme trapézoïdale ou rectangulaire,
- Désépithérialisation à la lame froide du lambeau palatin pour exposer la partie conjonctive, qui sera ensuite roulée en vestibulaire,

- Élargissement des incisions verticales jusqu'en vestibulaire ou en intrasulculaire pour faciliter l'accès,
- La partie conjonctive palatine est délimité par 3 incisions (B et C Figure 71),
- Elle est ensuite disséquée grâce à une incision sus-périostée jusqu'en vestibulaire,
- Le pédicule conjonctif est ensuite roulé et suturé,
- Les lambeaux vestibulaire et palatin sont suturés de façon à obtenir une cicatrisation de première intention.

Cette version évite toute exposition du site chirurgical, réduisant ainsi les douleurs et les complications post-opératoires.

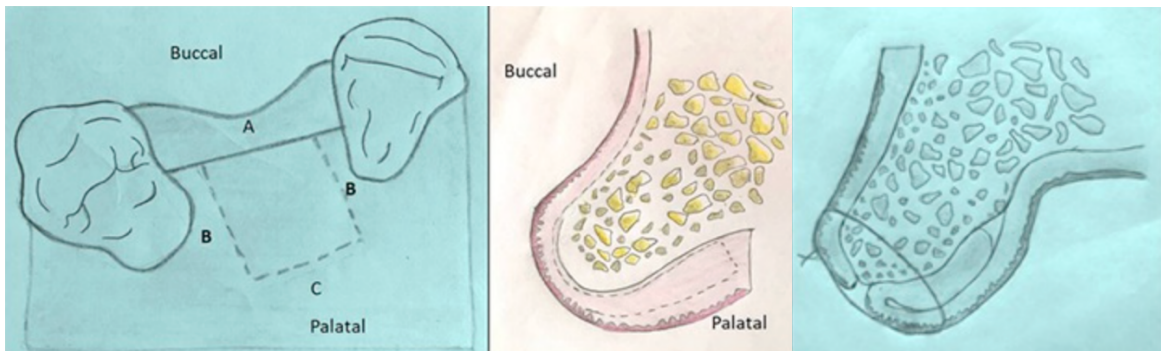
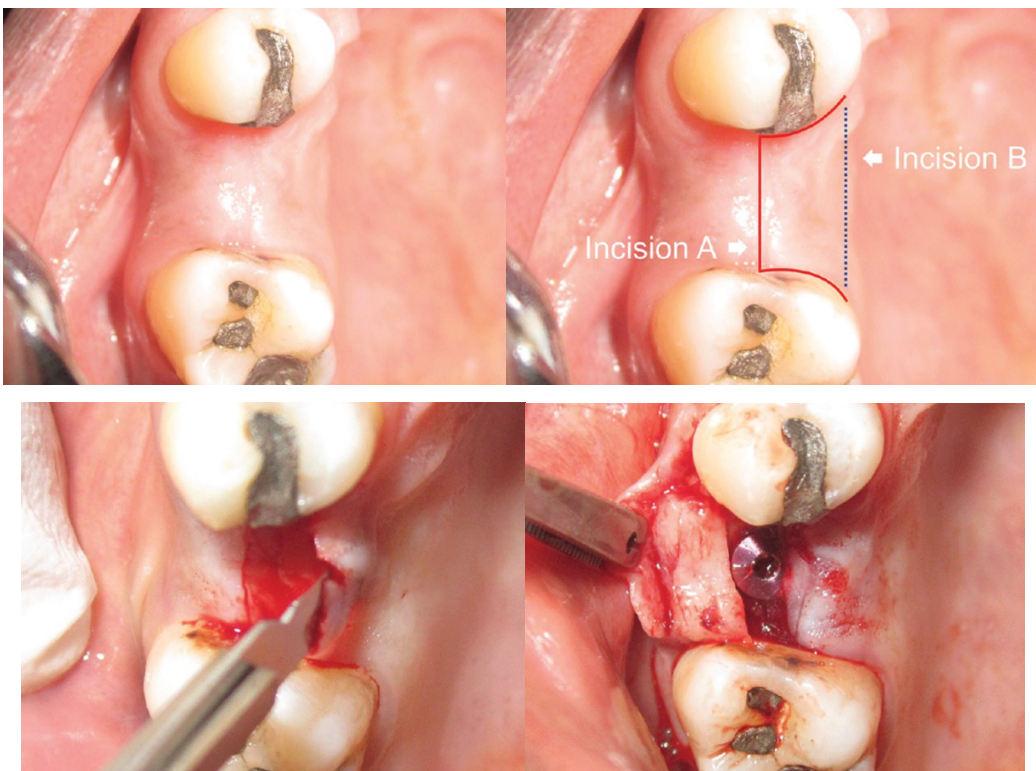


Figure 71 : Schéma du principe du lambeau roulé modifié [154]



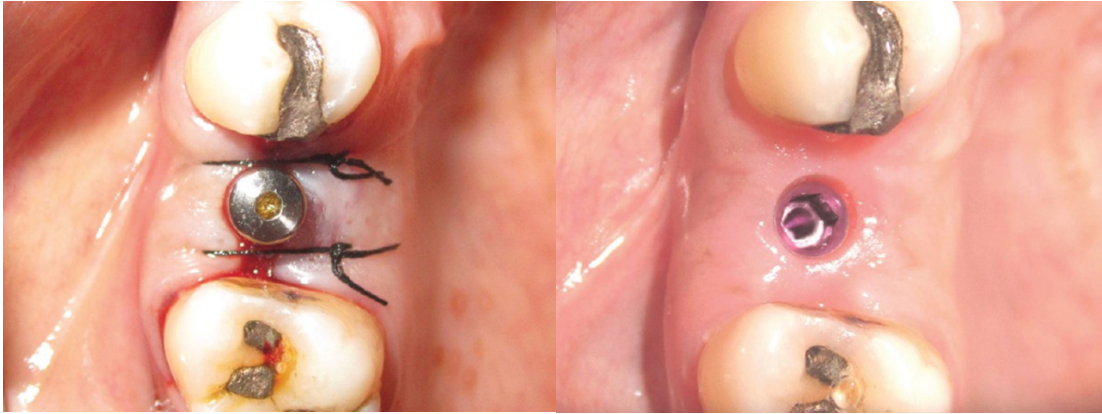


Figure 72 : Photographies endobuccales de la technique du rouleau roulé modifié a) Défaut d'épaisseur vestibulaire de TK, b) Tracé d'incision, c) Dissection du lambeau palatin en épaisseur partielle, d) La partie conjonctive palatine est délimitée et disséquée jusqu'en vestibulaire pour ensuite être roulée, e) Le lambeau est suturé sans exposé de partie osseuse, f) Cicatrisation du défaut vestibulaire à 1 mois [155]

La technique du rouleau d'Abrams, ainsi que ses variantes, ont démontré leur efficacité et leur stabilité dans l'épaississement des tissus kératinisés. Elles permettent une meilleure stabilité prothétique ainsi qu'une intégration esthétique harmonieuse [156]. Les versions modifiées, moins invasives, présentent l'avantage de limiter la douleur et la morbidité postopératoire tout en garantissant des résultats cliniquement prédictibles.

4.5.2. La greffe de tissu conjonctif enfoui

Introduite par les Docteurs Karring, Lang et Løe en 1975 [157], ils décrivent pour la première fois l'utilisation d'un greffon sous épithélial conjonctif autogène enfoui pour augmenter l'épaisseur de gencive kératinisée.

Le protocole chirurgical consiste en [157] (Figure 73) :

- Réalisation d'une incision crestale le long de la zone à greffer, sans atteindre l'os sous-jacent. L'incision est prolongée en intrasulculaire des dents adjacentes,
- Le lambeau vestibulaire est disséqué en épaisseur partielle, au-delà de la ligne muco-gingivale, en laissant le périoste intact. Cela permet la création d'un lit receveur bien vascularisé, favorable à l'angiogenèse, essentielle à la survie du greffon,

- Le greffon conjonctif est prélevé au niveau du palais ou de la tubérosité, selon les techniques précédemment décrites,
- Il est ensuite suturé au lambeau vestibulaire à l'aide de fils non résorbables (5.0 ou 6.0),
- La fermeture est réalisée sans tension.

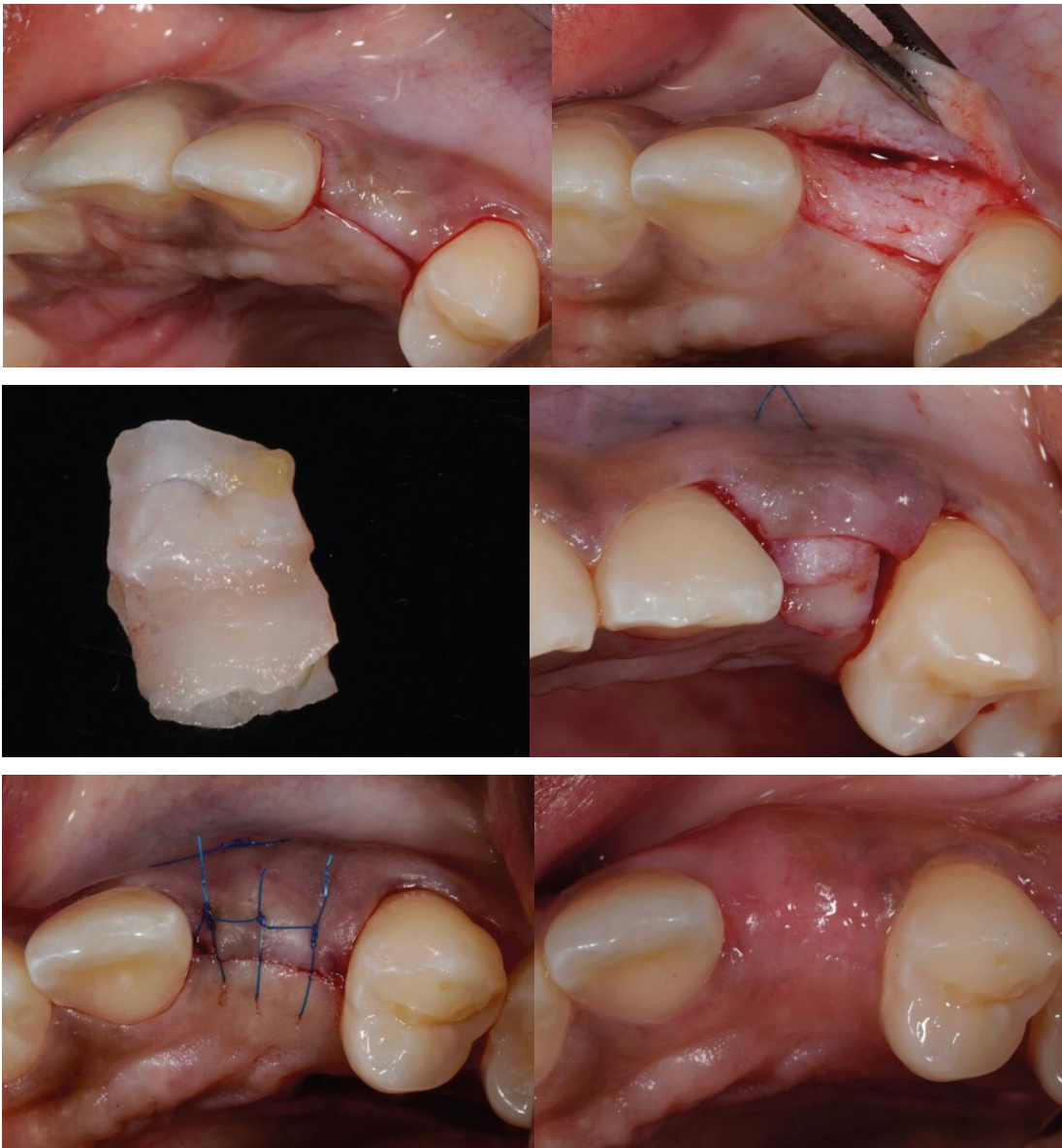


Figure 73 : Photographies endobuccales d'un conjonctif enfoui a) Incision d'épaisseur partielle au niveau d'un défaut d'épaisseur vestibulaire de TK, b) Elévation du lambeau d'épaisseur partielle vestibulaire, c) Prélèvement du greffon conjonctif au palais, celui-ci est replié sur lui-même pour doubler son épaisseur, d) Fixation du greffon sur le lambeau vestibulaire, e) Le site est refermé sans tension, f) Cicatrisation du défaut à 1 mois [157]

Afin d'éviter l'incision crestale, une approche en tunnel peut être utilisée pour obtenir des résultats comparables. Cette technique consiste à passer par le sulcus

des dents adjacentes et venir disséquer en épaisseur partielle le long de la crête. Le greffon est ensuite introduit par le tunnel créé, suturé sur la partie vestibulaire et fixé avec des points périostés pour le stabiliser sur les plans profonds. Bien que cette variante soit moins invasive et limite la taille de la plaie, elle requiert une bonne expérience clinique ainsi qu'une épaisseur suffisante de tissu kératinisé pour éviter toute perforation de l'épithélium [158].

V. TABLEAUX RÉCAPITULATIFS

5.1. Classe II (Cawood et Howell) : techniques post-extractionnelles

Technique	Principe/Protocole	Avantages	Inconvénients	Notes
Comblement osseux post-extractionnel (p23)	Comblement de l'alvéole avec biomatériau + fermeture primaire.	Limite la résorption + préservation du volume osseux.	Réduction TK, nécessité d'un lambeau.	Idéal si paroi vestibulaire >1 mm.
PRF post-extractionnel (p24)	Fibrine riche en plaquettes stimulant la cicatrisation. PRF en caillot/membrane, suturé à la muqueuse après extraction.	Accélère la cicatrisation, action anti-inflammatoire, peu invasif.	Maintien de volume limité. Résorption du PRF en 2-3 semaines.	À combiner avec biomatériau si possible. Idéale pour formation de TK.
Sticky bone (i-PRF + biomatériaux) (p25)	Biomatériau mélangé à i-PRF → agrégat gélatineux stable. Mélange de biomatériaux et i-PRF placé au fond d'alvéole +/- recouvert d'une membrane.	Très bonne stabilité, manipulation facile, moins de fuite de matériaux.	Densité osseuse moindre.	Comblement stable sans lambeau, bonne préservation horizontale.
Biomatériaux + membrane (p26)	Biomatériaux + membrane résorbables ou PRF. Biomatériaux dans l'alvéole + recouvert d'une membrane suturée à la muqueuse.	Très bonne stabilité, préserve le TK.	Coût, suivi plus important due à l'exposition de la membrane.	Comblement stable sans lambeau, bonne préservation horizontale.

5.2. Classe IV (Cawood et Howell) : techniques de gain horizontal

Technique	Principe/Protocole	Avantages	Inconvénients	Complications	Gains	Notes
ROG (Régénération osseuse guidée) avec membrane résorbable (p27)	Membrane collagène + biomatériau pour empêcher l'invagination des tissus mous. Décortication, biomatériau compacté, membrane, fermeture.	Faible morbidité.	Stabilité limitée.	Exposition et infection de la membrane.	Horizontal pure de 2 à 4 mm.	Nécessite une fermeture sans tension. Déficit horizontal modéré.
Sausage Technique (Urban) (p28)	Membrane pinsée pour stabilité maximale. Décortications, membrane pinsée, biomatériaux compacté, fermeture.	Gains supérieurs et très fiables.	Sensible, gestion lambeau cruciale.	Exposition et infection de la membrane.	4 à 6 mm.	Déficit horizontal modéré, gold standard.
Expansion osseuse (bone-splitting) (p29)	Ostéotomies + expansion crestale Ostéotomies, mobilisation, vis d'ostéosynthèse pour fixer les segments, comblement du défaut.	Pas de site donneur.	Risque de fracture, 2 à 5 mm de crête initiale.	Fracture osseuse, nécrose du segment.	3 à 5 mm.	Moins adapté mandibule postérieure, pose implant possible en un temps.

5.3. Classe V et VI (Cawood et Howell) : défauts verticaux et mixtes

Technique	Principe/Protocole	Avantages	Inconvénients	Complications	Gains	Notes
ROG avec membrane renforcée Ti-PTFE (p32)	Membrane non résorbable à renfort titane. Adaptation membrane, biomatériau, fixation avec des pins, retrait à 6 mois.	Stabilité volumique.	Gestion du lambeau, dépose du renfort lors de la pose de l'implant.	Infection, exposition de la membrane.	5 à 7 mm.	Gains verticaux.
Grille titane (CFAO ou manuelle) (p34)	Grille titane rigide maintenant un gros volume. Fixation grille usiné ou modelée sur place + biomatériau + membrane optionnelle.	Adaptation parfaite (CFAO).	Coût, exposition, dépose de la grille pour les implants, maîtrise du numérique.	Infection, dépose anticipée, perforation du lambeau.	5 à 8 mm.	Excellente en secteur esthétique. Défaut complexe.
Tenting Screw (p36)	Vis créant un espace sous la membrane. Vis ostéosynthèse dépassant + comblement du défaut + recouvert d'une membrane.	Technique simple et adaptable.	Stabilité moindre qu'une grille, peu de reculs clinique.	Exposition des vis, perforation du lambeau.	3 à 5 mm.	Technique prometteuse Défauts irréguliers mixtes.

Technique	Principe/Protocole	Avantages	Inconvénients	Complications	Gains	Notes
Grefe d'apposition (bloc autogène) (p37)	Bloc osseux cortico-spongieux prélevé puis fixé avec des vis ostéosynthèse. Prélèvement (ramus ou symphyse), adaptation, fixation, comblement des espaces, fermeture.	Biologique, ostéogénique, volume stable.	Morbidité site donneur, deux sites d'intervention, résorption partielle possible.	Paresthésie (symphyse), infection, exposition du greffon.	3 à 5 mm.	Défaut de 1 à 4 dents, site donneur à proximité si possible.
Grefe par coffrage de Khoury (p42)	Création d'un « coffrage » avec lamelles corticales pour reconstruire le plus souvent la paroi vestibulaire. Prélèvement os cortical, adaptation, fixation, comblement de l'espace créé, fermeture.	Biologique, ostéogénique, volume stable, moins de morbidité que des gros blocs.	Technique exigeante ; stabilité des lamelles cruciale.	Mobilité des corticales, déhiscence, infection, résorption partielle.	3 à 6 mm.	Site donneur à proximité si possible.
Double coffrage (p44)	Deux corticales (vestibulaire & linguale/palatine) isolent un compartiment rempli de particules. Prélever os cortical, fixation des corticales entre elles, espace inter-corticales comblé avec du biomatériaux, fermeture.	Bonne contention du greffon ; favorise revascularisation ; permet de combler des gros volumes.	Complexe ; morbidité donneur ; temps opératoire long, gestion des tissus mou.	Résorption, déhiscence, infection, instabilité des lamelles.	3 à 6 mm.	Efficace en secteur esthétique lorsque le bloc n'est pas possible. Besoin de contenir un grand volume.

Technique	Principe/Protocole	Avantages	Inconvénients	Complications	Gains	Notes
Grefe en inlay (sandwich) (p45)	Interposition d'un greffon dans une ostéotomie segmentaire (inlay entre segments osseux). Ostéotomie segmentaire, insertion greffon adapté, fixation avec des vis d'ostéosynthèse, comblement, fermeture.	Moindre altération muqueuse ; bon contact vasculaire si bien exécuté.	Chirurgie avancée ; planification précise nécessaire, technique lourde.	Non-union, infection, résorption segmentaire, nécrose du segment.	3 à 6 mm.	Alternative à l'onlay quand le profil muqueux doit être préservé.
Distraction osseuse (p47)	Ostéotomie contrôlée + activation lente (distracteur) créant un nouvel os. Principe du distracteur orthopédique. Ostéotomies pose du distracteur, latence 5–7 j, activation 0.5–1 mm/j, consolidation 2-4 mois.	Gains importants en hauteur ; os natif formé ; muqueuse étirée avec l'os.	Protocole long ; compliance patient ; complexité vectorielle, technique lourde.	Infection du dispositif, exposition migration, formation osseuse insuffisante, retrait prématuré.	Gains verticaux élevés : 8 à 12 mm.	Très utile en mandibule antérieure ; Atrophies verticales sévères.

Technique	Principe/Protocole	Avantages	Inconvénients	Complications	Gains	Notes
Transposition du NAI (p49)	Déplacement du NAI en dehors de trajet et modification de son émergence Exposer le foramen mentonnier, ostéotomie en avant du foramen, mobilisation du nerf, section du canal incisif, comblement, repositionnement du nerf en distal.	Pose implant en cas d'atrophie mandibulaire sévère.	Très risqué pour la sensibilité ; récupération incertaine, technique lourde, perte de sensibilité du bloc antérieur.	Perte permanente de sensibilité antérieur, douleur neuropathique, paresthésie, dysesthésie.	Gain fonctionnelle et prothétique.	Réservé à cas strictement sélectionnés , alternatives à privilégier si possible.
Repositionnement/latéralisation du NAI (p52)	Déplacer temporairement le nerf en dehors de son trajet pour permettre la pose des implants. Exposer le foramen mentonnier, ostéotomie en arrière du foramen, déplacement latéral du nerf, pose des implants comblement et repositionnement du NAI.	Permet la pose d'implants longs, évite gros comblements verticaux.	Risque élevé de lésion nerveuse, exige expérience, technique lourde.	Paresthésie, dysesthésie, douleur neuropathique, infection.	Gain fonctionnelle et prothétique.	Consentement éclairé primordial, alternatives : implants courts, greffe verticales.

Technique	Principe/Protocole	Avantages	Inconvénients	Complications	Gains	Notes
Sinus lift latéral (fenêtre latérale) (p53)	Récliner la membrane sinusienne pour interposer un biomatériau. Lambeau vestibulaire, volet osseux, élévation de la membrane de Schneider, comblement sous muqueux, fermeture.	Gains importants, vision directe, adaptable à divers biomatériaux.	Accès parfois difficile, durée de cicatrisation longue, irrégularité du plancher sinusien.	Perforation membrane, migration biomatériaux dans le sinus, hémorragie, infection, lésion des racines adjacentes, ou artériels.	6 à 10 mm.	Si hauteur comprise entre 3 et 5 mm, les implants peuvent être posé dans le même temps.
Sinus lift crestale — Summers (57)	Fracture et élévation douce de la corticale crestale par ostéotomes. Forage crestale, série d'ostéotomes progressifs, fracturation douce, comblement, pose implant si la stabilité le permet.	Moins invasif, souvent implantation simultanée, convalescence courte.	Gain limité, coups de maillet perçu de manière désagréable.	Perforation membrane, douleur, sinusite, déplacement biomatériau dans le sinus.	3 à 4 mm.	Très répandue ; technique opérateur-dépendante. Hauteur résiduelle modérée (6–8 mm).
Technique modifiée par Lazzara (crestale) (p58)	Variante crestale avec utilisation de forets et d'ostéotomes. Sous forage à 2mm du plancher et au diamètre, comblement, fracture du plancher avec les ostéotomes.	Meilleure maîtrise de la profondeur, moins de passage d'ostéotomes.	Toujours limitée en gain maximal.	Perforation membrane, douleur, sinusite, déplacement biomatériau dans le sinus.	2–5 mm.	Idem que le Summers.

Technique	Principe/Protocole	Avantages	Inconvénients	Complications	Gains	Notes
Technique de Fugazzotto (crestale) (p58)	Technique utilisant des trépan et des ostéotomes pour repousser le fragment osseux. Passage des trépan jusqu'à 1 mm du plancher, ostéotomes pour la fracture du plancher et l'élévation sinusienne, implantation si possible.	Optimise l'implant immédiat, garde la hauteur osseuse déjà présente.	Complexité & dépendance anatomique.	Perforation membrane, douleur, sinusite, déplacement du fragment dans le sinus.	2 à 6 mm en fonction de la hauteur déjà présente.	Bonne littérature, souhait d'implantation immédiate.
Technique de pression hydraulique (p59)	Élévation de la membrane par pression de liquide (saline) pour la détacher de la paroi sinusienne. Perforation contrôlée du plancher et injection de liquide par différents systèmes.	Moins traumatique, risque de perforation réduit.	Nécessite matériel spécifique, courbe d'apprentissage longue.	Perforation si pression excessive, échec si adhérences ou membrane épaisse.	3–6 mm.	Pas assez de recul clinique, épaisseur de la membrane à prendre en compte.

Technique	Principe/Protocole	Avantages	Inconvénients	Complications	Gains	Notes
Balloon sinus lift (technique du ballon) (p61)	Gonflage d'un ballon inséré après le forage pour décoller la membrane en douceur. Forage crestale, introduction du ballon, gonflage progressif pour récliner la membrane, comblement biomatériaux.	Très atraumatique, faible risque de perforation, bon contrôle volumétrique.	Accès difficile, espace limité pour comblement massif.	Perforation rare, échec si adhérences ou membrane épaisse, explosion du ballon.	3–6 mm.	Pas assez de recul clinique.
Séquences de forage / ostéotomes (crestal drilling sequences) (p61)	Forages progressifs et séquentiel et ostéotomes pour fracturer la corticale et élever la membrane.	Peu invasif, possibilité pose implant immédiate.	Gain limité, perforation possible, intervention plus longue, courbe apprentissage.	Perforation membrane, migration biomatériaux.	2 à 5 mm.	Dépend qualité osseuse et expertise de l'opérateur.

5.4. Gain en hauteur de tissu kératinisé

Technique	Principe/protocole	Avantages	Inconvénients	Complications	Notes
Grefe épithélio-conjonctive (p79)	Positionnement d'un greffon épithélio-conjonctif sur la crête édentée. Désepithélialisation du site receveur, prélèvement palatin, mise en place du greffon et sutures.	Apport de TK sur le site, renforcer la crête édentée.	Plaie palatine, rigueur sur la positionnement et les sutures du greffon.	Nécrose du greffon, douleurs post-opératoires.	Technique de référence en gain en hauteur.
Lambeau déplacé apicalement (p81)	Positionnement apicale d'un bandeau de tissu kératinisé permettant une cicatrisation de seconde intention.	Pas de site donneur, facilité de mise en place.	Limité par disponibilité locale, nécessite au minimum 0,5 mm de TK, cicatrisation de seconde intention.	Déchirure lambeau, migration coronaire du lambeau par manque de stabilité.	Simple, fiable, gains limités.

5.5. Gain en épaisseur de tissu kératinisé

Technique	Principe/Protocole	Avantages	Inconvénients	Notes
Technique du rouleau (p83)	Conjonctif pédiculé roulé en vestibulaire. Prélèvement en épaisseur partielle le tissu conjonctif palatin tout en gardant sa base vestibulaire, bascule du greffon sous le lambeau vestibulaire, sutures et fermeture.	Excellent rendu esthétique, stabilité prothétique, pas de site de prélèvement.	Volume limité, épaisseur palatine inconstante, douleurs post-opératoire.	Le plus souvent en gestion esthétique antérieure.
Grefe conjonctive enfouie (p86)	Greffon conjonctif enfoui sous un lambeau vestibulaire le plus souvent. Préparation du site receveur avec un lambeau d'épaisseur partiel, prélèvement du greffon conjonctif, suture du greffon sous le lambeau vestibulaire, fermeture du site.	Très stable, bon résultat, esthétique, bonne reproductibilité.	Nécessite un prélèvement palatin ou tubérositaire.	Gold standard pour un gain en épaisseur.

VI. CONCLUSION

L'implantologie moderne s'est imposée comme une solution de référence pour la réhabilitation prothétique, mais son succès repose sur une analyse pré-implantaire rigoureuse et sur la maîtrise des techniques d'aménagement osseux et muqueux. L'objectif central de cette thèse était d'exposer, de manière structurée, les fondements biologiques, les matériaux disponibles et les approches chirurgicales permettant d'optimiser les conditions tissulaires avant la pose d'un implant.

D'une part, il a été rappelé l'importance du diagnostic préalable, incluant l'évaluation de la santé parodontale, la gestion des facteurs de risque, ainsi que les contraintes anatomiques propres à chaque site. La planification implantaire, soutenue par les outils numériques et par les guides chirurgicaux, assure un positionnement optimal de l'implant, garantissant à la fois fonctionnalité et esthétique, tout en limitant les complications péri-implantaires.

Par ailleurs, une analyse détaillée des mécanismes de résorption osseuse, notamment au travers de la classification de Cawood et Howell a permis d'orienter les choix thérapeutiques de manière rationnelle. Les matériaux possèdent chacun des indications et limites spécifiques, soulignant la nécessité d'une sélection adaptée au contexte clinique. Les techniques d'aménagement osseux décrites illustrent l'étendue des possibilités thérapeutiques permettant de restaurer des volumes osseux parfois très altérés. Leur efficacité repose sur des critères déterminants tels que la stabilité du caillot, la vascularisation adéquate et la gestion précise des tissus mous.

Enfin, l'importance des aménagements muqueux a été soulignée, ces derniers jouant un rôle essentiel dans la stabilité tissulaire à long terme. L'obtention d'une hauteur et d'une épaisseur suffisantes de tissu kératinisé facilite l'hygiène, réduit la perte osseuse marginale et améliore le rendu esthétique. Les greffes gingivales représentent des outils indispensables pour adapter l'environnement

muqueux au projet implantaire et permet d'offrir les meilleures conditions de cicatrisation et de pérennité.

L'ensemble de ce travail met ainsi en évidence que la réussite implantaire ne dépend pas uniquement de la pose de l'implant, mais de la création d'un environnement tissulaire stable, fonctionnel et durable, fondé sur une compréhension fine des interactions biologiques entre os, muqueuse et biomatériaux.

Dans cette dynamique, les progrès constants en biomatériaux, imagerie et modélisation numérique laissent entrevoir une implantologie de plus en plus précise, conservatrice et prédictible.

VII. BIBLIOGRAPHIE

1. Al-Rafee MA. The epidemiology of edentulism and the associated factors: A literature Review. *J Fam Med Prim Care*. 2020;9(4):1841-3.
2. Hunter E, De Moura Brito L, Piyasena P, Petrauskiene E, Congdon N, Tsakos G, et al. Impact of edentulism on community-dwelling adults in low-income, middle-income and high-income countries: a systematic review. *BMJ Open*. 2024;14(12):e085479.
3. Gupta R, Gupta N, Weber DDS. Dental Implants. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 [cité 22 août 2024]. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470448/>
4. Heitz-Mayfield LJA, Salvi GE. Peri-implant mucositis. *J Clin Periodontol* [Internet]. juin 2018 [cité 5 sept 2024];45(S20). Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcpe.12953>
5. Heitz-Mayfield LJA. Peri-implant mucositis and peri-implantitis: key features and differences. *Br Dent J*. 2024;236(10):791-4.
6. Berglundh T, Armitage G, Araujo MG, Avila-Ortiz G, Blanco J, Camargo PM, et al. Peri-implant diseases and conditions: Consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions. *J Clin Periodontol* [Internet]. juin 2018 [cité 5 sept 2024];45(S20). Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcpe.12957>
7. Dreyer H, Grischke J, Tiede C, Eberhard J, Schweitzer A, Toikkanen SE, et al. Epidemiology and risk factors of peri-implantitis: A systematic review. *J Periodontal Res*. 2018;53(5):657-81.
8. Ferreira SD, Martins CC, Amaral SA, Vieira TR, Albuquerque BN, Cota LOM, et al. Periodontitis as a risk factor for peri-implantitis: Systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Dent*. 2018;79:1-10.
9. Monje A, Chappuis V, Monje F, Muñoz F, Wang HL, Urban I, et al. The Critical Peri-implant Buccal Bone Wall Thickness Revisited: An Experimental Study in the Beagle Dog. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2019;34(6):1328-36.
10. Jankowski T, Jankowska A, Kazimierczak N, Kazimierczak W, Janiszewska-Olszowska J. The Significance of Keratinized Mucosa in Implant Therapy: Narrative Literature Review and Case Report Presentation. *J Clin Med*. 2024;13(12):3501.
11. Chapple ILC, Mealey BL, Van Dyke TE, Bartold PM, Dommisch H, Eickholz P, et al. Periodontal health and gingival diseases and conditions on an intact and a reduced periodontium: Consensus report of workgroup 1 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and

- Conditions. *J Periodontol* [Internet]. 2018 [cité 25 août 2024];89(S1). Disponible sur: <https://aap.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/JPER.17-0719>
12. Hwang D, Wang HL. Medical Contraindications to Implant Therapy: Part I: Absolute Contraindications. *Implant Dent*. 2006;15(4):353.
 13. Hwang D, Wang HL. Medical contraindications to implant therapy: Part II: Relative contraindications. *Implant Dent*. 2007;16(1):13-23.
 14. Thilander B, Odman J, Groteborg K, Friberg B. Osseointegrated implants in adolescents. An alternative in replacing missing teeth? *Eur J Orthod*. 1994;16(2):84-95.
 15. Wagner J, Spille JH, Wiltfang J, Naujokat H. Systematic review on diabetes mellitus and dental implants: an update. *Int J Implant Dent*. 2022;8(1):1.
 16. Underner M, Maes I, Urban T, Meurice JC. Effets du tabac sur la maladie parodontale. *Rev Mal Respir*. 2009;26(10):1057-73.
 17. Kasat V, Ladda R. Smoking and dental implants. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2012;2(2):38-41.
 18. Serra MPM, Llorca CS, Donat FJS. Oral implants in patients receiving bisphosphonates: A review and update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2008;
 19. Dutheil F, Guillemin F, Biau J, Pham-Dang N, Saroul N, Clavère P, et al. Facteurs prédictifs de l'ostéoradionécrose mandibulaire après irradiation des cancers des voies aérodigestives supérieures. *Cancer/Radiothérapie*. 2021;25(5):484-93.
 20. Quelles ramifications une chimiothérapie pour un lymphome récidivant pourrait-elle avoir chez un patient qui désire un implant? | JCDA [Internet]. [cité 26 oct 2025]. Disponible sur: <https://jcda.ca/fr/article/a91>
 21. Buser D, Sennerby L, De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontol 2000*. 2017;73(1):7-21.
 22. Nulty A. A literature review on prosthetically designed guided implant placement and the factors influencing dental implant success. *Br Dent J*. 2024;236(3):169-80.
 23. Colombo M, Mangano C, Mijiritsky E, Krebs M, Hauschild U, Fortin T. Clinical applications and effectiveness of guided implant surgery: a critical review based on randomized controlled trials. *BMC Oral Health*. 2017;17:150.
 24. Da Silva Salomão GV, Santos FT, Allegrini Junior S. The importance of prosthetic planning for implant-supported dentures in esthetic zones – A case report. *Int J Surg Case Rep*. 2018;54:15-9.
 25. Berglundh T, Persson L, Klinge B. A systematic review of the incidence of biological and technical complications in implant dentistry reported in

- prospective longitudinal studies of at least 5 years. *J Clin Periodontol*. 2002;29(s3):197-212.
26. Mu X, Ono M, Nguyen HTT, Wang Z, Zhao K, Komori T, et al. Exploring the Regulators of Keratinization: Role of BMP-2 in Oral Mucosa. *Cells*. 2024;13(10):807.
 27. Sabri H, Tavelli L, Sheikh AT, Kalani K, Huang K, Zimmer JM, et al. Significance of peri-implant keratinised mucosa on implant health: An umbrella systematic review with evidence mapping and quantitative meta-meta-analysis. *Int J Oral Implantol Berl Ger*. 2025;18(1):13-30.
 28. Araujo MG, Lindhe J. Peri-implant health. *J Periodontol* [Internet]. 2018 [cité 30 juin 2025];89(S1). Disponible sur: <https://aap.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/JPER.16-0424>
 29. Liu Z, Li C, Liu Y, Zeng J, Chu H, Chen P, et al. The clinical significance and application of the peri-implant phenotype in dental implant surgery: a narrative review. *Ann Transl Med*. 2023;11(10):351-351.
 30. Monje A, Blasi G. Significance of keratinized mucosa/gingiva on peri-implant and adjacent periodontal conditions in erratic maintenance compliers. *J Periodontol*. 2019;90(5):445-53.
 31. Santiago JF, Batista VE de S, Verri FR, Honório HM, de Mello CC, Almeida DA dF, et al. Platform-switching implants and bone preservation: a systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2016;45(3):332-45.
 32. Chappuis V, Engel O, Reyes M, Shahim K, Nolte LP, Buser D. Ridge alterations post-extraction in the esthetic zone: a 3D analysis with CBCT. *J Dent Res*. 2013;92(12 Suppl):195S-201S.
 33. Vela X, Méndez V, Rodríguez X, Segalá M, Tarnow DP. Crestal bone changes on platform-switched implants and adjacent teeth when the tooth-implant distance is less than 1.5 mm. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2012;32(2):149-55.
 34. Gastaldo JF, Cury PR, Sendyk WR. Effect of the Vertical and Horizontal Distances Between Adjacent Implants and Between a Tooth and an Implant on the Incidence of Interproximal Papilla. *J Periodontol*. 2004;75(9):1242-6.
 35. Elian N, Bloom M, Dard M, Cho S, Trushkowsky RD, Tarnow D. Effect of Interimplant Distance (2 and 3 mm) on the Height of Interimplant Bone Crest: A Histomorphometric Evaluation. *J Periodontol*. 2011;82(12):1749-56.
 36. Tarnow DP, Cho SC, Wallace SS. The Effect of Inter-Implant Distance on the Height of Inter-Implant Bone Crest. *J Periodontol*. 2000;71(4):546-9.
 37. Koutouzis T, Neiva R, Lipton D, Lundgren T. The Effect of Interimplant Distance on Peri-implant Bone and Soft Tissue Dimensional Changes: A Nonrandomized, Prospective, 2-Year Follow-up Study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015;30(4):900-8.

38. Singh VP, Uppoor AS, Nayak DG, Shah D. Black triangle dilemma and its management in esthetic dentistry. *Dent Res J*. 2013;10(3):296-301.
39. Cawood JI, Howell RA. A classification of the edentulous jaws. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1988;17(4):232-6.
40. Colombier ML, Lesclous P, Tulasne JF. La cicatrisation des greffes osseuses. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*. 2005;106(3):157-65.
41. Ferraz MP. Bone Grafts in Dental Medicine: An Overview of Autografts, Allografts and Synthetic Materials. *Materials*. 2023;16(11):4117.
42. Al-Maawi S, Becker K, Schwarz F, Sader R, Ghanaati S. Efficacy of platelet-rich fibrin in promoting the healing of extraction sockets: a systematic review. *Int J Implant Dent*. 2021;7(1):117.
43. Dohan S, Dohan A, Choukroun J, Diss A, Simonpieri A, Girard MO, et al. De l'usage des concentrés plaquettaires autologues en application topique. *EMC - Odontol*. 2005;1(2):141-80.
44. Srinivas B, Das P, Rana M, Qureshi A, Vaidya K, Ahmed Raziuddin S. Wound healing and bone regeneration in postextraction sockets with and without platelet-rich fibrin. *Ann Maxillofac Surg*. 2018;8(1):28.
45. Mourão CF, DAB, Valiense H, Melo ER, Mourão NBMF, Maia MDC. Obtention of injectable platelets rich-fibrin (i-PRF) and its polymerization with bone graft: technical note. *Rev Colégio Bras Cir*. 2015;42(6):421-3.
46. Miron RJ, Gruber R, Farshidfar N, Sculean A, Zhang Y. Ten years of injectable platelet-rich fibrin. *Periodontol 2000*. 2024;94(1):92-113.
47. Kim S, Kim SG. Advancements in alveolar bone grafting and ridge preservation: a narrative review on materials, techniques, and clinical outcomes. *Maxillofac Plast Reconstr Surg*. 2024;46(1):14.
48. Shi X, Li X, Tian Y, Qu X, Zhai S, Liu Y, et al. Physical, mechanical, and biological properties of collagen membranes for guided bone regeneration: a comparative in vitro study. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):510.
49. Mizraji G, Davidzohn A, Gursoy M, Gursoy UK, Shapira L, Wilensky A. Membrane barriers for guided bone regeneration: An overview of available biomaterials. *Periodontol 2000*. 2023;93(1):56-76.
50. Turri A, Čirgić E, Shah FA, Hoffman M, Omar O, Dahlin C, et al. Early plaque formation on PTFE membranes with expanded or dense surface structures applied in the oral cavity of human volunteers. *Clin Exp Dent Res*. 2021;7(2):137-46.
51. Otawa N, Sumida T, Kitagaki H, Sasaki K, Fujibayashi S, Takemoto M, et al. Custom-made titanium devices as membranes for bone augmentation in implant treatment: Modeling accuracy of titanium products constructed with selective laser melting. *J Cranio-Maxillofac Surg*. 2015;43(7):1289-95.

52. Xie Y, Li S, Zhang T, Wang C, Cai X. Titanium mesh for bone augmentation in oral implantology: current application and progress. *Int J Oral Sci.* 2020;12(1):37.
53. Louis PJ, Gutta R, Said-Al-Naief N, Bartolucci AA. Reconstruction of the Maxilla and Mandible With Particulate Bone Graft and Titanium Mesh for Implant Placement. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66(2):235-45.
54. Augmentation osseuse de grand volume - Geistlich Pharma AG [Internet]. [cité 17 août 2025]. Disponible sur: <https://www.geistlich.com/fr-fr/dentaire-professionnels/domaines-therapeutiques/augmentation-osseuse-de-grand-volume>
55. Seo G, Lim H, Chang D, Hong J, Shin S, Kim G, et al. Primary flap closure in alveolar ridge preservation for periodontally damaged extraction socket: A randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2023;25(2):241-51.
56. Salgado-Peralvo AO, Kewalramani N, Pérez-Jardón A, Pato-Mourelo J, Castro-Calderón A, Arriba-Fuente L, et al. Understanding Solid-Based Platelet-Rich Fibrin Matrices in Oral and Maxillofacial Surgery: An Integrative Review of the Critical Protocol Factors and Their Influence on the Final Product. *Medicina (Mex).* 2023;59(11):1903.
57. Zhang Y, Ruan Z, Shen M, Tan L, Huang W, Wang L, et al. Clinical effect of platelet-rich fibrin on the preservation of the alveolar ridge following tooth extraction. *Exp Ther Med.* 2018;15(3):2277-86.
58. Hauser F, Gaydarov N, Badoud I, Vazquez L, Bernard JP, Ammann P. Clinical and Histological Evaluation of Postextraction Platelet-rich Fibrin Socket Filling: A Prospective Randomized Controlled Study. *Implant Dent.* 2013;22(3):295-303.
59. Sharma A, Ingole S, Deshpande M, Ranadive P, Sharma S, Kazi N, et al. Influence of platelet-rich fibrin on wound healing and bone regeneration after tooth extraction: A clinical and radiographic study. *J Oral Biol Craniofacial Res.* 2020;10(4):385-90.
60. Aludden HC, Mordenfeld A, Hallman M, Dahlin C, Jensen T. Lateral ridge augmentation with Bio-Oss alone or Bio-Oss mixed with particulate autogenous bone graft: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2017;46(8):1030-8.
61. Utilisation du L-PRF comme complément à la régénération osseuse - FGM Dental Group [Internet]. 2020 [cité 16 août 2025]. Disponible sur: <https://fgmdentalgroup.com/intl/blog/posts/using-l-prf-as-an-adjunct-to-bone-regeneration/>
62. Ucer C, Khan RS. Alveolar Ridge Preservation with Autologous Platelet-Rich Fibrin (PRF): Case Reports and the Rationale. *Dent J.* 2023;11(10):244.

63. Pas d'implant - Geistlich Pharma AG [Internet]. [cité 17 août 2025]. Disponible sur: <https://www.geistlich.com/fr-fr/dentaire-professionnels/domaines-therapeutiques/alveole-dextraction/no-implant-placement>
64. Barone A, Toti P, Piattelli A, Iezzi G, Derchi G, Covani U. Extraction Socket Healing in Humans After Ridge Preservation Techniques: Comparison Between Flapless and Flapped Procedures in a Randomized Clinical Trial. *J Periodontol.* 2014;85(1):14-23.
65. Zhang X, Li Y, Ge Z, Zhao H, Miao L, Pan Y. The dimension and morphology of alveolar bone at maxillary anterior teeth in periodontitis: a retrospective analysis—using CBCT. *Int J Oral Sci.* 2020;12:4.
66. Arnal HM, Angioni CD, Gaultier F, Urbinelli R, Urban IA. Horizontal guided bone regeneration on knife-edge ridges: A retrospective case–control pilot study comparing two surgical techniques. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2022;24(2):211-21.
67. Liu J, Kerns DG. Mechanisms of guided bone regeneration: a review. *Open Dent J.* 2014;8:56-65.
68. Greenstein G, Greenstein B, Cavallaro J, Elian N, Tarnow D. Flap Advancement: Practical Techniques to Attain Tension-Free Primary Closure. *J Periodontol.* 2009;80(1):4-15.
69. Lalo J, Adouani H, Bouraoui S, Zaitri N, Teillaud C. Maxillary alveolar bone ridge width augmentation using the frame-shaped corticotomy expansion technique. *J Stomatol Oral Maxillofac Surg.* 2020;121(2):163-71.
70. Lalo J, Vérrons AS, Lezy JP. Les ostéotomies corticales d'augmentation alvéolaire en chirurgie implantaire. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 2012;113(4):276-90.
71. Bassi F, Cicciù M, Di Lenarda R, Galindo Moreno P, Galli F, Herford AS, et al. Piezoelectric bone surgery compared with conventional rotary instruments in oral surgery and implantology: Summary and consensus statements of the International Piezoelectric Surgery Academy Consensus Conference 2019. *Int J Oral Implantol Berl Ger.* 2020;13(3):235-9.
72. Mohit Das, Abhaya Chandra Das, Sourav Panda, Rashmita Nayak, Rinkee Mohanty, Anurag Satpathy. Ridge Split Techniques: A Literature Review. *Indian J Forensic Med Toxicol.* 2021;15(2):3846-54.
73. Hämmerle CHF, Jung RE. Bone augmentation by means of barrier membranes. *Periodontol 2000.* 2003;33:36-53.
74. Maiorana C, Fontana F, Dal Polo MR, Pieroni S, Ferrantino L, Poli PP, et al. Dense Polytetrafluoroethylene Membrane versus Titanium Mesh in Vertical Ridge Augmentation: Clinical and Histological Results of a Split-mouth Prospective Study. *J Contemp Dent Pract.* 2021;22(5):465-72.

75. Zhang M, Zhou Z, Yun J, Liu R, Li J, Chen Y, et al. Effect of Different Membranes on Vertical Bone Regeneration: A Systematic Review and Network Meta-Analysis. *BioMed Res Int.* 2022;2022:7742687.
76. Durrani F, Singh P, Pandey A, Tripathi KP, Vishnu JP, Imran F, et al. Tent screws: Predictable guided bone regeneration. *J Indian Soc Periodontol.* 2023;27(1):104-12.
77. Guiol J, Campard G, Longis J, Hoornaert A. [Anterior mandibular bone augmentation techniques. Literature review]. *Rev Stomatol Chir Maxillo-Faciale Chir Orale.* 2015;116(6):353-9.
78. Pierrefeu A, Sauvigné T, Cresseaux P, Jeanniot PY, Breton P. Technique du coffrage en greffe osseuse préimplantaire mandibulaire postérieure : entre apposition et régénération. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 2012;113(4):322-6.
79. Themes UFO. 39: Mandibular Donor Block Bone Grafts: Symphysis and Ramus [Internet]. *Pocket Dentistry.* 2015 [cité 15 août 2025]. Disponible sur: <https://pocketdentistry.com/39-mandibular-donor-block-bone-grafts-symphysis-and-ramus/>
80. Ersanli S, Arisan V, Bedeloğlu E. Evaluation of the autogenous bone block transfer for dental implant placement: Symphyseal or ramus harvesting? *BMC Oral Health.* 2016;16(1):4.
81. La greffe osseuse autogène d'apposition en onlay - Dentiste Meulan [Internet]. [cité 15 août 2025]. Disponible sur: <https://www.dr-tordjman-henri.chirurgiens-dentistes.fr/chirurgie-maxillo-buccale-meulan/greffe-osseuse-autogene-dapposition-en-onlay/>
82. Hanser T, Doliveux R. MicroSaw and Piezosurgery in Harvesting Mandibular Bone Blocks from the Retromolar Region: A Randomized Split-Mouth Prospective Clinical Trial. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2018;33(2):365-72.
83. Benic GI, Hämmerle CHF. Horizontal bone augmentation by means of guided bone regeneration. *Periodontol 2000.* 2014;66(1):13-40.
84. Kim MJ. Updates in Treatment Modalities and Techniques on Compromised Alveolar Ridge Augmentation for Successful Dental Implant Therapy. In: Sasaki K, Suzuki O, Takahashi N, éditeurs. *Interface Oral Health Science 2014* [Internet]. Tokyo: Springer Japan; 2015 [cité 15 août 2025]. p. 17-31. Disponible sur: https://link.springer.com/10.1007/978-4-431-55192-8_2
85. Khoury F, Hanser T. Three-Dimensional Vertical Alveolar Ridge Augmentation in the Posterior Maxilla: A 10-year Clinical Study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2019;34(2):471-80.
86. Pierrefeu A, Sauvigné T, Cresseaux P, Jeanniot PY, Breton P. [Pre-implantation bone graft coffering technique for posterior mandibular edentulism: between onlay grafting and regeneration]. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 2012;113(4):322-6.

87. Ersanli S, Arisan V, Bedeloğlu E. Evaluation of the autogenous bone block transfer for dental implant placement: Symphysal or ramus harvesting? *BMC Oral Health*. 2016;16(1):4.
88. Baccar MN, Laure B, Sury F, Romieux G, Bonin B, Goga D. [Pre-implantation apposition grafts for edentulous anterior maxillary. Retrospective study of 36 patients]. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*. 2005;106(3):149-51.
89. Iancu SA, Referendaru D, Iancu IA, Bechir A, Barbu HM. Immediate postoperative complications after lateral ridge augmentation – a clinical comparison between bone shell technique and sticky bone. *J Med Life*. 2022;15(4):533-8.
90. Marchetti C, Trasarti S, Corinaldesi G, Felice P. Interpositional bone grafts in the posterior mandibular region: a report on six patients. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2007;27(6):547-55.
91. Laviv A, Jensen OT, Tarazi E, Casap N. Alveolar Sandwich Osteotomy in Resorbed Alveolar Ridge for Dental Implants: A 4-Year Prospective Study. *J Oral Maxillofac Surg*. 2014;72(2):292-303.
92. Santagata M, Sgaramella N, Ferrieri I, Corvo G, Tartaro G, D'Amato S. Segmental sandwich osteotomy and tunnel technique for three-dimensional reconstruction of the jaw atrophy: a case report. *Int J Implant Dent*. 2017;3:14.
93. Mohanty R, Kumar NN, Ravindran C. Vertical Alveolar Ridge Augmentation by Distraction Osteogenesis. *J Clin Diagn Res JCDR*. 2015;9(12):ZC43-6.
94. Sakka S, Al Rafedah A, Alqhtani N, Alenazi A. Distraction Osteogenesis of Severely Resorbed Mandible. *Case Rep Dent*. 2022;2022:7651439.
95. Kumar KAJ, Masrom AK, Patil K, Kunusoth R, Begum F, Venkatesh V. Evaluation of Vertical Bone Gain Following Alveolar Distraction Osteogenesis in the Anterior Edentulous Mandible: A Clinical Study. *J Maxillofac Oral Surg*. 2014;13(4):539-45.
96. Russe P, Flament JB. Latéralisations du nerf alvéolaire inférieur en chirurgie implantaire. *Implantodontie*. 2003;12(4):49-59.
97. Deryabin G, Grybauskas S. Dental implant placement with inferior alveolar nerve repositioning in severely resorbed mandibles: a retrospective multicenter study of implant success and survival rates, and lower lip sensory disturbances. *Int J Implant Dent*. 2021;7:44.
98. Pimentel AC, Sanches MA, Ramalho GC, Roman-Torres CV, Manzi MR, Sendyk WR. Lateralization Technique and Inferior Alveolar Nerve Transposition. *Case Rep Dent*. 2016;2016:4802637.
99. Tao W, Borghgraef K, Wiss A, Ferri J. Latéralisation du nerf alvéolaire inférieur à visée préimplantaire: une technique simplifiée. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*. 2008;109(4):237-40.

100. Rathod M, Kshirsagar RA, Joshi S, Pawar S, Tapadiya V, Gupta S, et al. Evaluation of Neurosensory Function Following Inferior Alveolar Nerve Lateralization for Implant Placement. *J Maxillofac Oral Surg.* 2019;18(2):273-9.
101. Smiler DG. The sinus lift graft: basic technique and variations. *Pract Periodontics Aesthetic Dent PPAD.* 1997;9(8):885-93; quiz 895.
102. Stern A, Green J. Sinus Lift Procedures: An Overview of Current Techniques. *Dent Clin North Am.* 2012;56(1):219-33.
103. Jordi C, Mukaddam K, Lambrecht JT, Kühl S. Membrane perforation rate in lateral maxillary sinus floor augmentation using conventional rotating instruments and piezoelectric device—a meta-analysis. *Int J Implant Dent.* 2018;4:3.
104. Sinus le match – Partie 2 : La méthode Tatum [Internet]. Dentalespace. [cité 17 août 2025]. Disponible sur: <https://www.dentalespace.com/praticien/formationcontinue/sinus-match-methode-tatum/>
105. Del Fabbro M, Wallace S, Testori T. Long-Term Implant Survival in the Grafted Maxillary Sinus: A Systematic Review. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2013;33(6):773-83.
106. Al-Dajani M. Incidence, Risk Factors, and Complications of Schneiderian Membrane Perforation in Sinus Lift Surgery: A Meta-Analysis. *Implant Dent.* 2016;25(3):409.
107. Van Den Bergh JPA, Ten Bruggenkate CM, Disch FJM, Tuinzing DB. Anatomical aspects of sinus floor elevations. *Clin Oral Implants Res.* 2000;11(3):256-65.
108. Elévation du plancher sinusien avec approche par voie latérale - Geistlich Pharma AG [Internet]. [cité 17 août 2025]. Disponible sur: <https://www.geistlich.com/fr-fr/dentaire-professionnels/domaines-therapeutiques/elevation-du-plancher-sinusien/elevation-du-plancher-sinusien-avec-approche-par-voie-laterale>
109. Gandhi Y. Sinus Grafts: Science and Techniques—Then and Now. *J Maxillofac Oral Surg.* 2017;16(2):135-44.
110. Rb S. Osteotome sinus floor elevation BAOSFE Bone added Osteotome sinus floor elevation FSD The bone FlauyteurraedsjiateceDntevteolotphme oesntteotomy is compacted with the osteotome technique. 1994;
111. Elévation sinusienne par voie latérale ou crestale : quel choix thérapeutique ? | Dossiers du mois [Internet]. Le courrier du dentiste. 2019 [cité 17 août 2025]. Disponible sur: <https://www.lecourrierdudentiste.com/dossiers-du-mois/elevation-sinusienne-par-voie-laterale-ou-crestale-quel-choix-therapeutique.html>

112. Fugazzotto PA. Immediate Implant Placement Following a Modified Trepine/Osteotome Approach: Success Rates of 116 Implants to 4 Years in Function. 2001;
113. Lafzi A, Atarbashi-Moghadam F, Amid R, Sijanivandi S. Different techniques in transalveolar maxillary sinus elevation: A literature review. *J Adv Periodontol Implant Dent.* 2021;13(1):35-42.
114. Fugazzotto PA. Immediate implant placement following a modified trephine/osteotome approach: success rates of 116 implants to 4 years in function. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2002;17(1):113-20.
115. Chen L, Cha J. An 8-Year Retrospective Study: 1,100 Patients Receiving 1,557 Implants Using the Minimally Invasive Hydraulic Sinus Condensing Technique. *J Periodontol.* 2005;76(3):482-91.
116. Jesch P, Bruckmoser E, Bayerle A, Eder K, Bayerle-Eder M, Watzinger F. A pilot-study of a minimally invasive technique to elevate the sinus floor membrane and place graft for augmentation using high hydraulic pressure: 18-month follow-up of 20 cases. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2013;116(3):293-300.
117. Kotsakis GA, Mazor Z. A simplified approach to the minimally invasive antral membrane elevation technique utilizing a viscoelastic medium for hydraulic sinus floor elevation. *Oral Maxillofac Surg.* 2015;19(1):97-101.
118. Tallarico M, Better H, De Riu G, Meloni SM. A novel implant system dedicate to hydraulic Schneiderian membrane elevation and simultaneously bone graft augmentation: An up-to 45 months retrospective clinical study. *J Cranio-Maxillofac Surg.* 2016;44(8):1089-94.
119. Soltan M, Smiler DG. Antral Membrane Balloon Elevation. *J Oral Implantol.* 1 2005;31(2):85-90.
120. Shah R. Minimally Invasive Sinus Membrane Elevation Techniques: A Literature Review. *SOJ Dent Oral Disord [Internet].* 2021 [cité 18 août 2025];1(2). Disponible sur: <https://www.stephypublishers.com/sojdod/pdf/SOJDOD.MS.ID.000507.pdf>
121. Peñarrocha-Diago M, Galán-Gil S, Carrillo-García C, Peñarrocha-Diago D, Peñarrocha-Diago M. Transcrestal sinus lift and implant placement using the sinus balloon technique. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012;17(1):e122-8.
122. Trombelli L, Minenna P, Franceschetti G, Minenna L, Farina R. Transcrestal Sinus Floor Elevation With a Minimally Invasive Technique. *J Periodontol.* 2010;81(1):158-66.
123. Zhou X, Hu XL, Li JH, Lin Y. Minimally Invasive Crestal Sinus Lift Technique and Simultaneous Implant Placement. *Chin J Dent Res.* 2017;20(4):211-8.
124. Huwais S, Mazor Z, Ioannou A, Gluckman H, Neiva R. A Multicenter Retrospective Clinical Study with Up-to-5-Year Follow-up Utilizing a Method

that Enhances Bone Density and Allows for Transcrestal Sinus Augmentation Through Compaction Grafting. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2018;33(6):1305-11.

125. Ibáñez-Cortés M, Martín-Piedra MÁ, Blanco-Elices C, García-García ÓD, España-López A, Fernández-Valadés R, et al. Histological characterization of the human masticatory oral mucosa. A histochemical and immunohistochemical study. [cité 31 août 2025]; Disponible sur: <https://analyticalsciencejournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jemt.24398>
126. Boushell LW, Sturdevant JR. Clinical Significance of Dental Anatomy, Histology, Physiology, and Occlusion. In: *Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry* [Internet]. Elsevier; 2019 [cité 31 août 2025]. p. 1-39. Disponible sur: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780323478335000010>
127. Mds DA. Keratinization of the oral epithelium.
128. Brizuela M, Winters R. Histology, Oral Mucosa. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 [cité 31 août 2025]. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK572115/>
129. Karring T, Lang NP, Løe H. The role of gingival connective tissue in determining epithelial differentiation. *J Periodontal Res.* 1975;10(1):1-11.
130. Cunha GR, Baskin L. Mesenchymal-epithelial interaction techniques. *Differ Res Biol Divers.* 2016;91(4-5):20-7.
131. Bernimoulin JP, Schroeder HE. Changes in the Differentiation Pattern of Oral Mucosal Epithelium Following Heterotopic Connective Tissue Transplantation in Man. *Pathol - Res Pract.* 1980;166(2-3):290-312.
132. Ioannou AL, Kotsakis GA, McHale MG, Lareau DE, Hinrichs JE, Romanos GE. Soft Tissue Surgical Procedures for Optimizing Anterior Implant Esthetics. *Int J Dent.* 2015;2015:740764.
133. Zecca PA, Ronchetti A, Cangelosi D, Reguzzoni M, Farronato D. Histological Analysis of Oral Tissue Grafting: A Focus on Donor Site Selection. *Dent J.* 2024;12(9):288.
134. Sullivan HC, Atkins JH. Free autogenous gingival grafts. I. Principles of successful grafting. *Periodontics.* 1968;6(3):121-9.
135. Windisch P, Molnar B. Harvesting of autogenous grafts for gingival recession coverage. *Clin Dent Rev.* 2019;3(1):17.
136. Guzman-Perez G, Jurado CA, Azpiazu-Flores FX, Munoz-Luna H, Afrashtehfar KI, Nurrohman H. Soft Tissue Grafting Procedures before Restorations in the Esthetic Zone: A Minimally Invasive Interdisciplinary Case Report. *Medicina (Mex).* 2023;59(5):822.

137. Deeb GR, Deeb JG. Soft Tissue Grafting Around Teeth and Implants. *Oral Maxillofac Surg Clin N Am.* 2015;27(3):425-48.
138. Puri K, Kumar A, Khatri M, Bansal M, Rehan Mohd, Siddeshappa ST. 44-year journey of palatal connective tissue graft harvest: A narrative review. *J Indian Soc Periodontol.* 2019;23(5):395-408.
139. Zuhr O, Bäumer D, Hürzeler M. The addition of soft tissue replacement grafts in plastic periodontal and implant surgery: critical elements in design and execution. *J Clin Periodontol [Internet].* 2014 [cité 13 sept 2025];41(s15). Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jcpe.12185>
140. Edel A. Clinical evaluation of free connective tissue grafts used to increase the width of keratinised gingiva. *J Clin Periodontol.* 1974;1(4):185-96.
141. Langer B, Calagna L. The subepithelial connective tissue graft. *J Prosthet Dent.* 1980;44(4):363-7.
142. Goldstein M, Brayer L, Schwartz Z. A Critical Evaluation of Methods for Root Coverage. *Crit Rev Oral Biol Med.* 1996;7(1):87-98.
143. Vigouroux F, Verdalle PM, Da Costa-Noble R, Colomb R. *Guide pratique de chirurgie parodontale.* Issy-les-Moulineaux [France]: Elsevier Masson; 2011. 161 p.
144. Ronco V. The Slice Harvesting Technique for Tuberosity Soft Tissue Grafts: A Case Report. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2025;1-19.
145. Article-Dr-MOURLAAS.pdf [Internet]. [cité 14 sept 2025]. Disponible sur: <https://paroplastic.com/wp-content/uploads/2019/09/Article-Dr-MOURLAAS.pdf>
146. Anand V, Gulati M, Rastogi P, Dixit J. Free gingival autograft for augmentation of keratinized tissue in apical to gingival recession – A case report. *J Oral Biol Craniofacial Res.* 2012;2(2):135-7.
147. Tuberosity versus palatal donor sites for soft tissue grafting: A split-mouth clinical study. *Quintessence Int.* 2018;49(7):589-98.
148. Reddy VK, Parthasarathy H, Lochana P. Evaluating the clinical and esthetic outcome of apically positioned flap technique in augmentation of keratinized gingiva around dental implants. *Contemp Clin Dent.* 2013;4(3):319-24.
149. Carnio J, Miller PD. Increasing the Amount of Attached Gingiva Using a Modified Apically Repositioned Flap. *J Periodontol.* 1999;70(9):1110-7.
150. Carnio J, Camargo PM, Passanezi E. Increasing the Apico-Coronal Dimension of Attached Gingiva Using the Modified Apically Repositioned Flap Technique: A Case Series With a 6-Month Follow-Up. *J Periodontol.* 2007;78(9):1825-30.

151. Elkhaweldi A, Rincon Soler C, Cayarga R, Suzuki T, Kaufman Z. Various Techniques to Increase Keratinized Tissue for Implant Supported Overdentures: Retrospective Case Series. *Int J Dent*. 2015;2015:104903.
152. Microsoft Word - 40_D23_2158_Nguyen_Thi_Tuong_Van_Vietnam.doc [Internet]. [cité 26 oct 2025]. Disponible sur: https://www.jidmr.com/journal/wp-content/uploads/2023/06/40-D23_2158_Nguyen_Thi_Tuong_Van_Vietnam.pdf
153. Kotsilkov K, Maynalovska H, Pashova-Tasseva Z. Modified Roll Flap Soft-Tissue Augmentation at Single-Stage Implant Placement: A Digital-Scan-Verified Case Report. *Dent J*. 2025;13(10):483.
154. Saquib SA, Bhat MYS, Javali MA, Shamsuddin SV, Kader MA. Modified roll technique for soft tissue augmentation in prosthetic rehabilitation: A case report. *Clin Pract*. 2019;9(1):1110.
155. Kulkarni MR, Bakshi PV, Kavlekar AS, Thakur SL. Applications of a modified palatal roll flap in peri-implant soft-tissue augmentation – A case series. *J Indian Soc Periodontol*. 2017;21(4):333-6.
156. Konstantinidis I, Siormpas K, Kontsiotou-Siormpa E, Mitsias M, Kotsakis G. Long-Term Esthetic Evaluation of the Roll Flap Technique in the Implant Rehabilitation of Patients with Agenesis of Maxillary Lateral Incisors: 10-Year Follow-Up. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2016;31(4):820-6.
157. Brennand Roper M, Fields Y. Achieving the optimal emergence profile: the role of soft tissue grafting and pontic site development. *Br Dent J*. 2024;237(11):843-9.
158. Sun TC, Chang TK. Soft tissue management around dental implant in esthetic zone – the current concepts and novel techniques. *J Dent Sci*. 2024;19(3):1348-58.

VIII. TABLE DES FIGURES

Figure 1 : a) Photographie endo buccale d'une mucosite péri-implantaire avec saignement au sondage, b) Radiographie rétro alvéolaire sans perte osseuse [5].2	
Figure 2 : a) Photographie endo buccale d'une péri-implantite centrée sur 22 avec présence de signes d'inflammation et suppuration avec sondage > 6 mm b) Radiographie rétro-alvéolaire centrée sur 22 avec résorption osseuse marginale > 3 mm [5]	3
Figure 3 : Schéma du phénotype péri-implantaire, KMW : keratinized mucosa width; MT : mucosal thickness; STH : supracrestal tissue height; PBT : peri-implant bone thickness [29]	12
Figure 4 : Schéma des différentes distances entre la base du point de contact et le rebord crestal D1, la distance inter-implant et dent/implant D2 et entre le point de contact et le haut de la papille D3 [34].....	14
Figure 5 : Exemple de résorption au niveau de la mandibule postérieur selon la classification de Cawood et Howell (1988) [39]	15
Figure 6 : b) Photographie des différents étages à la sortie de la centrifugation, e) Photographie du PRF sous forme de caillot [43]	18
Figure 7 : Photographie du i-PRF obtenu après centrifugation [45].....	19
Figure 8 : Schéma d'une membrane renforcée en Ti-PTFE	21
Figure 9 : Photographie d'une membrane en titane personnalisée [54]	22
Figure 10 : Schéma d'un comblement osseux post-extraction [47]	23
Figure 11 : Photographie du PRF sous forme de membrane [57]	24
Figure 12 : Photographie endo buccale centrée sur 46 a) Mise en place du PRF dans l'alvéole, b) Sutures de l'alvéole de l'extraction [57]	24
Figure 13 : Photographie endo buccale de la cicatrisation à 3 mois post-extraction [57]	25
Figure 14 : Photographie d'un sticky-bone une fois polymérisé [61]	26
Figure 15 : Photographie endo buccale centrée sur 34 a) Alvéole post-extraction, b) Membrane collagène en place, c) Comblement avec du biomatériaux, d) Sutures, e) Post-opératoire à 3 mois [63].....	26
Figure 16 : Photographie endo buccale centrée sur 45 a) Visualisation du défaut vestibulaire, b) Membrane résorbable pincée au niveau crestal et mélange os	

autogène/xénogène placé en vestibulaire, c) Membrane fixée sur la paroi vestibulaire, d) Vue occlusale lors de la pose des implants une fois la greffe prise [54]	29
Figure 17 : Schéma d'une corticotomie à charnière apicale, modifiant l'axe (de A0 à A1) et la position cervicale de l'implant (de P0 à P1) [69].....	30
Figure 18 : Schéma d'une translation osseuse par corticotomie, modifiant seulement la position cervicale de l'implant (de P0 à P1) sans modifier l'axe (A0=A1) [69] ...	30
Figure 19 : Schéma d'une ostéotomie bicorticale, ne modifiant ni la position cervicale de l'implant (P0=P1) ni son axe (A0=A1) [69].....	31
Figure 20 : Schéma d'une ostéotomie en cadre, modifiant l'axe (de A0 à A1) tout en préservant la position cervicale de l'implant (P0=P1) [69]	31
Figure 21 : a) Schéma des corticotomies. Photographie endo buccale centrée sur 35 b) Préparation du site, c) Site recouvert d'une membrane [72]	32
Figure 22 : Photographie endo buccale centrée sur la 45 a) Décortication, b) Membrane renforcée en titane pinsée, c) Site fermé sans tensions.....	34
Figure 23 : a) Photographie d'une grille titane remplie d'un mélange autogène/xénogène. Photographie endo buccale centre sur le secteur édenté secteur 3 b) Grille titane fixée sur le site receveur, c) Membrane collagène recouvrant le site [54].....	35
Figure 24 : Photographie endo buccal centrée sur le secteur antérieur maxillaire a) Visualisation du défaut, b) Pose des vis et de la plaque en titane, c) Comblement du site par des biomatériaux.....	36
Figure 25 : Schéma montrant les zones de prélèvement symphysaire et ramique à la mandibule [79].....	39
Figure 26 : Photographie endo buccale montrant un prélèvement para-symphysaire [81]	39
Figure 27 : Photographie endo buccale du prélèvement ramique a) Préparation du greffon ramique avec les inserts piézoélectrique, b) Préparation du greffon avec une micro-scie, c) Exposition partielle du nerf alvéolaire inférieur après luxation du bloc [82]	40
Figure 28 : Photographie endo buccale centrée sur le secteur incisif maxillaire a) Défaut horizontal et vertical maxillaire, b) et c) Bloc autogène symphysaire en selle modelé et vissé sur le site receveur, d) Les blocs sont recouverts de particules	

osseuses d'origine bovine, e) Mise en place d'une membrane de collagène, f) Pose des implants 6 mois après la greffe [83]	41
Figure 29 : Schéma des différents types de greffes en bloc a) Greffe osseuse en facette, b) Greffe osseuse verticale, c) Greffe osseuse en selle [84].....	42
Figure 30 : Photographie endo buccale d'une greffe d'apposition avec prélèvement ramique a) Prélèvement ramique, b) Greffon cortical affiné et os spongieux réduit en copeaux, c)Préparation du site receveur avec tranchée latérale et décortication, d) Ostéosynthèse du rempart latéral dans la tranchée vestibulaire [78].....	43
Figure 31 : Coupes frontales du CBCT a) CBCT pré-opératoire (crête étroite mais hauteur conservée), b) CBCT à 4 mois post-opératoire après greffe d'apposition [78].....	43
Figure 32 : Photographie endo buccale d'un double coffrage en secteur antérieur maxillaire a) Visualisation du défaut, b) Greffons ramiques transfixés entre eux, c) Comblement avec os xénogénique en sticky-bone, d) Dernier greffon occlusal pour coffrer l'ensemble	44
Figure 33 : Schéma du principe de d'ostéotomie sagittale et l'insertion d'un greffon d'interposition (en inlay) [90]	45
Figure 34 : Photographie endo buccale centrée sur le secteur antérieur mandibulaire a) Ostéotomie segmentaire à la mandibule avec une coupe horizontale et deux verticales obliques, b) Fragment mobilisé et placé à la hauteur voulu, puis fixé à l'aide de vis et de plaque d'ostéosynthèse, c) Comblement avec de l'os xénogénique [91].....	46
Figure 35 : Photographie endo buccale centrée sur le secteur postérieur droite a) Ostéotomie au travers du tunnel muqueux selon la technique de Santagata, b) Mise en place d'une plaque d'ostéosynthèse [92].....	47
Figure 36 : Schéma du principe de distraction [94].....	48
Figure 37 : a) Schéma du dispositif de distraction avec la plaque de base et la plaque de transport, Photographie endo buccale du secteur antérieur mandibulaire b) Coupes d'ostéotomies et préparation du site, c) Distracteur en place (son fonctionnement est vérifié), d) Site refermé avec partie endo-buccale visible [95].....	48
Figure 38 : Photographie endo buccale de la transposition du NAI à droite a) Ostéotomie incluent le foramen mentonnier b) Section du pédicule du canal incisif, c) NAI complètement libéré de son trajet, d) Pose des implants et comblement osseux [98].....	51

Figure 39 : Schéma du placement du NAI sur la face externe vestibulaire et modifiant son émergence [99].....	52
Figure 40 : Photographie endo buccale du repositionnement/ latéralisation du NAI à gauche a) Ostéotomie n’incluent pas le foramen mentonnier, b) Rétraction du NAI pendant la pose des implants, c) Implants posés, d) Comblement osseux entre les implants et le NAI (pas de contact direct entre les deux), e) Comblement osseux vestibulaire final [98]	52
Figure 41 : Photographie endo buccale centrée sur la paroi latérale maxillaire droite a) Lambeau exposant la paroi vestibulaire du sinus, b) Ostéotomie réalisée à la fraise boule en carbure de tungstène, c) Volet osseux positionné à l’horizontale, décollement de la membrane, d) Comblement sinusal avec des biomatériaux, e) Membrane collagène pour fermer la fenêtre, f) Sutures [104]	55
Figure 42 : Photographie endo buccal centrée la paroi latéral maxillaire droite a) Mise en évidence de la perforation, b) Membrane de collagène en place obturant la perforation, c) Comblement sous sinusal et volet osseux en place [108]	56
Figure 43 : Schéma de la séquence du passage des ostéotomes de Summers condensant latéralement et apicalement l’os alvéolaire [110].....	57
Figure 44 : Schéma de la technique de Lazzara a) Passage des forets jusque 1 à 2 mm du plancher, b) Biomatériaux en fond de préparation et fracture du plancher sinusien avec un ostéotome, c) Mise en place de l’implant [111].....	58
Figure 45 : Schéma de la technique de Fugazzotto a) Passage d’un trépan jusqu’à 1 à 2 mm du plancher, b) Un ostéotome du diamètre du trépan est utilisé pour fracturer le plancher, c) Le fragment est poussée grâce à l’ostéotome, d) L’implant est posé dans la séance [114]	59
Figure 46 : Schéma de la technique de Chen et Cha a) Pinhole réalisé à l’aide d’une fraise boule de 2 mm, l’eau envoyé sous pression grâce à la turbine soulève la membrane, b) Biomatériaux introduit sous la membrane, c) Un foret élargit le Pinhole et le site est comblé de biomatériaux, d) Pose de l’implant dans la séance [115]	59
Figure 47 : Schéma de la technique du système Jeder a) Pompe Jeder, b) La solution saline est envoyée sous pression jusqu’à la perforation du plancher, c) La pression et les vibrations du liquide décollent la membrane [116].....	60
Figure 48 : Système d’injection du Novabone® [117]	
Figure 49 : Système iRaise® avec canal interne [118]	60

Figure 50 : a) Principe de la technique de MIAMBE [120], b) Photographie endo buccale du gonflement du ballon [121]	61
Figure 51 : Schéma de la séquence de forage du Smart Lift System [122].....	62
Figure 52 : Photographie endo buccale du sinus lift avec le système SCA Kit [123]	62
Figure 53 : a) Radiographie retro-alvéolaire initiale présentant un défaut vertical osseux, b) Radiographie rétro-alvéolaire après passage du foret au-delà du plancher, c) Photographie endo buccale en vue occlusale du forage, d) Photographie endo buccale du site remplie de biomatériaux, e) Radiographie retro-alvéolaire du compactage du biomatériau avec le dernier foret, f) Radiographie retro-alvéolaire finale après la pose de l'implant [124].....	63
Figure 54 : Schéma des différents types de greffons, FGG : Greffe Gingival Libre, DGG : Greffe Gingivale désépithélialisée, CTG : Greffe de Tissu Conjonctif [133]	67
Figure 55 : a) Photographie d'un greffon épithélio-conjonctif prélevé au palais, b) Photographie endobuccale de la plaie palatine [136]	68
Figure 56 : Photographie endobuccale a) Réseau de fil et Surgicel [137], b) Plaque palatine compressive [136]	69
Figure 57 : Photographie de la désépithélialisation d'un greffon épithélio-conjonctif [139].....	70
Figure 58 : Photographie de la technique en trappe a) Incision horizontale et deux décharges verticales, b) Lambeau d'épaisseur partielle, c) Greffon conjonctif prélevé sous la trappe, d) Sutures du lambeau palatin [139].....	71
Figure 59 : Schéma de la technique de l'incision parallèle [135]	72
Figure 60 : Photographies endobuccales de la technique de l'enveloppe a) Incision unique et désépithélialisation, b) Le greffon est délimité en laissant un petit bandeau de conjonctif pour faciliter la fermeture primaire du site, c) Greffon palatin comprenant une petite couche de tissus adipeux, d) Fermeture étanche du site [139]	73
Figure 61 : Schéma du principe du distal Wedge en vue frontale et occlusale [143]	74
Figure 62 : Photographies endobuccales de la technique du distal Wedge a) Incisions allant du point le plus distal à la face distale de la dernière molaire, b) Incision sus-périostée pour libérer le greffon, c) Greffon tubérositaire épithélio-conjonctif, d) Sutures étanches de la tubérosité [139].....	75

Figure 63 : Schéma de la technique par tranche a) Première incision avec un angle proche de 0°, b) Seconde incision parallèle à la première, c) Dernière incision sus-périostée, d) Récolte du greffon tubérositaire, e) Greffon tubérositaire épithélio-conjonctif, f) Désépithélialisation du greffon [144]	77
Figure 64 : Schéma d'un double prélèvement tubérositaire a) En vue latérale, b) En vue occlusale	77
Figure 65 : Photographies endobuccales d'un prélèvement tubérositaire par la technique de l'incision parallèle a) Dissection en épaisseur partielle des lambeaux vestibulaire et palatin, b) Incision sus-périostée pour libérer le greffon, c) Greffon conjonctif avec une bande de 2mm d'épithélium [145]	78
Figure 66 : a) et b) Photographies endobuccales d'un défaut en hauteur de tissu kératinisé secteur 4	80
Figure 67 : Photographie endobuccale du greffon épithélio-conjonctif suturé sur la crête	81
Figure 68 : Photographie endobuccale a) De la crête après cicatrisation, b) De la hauteur de TK après la pose des couronnes implanto-portées	81
Figure 69 : Photographies endobuccales d'un lambeau déplacé apicalement a) Crête mandibulaire avec défaut de TK en hauteur, b) Lambeau d'épaisseur partielle sans décharges avec préservation d'un bandeau de TK, c) Sutures apicales périostés du lambeau, d) Résultat post-opératoire avec augmentation de l'épaisseur de TK [151]	82
Figure 70 : Photographies endobuccales de la technique du rouleau d'Abrams a) Défaut d'épaisseur vestibulaire de TK, b) Incision déportée en palatin et deux incisions de décharges délimitant le lambeau, c) La partie crestale est désépithélialisée puis décollée jusqu'en vestibulaire, d) Le pédicule conjonctif est replié en vestibulaire, e) L'implant a été posé et le site est suturé, f) Cicatrisation du site à 3 mois comblant le défaut d'épaisseur [153]	84
Figure 71 : Schéma du principe du lambeau roulé modifié [154]	85
Figure 72 : Photographies endobuccales de la technique du rouleau roulé modifié a) Défaut d'épaisseur vestibulaire de TK, b) Tracé d'incision, c) Dissection du lambeau palatin en épaisseur partielle, d) La partie conjonctive palatine est délimitée et disséquée jusqu'en vestibulaire pour ensuite être roulée, e) Le lambeau est suturé sans exposé de partie osseuse, f) Cicatrisation du défaut vestibulaire à 1 mois [155]	86

Figure 73 : Photographies endobuccales d'un conjonctif enfoui a) Incision d'épaisseur partielle au niveau d'un défaut d'épaisseur vestibulaire de TK, b) Elévation du lambeau d'épaisseur partielle vestibulaire, c) Prélèvement du greffon conjonctif au palais, celui-ci est replié sur lui-même pour doubler son épaisseur, d) Fixation du greffon sur le lambeau vestibulaire, e) Le site est refermé sans tension, f) Cicatrisation du défaut à 1 mois [157]87

Thèse d'exercice : Chir. Dent. : Lille : Année 2026

Aménagement tissulaire à visée pré-implantaire : techniques chirurgicales /
Théo FABRE. - p. 122 : ill. 73 ; réf. 158.

Domaines : IMPLANTOLOGIE, CHIRURGIE ORALE, PARODONTOLOGIE

Mots clés Libres : Maladie péri-implantaire — Aménagement osseux —
Aménagement muco-gingival — Chirurgie pré-implantaire

Résumé de la thèse en français

L'édentement, aux origines multiples, entraîne des conséquences fonctionnelles, esthétiques et biologiques qui rendent la réhabilitation implantaire capitale en odontologie moderne. La pose d'implants nécessite cependant un environnement tissulaire optimal, reposant sur une analyse rigoureuse de la santé générale, parodontale du patient et une analyse prothétique rigoureuse. L'ensemble des techniques d'aménagement osseux pré-implantaire est présenté selon la classification de Cawood et Howell, allant de la préservation alvéolaire jusqu'à la prise en charge des défauts horizontaux et mixtes. L'aménagement muqueux, quant à lui, prend en compte les gains en hauteur et en épaisseur. L'objectif global reste constant : recréer un volume tissulaire stable, durable et biologiquement favorable à l'ostéointégration et à la pérennité prothétique. Cependant, l'évolution rapide des biomatériaux, de la planification numérique et des chirurgies mini-invasives invite à repenser les stratégies d'aménagement tissulaire.

JURY :

Président : Mme la Professeure Caroline DELFOSSE

Assesseurs : Mme le Docteur Agathe BALLIEU,

Mr le Docteur Laurent NAWROCKI,

Mme le Docteur Cécile OLEJNIK

Membres invités : Mme le Docteur Béatrice LOUVET

Dimensions de la tranche de la Thèse

2cm	4cm	4cm	13cm	4cm
	Lille	FABRE Théo	Aménagement tissulaire à visée pré-implantaire : techniques chirurgicales	2026